



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

JULIANA FATIMA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO EM ÁGUAS DE
POÇOS LOCALIZADOS EM ÁREAS RURAIS DA REGIÃO DE ASSIS**

Assis

2011

JULIANA FATIMA DA SILVA

AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NITRATO EM ÁGUAS DE
POÇOS LOCALIZADOS EM ÁREAS RURAIS DA REGIÃO DE ASSIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito de graduação em Bacharelado e Licenciatura em Química.

Orientadora: Dra Rosângela Aguilár da Silva

Assis
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Juliana Fatima

Avaliação da concentração de nitrato em águas de poços localizados em áreas rurais da região de assis / Juliana Fatima da Silva. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2011.

47p.

Orientadora: Dra Rosângela Aguilár da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1.Nitrato 2.Qualidade da água de poços 3.riscos à saúde

CDD:660
Biblioteca da FEMA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos que sempre me ensinaram o valor da vida e do amor, e que me deram forças para jamais desistir.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, pelo amor, carinho incondicional e por suas orações.

Ao meu pai, por seu amor e trabalho esforçado do dia-a-dia para manter meus estudos.

Aos meus irmãos que sempre suportaram meu mau humor em épocas de provas e mesmo assim jamais deixarão de me amar.

À família que me acolheu e me deu amor nas horas em que me sentia só.

À minha amiga Marisa que sempre me incentivou quando eu me encontrava desanimada.

Aos colegas de classe pelos momento felizes e não tão felizes que juntos passamos.

À professora, Rosângela, pelo aprendizado, sua paciência, orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos membros da banca da defesa, pelas valiosas contribuições.

Aos demais familiares, amigos e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Graças ao meu pai pude aprender a apreciar a beleza na natureza e nas obras dos homens. Assim fui capaz de escolher e ser livre.

Jean Jacques Rousseau
(1712-1778)

RESUMO

A presença de nutrientes na água é parte dos ciclos normais da natureza e para a maioria dos nutrientes vegetais não tem sido relatados problemas em relação a níveis excessivos, o problema de contaminação fica restrito a alguns micronutrientes e, principalmente, ao nitrogênio e fósforo. O nitrato é a principal forma de nitrogênio associado à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. O consumo excessivo de nitrato tem dois efeitos adversos à saúde: a indução à metamoglobinemia (cianose), especialmente em crianças e a formação potencial de nitrosaminas e nitroamidas carcinogênicas. O nitrato fica muito propenso ao processo de lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável incremento nos teores de nitrato nas águas profundas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de nitrato em águas de poços localizados em áreas rurais da região de Assis. As amostras colhidas foram analisadas pelo método espectrofotométrico na região UV, onde se mediu a absorbância nos comprimentos 220 nm e 275 nm, e obteve-se o resultado da concentração de nitrato em mg/L-N. Os resultados das análises mostraram que todas as amostras apresentaram concentrações de nitrato de acordo com a legislação em vigor do Ministério da saúde, ou seja, inferior a 10 mg/L-N. As concentrações de nitrato das amostras analisadas apresentaram uma variação de 0,3 mg/L a 7,8 mg/L de NO₃-N. A avaliação dos níveis de nitrato presentes em águas de poços permitiu avaliar o grau de contaminação decorrente da atividade antrópica da região estudada.

Palavras-chave: nitrato; qualidade da água de poços; riscos à saúde

ABSTRACT

The presence of nutrients in the water is part of the normal cycles of nature and the majority of plant nutrients has not been reported problems related to excessive levels, the problem of contamination is restricted to some micronutrients, and especially nitrogen and phosphorus. Nitrate is the main form of nitrogen associated with water contamination by agricultural activities. Excessive consumption of nitrate has two adverse health effects: induction methemoglobinemia (cyanosis), especially in children and the potential formation of carcinogenic nitrosamines and nitroamidas. Nitrate is very prone to leaching process and over time there may be considerable increase in nitrate levels in deep water. The objective of this study was to evaluate the concentration of nitrate in water from wells located in rural areas of the region of Assis. The samples were analyzed by UV spectrophotometry, where the absorbance was measured in lengths 220 nm and 275 nm, and obtained the result of the nitrate concentration in mg/L-N. The test results showed that all samples had nitrate concentrations in accordance with the legislation of the Ministry of health, ie, less than 10 mg/L-N. The nitrate concentrations of samples showed a variation of 0.3 mg/L to 7.8 mg/L NO₃-N. The assessment of the levels of nitrates in well water allowed us to assess the degree of contamination resulting from anthropogenic activity in the region studied.

Keywords: nitrate, water quality of wells; risks to health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Mata ciliar..... | 23 |
| Figura 2 – Plantio direto..... | 23 |
| Figura 3 – Agricultura orgânica..... | 23 |
| Figura 4 – Metahemoglobinemia ou síndrome do bebê azul | 24 |
| Figura 5 – Ciclo do nitrogênio..... | 32 |
| Figura 6 – Representação da eutrofização..... | 35 |
| Figura 7 – Frasco plástico utilizado na coleta de amostras..... | 38 |
| Figura 8 – Mapa da Região de Assis, marcando os pontos de coleta das amostras..... | 40 |
| Figura 9 – Absorbância das soluções de nitrato de potássio versus concentração em mg/L..... | 41 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | – Propriedades físicas de alguns hidretos simples..... | 15 |
| Tabela 2 | – Absorbâncias das soluções padrão de nitrato de potássio..... | 41 |
| Tabela 3 | – Concentração de Nitrato da amostras de águas de poços..... | 42 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2. | ÁGUA..... | 15 |
| 2.1 | PROPRIEDADES DA ÁGUA..... | 15 |
| 2.2 | CONTAMINAÇÃO POR NUTRIENTES..... | 16 |
| 2.2.1 | Contaminação por nitrogênio..... | 16 |
| 2.3 | ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO..... | 17 |
| 2.3.1 | Legislação vigente..... | 18 |
| 3. | NITRATO E SUA OCORRÊNCIA..... | 20 |
| 3.1 | IMPACTO AMBIENTAL..... | 21 |
| 3.2 | PROCESSO DE LIXIVIAÇÃO DO NITRATO..... | 21 |
| 3.3 | NITRATO E SAÚDE HUMANA..... | 23 |
| 4. | MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE NITRATO EM MEIO AQUOSO..... | 25 |
| 4.1 | MÉTODO DE REDUÇÃO POR HIDRAZINA..... | 25 |
| 4.2 | MÉTODO DE REDUÇÃO POR CLORETO DE TITÂNIO..... | 25 |
| 4.3 | MÉTODO DE REDUÇÃO POR CÁDMIO..... | 26 |
| 4.4 | MÉTODO DO ELETRODO SENSÍVEL A NITRATO..... | 26 |
| 4.5 | MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO NA REGIÃO DO ULTRAVIOLETA..... | 26 |
| 5. | ESPECTROSCOPIA VISÍVEL E ULTRAVIOLETA..... | 28 |
| 5.1 | TIPOS DE ESPECTROFOTÔMETROS PARA REGIÃO VISÍVEL E ULTRAVIOLETA..... | 29 |
| 5.2 | PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS EM ESPECTROFOTOMETRIA VISÍVEL E ULTRAVIOLETA..... | 29 |
| 6. | APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO..... | 31 |
| 6.1 | APLICAÇÕES TEÓRICAS..... | 31 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 6.1.1 | Origens do nitrato..... | 31 |
| 6.1.2 | Ciclo do nitrogênio..... | 32 |
| 6.1.3 | Usos e aplicações do nitrato..... | 33 |
| 6.1.4 | Características perigosas do nitrato..... | 34 |
| 6.1.5 | Preocupações ambientais..... | 34 |
| 6.2. | APLICAÇÕES PRATICAS..... | 35 |
| 6.2.1 | Visita técnica para o reconhecimento do processo de eutrofização..... | 35 |
| 6.2.2 | Pratica em laboratório..... | 35 |
| 7. | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 37 |
| 7.1 | MATERIAL E REAGENTES..... | 37 |
| 7.1.1 | Preparo dos reagentes | 37 |
| 7.1.2 | Coleta de amostras..... | 38 |
| 7.2 | CURVA-PADRÃO..... | 38 |
| 7.3 | DETERMINAÇÃO DE NITRATO NA REGIÃO DO ULTRAVIOLETA..... | 39 |
| 8. | RESULTADOS E DISCUSÕES..... | 40 |
| 9. | CONCLUSÃO..... | 44 |
| | REFÊRENCIAS..... | 45 |

1. INTRODUÇÃO

A água tem importância vital para todos os seres humanos e a avaliação de sua potabilidade e das condições higiênico-sanitárias são primordiais para a saúde da população (SCORSAFAVA et al, 2010).

De acordo com Resende (2002), cerca de 80% da superfície da Terra é composta de água, sendo que 97% estão nos oceanos e o restante (menos de 3%) são reservas de água doce, as quais, em princípio, seriam apropriadas para consumo. Adicionalmente, é preciso atentar para o fato de que as geleiras nos círculos polares representam 77% da água doce, 22% são águas subterrâneas e apenas 1% encontra-se na superfície, presente nos rios, lagos, açudes e represas. Dessa forma, cerca de 60% do consumo global de água potável é extraído de reservatórios subterrâneos não renováveis.

Os constituintes químicos da água podem ser influenciados por vários fatores como deposição atmosférica, processos químicos de dissolução e/ou hidrólise, mistura com esgoto e/ou águas salinas por intrusão e produtos químicos utilizados em áreas agrícolas (FREITAS et al, 2001).

Dentre as substâncias presentes na água que podem constituir risco para a saúde humana, incluem-se os compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitrito e nitrato (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

O consumo excessivo de nitrato tem dois efeitos adversos a saúde: a indução à metahemoglobinemia (cianose), especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitroamidas carcinogênicas (FERREIRA, 2009). O desenvolvimento da metahemoglobinemia a partir do nitrato nas águas potáveis depende da conversão bacteriana deste nitrato durante a digestão, o que pode ocorrer na saliva e no trato gastrointestinal. (FREITAS et al, 2001)

De acordo com a Sabesp 2007, houve um aumento do uso de água subterrânea para o abastecimento público nas últimas décadas, principalmente no estado de São Paulo, considerado o maior usuário das reservas subterrâneas do país. Cerca de 65% da sua zona urbana é abastecida por poços artesianos e na região metropolitana de São Paulo, cerca de 3 milhões de habitantes recebem água proveniente de poços profundos.

No estado de São Paulo os principais parâmetros que alteram a qualidade das águas subterrânea, destacam-se o nitrato, cromo e fluoreto. As águas subterrâneas apresentam geralmente teores de nitrato no intervalo de 0,1 a 10 mg/L porém em águas poluídas os teores podem chegar a 1000 mg/L. (CETESB, 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração de nitrato em águas de poços localizados em áreas rurais da região de Assis.

2. ÁGUA

A água é, certamente, a espécie química mais abundante na Terra. Além disso, é uma substância que pode ser encontrada naturalmente nos estados físicos: sólido (gelo), líquido (água líquida) e gasoso (vapor). Sua capacidade em conduzir e estocar calor (condutividade térmica e capacidade calorífica) também é único. Entre outros aspectos, a água tem um elevado calor de evaporação (GRASSI, 2001).

2.1 PROPRIEDADES DA ÁGUA

Enquanto são necessários 0,239 J (1 caloria) para se elevar a temperatura de 1 g de água de 1 °C, esta mesma massa de água exige cerca de 540 vezes mais energia para se evaporar.

Comparativamente com outros hidretos (tabela 1), observa-se que a água apresenta temperaturas de fusão e ebulição bem mais elevadas. Estas características são bastante importantes para a existência de vida na Terra, uma vez que a forma líquida é o estado físico predominante (GRASSI, 2001).

| Substância | CH ₄ | NH ₃ | H ₂ O | HF | H ₂ S |
|----------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----|------------------|
| Ponto de fusão °C | -182 | -78 | 0 | -83 | -86 |
| Ponto de ebulição °C | -164 | -33 | 100 | 19 | -61 |

Tabela 1: Propriedades físicas de alguns hidretos simples.

Outra propriedade da água, pouco usual, porém igualmente importante, é que a forma líquida apresenta uma densidade maior que a forma sólida. Se o contrário fosse verdade, durante o inverno as águas de inúmeros rios e lagos localizados no

hemisfério norte de nosso planeta, ao se congelarem, se depositariam no fundo dos mesmos. Sob estas condições, provavelmente não se fundiriam novamente no verão. Assim sendo, a mistura que ocorre na primavera e outono desempenha um papel importante na recirculação de nutrientes. Esta mistura só ocorre porque a água tem sua densidade máxima a 4 °C. Durante o outono, quando as temperaturas das águas de inúmeros lagos caem para valores próximos a 4 °C, as águas superficiais se tornam mais densas que as águas mais profundas e assim se deslocam para o fundo, misturando as espécies dissolvidas, num movimento vertical (GRASSI, 2001).

2.2 CONTAMINAÇÃO POR NUTRIENTES

A presença de nutrientes na água é parte dos ciclos normais da natureza e para a maioria dos nutrientes vegetais não tem sido relatados problemas em relação a níveis excessivos, o problema de contaminação fica restrito a alguns micronutrientes e, principalmente, ao nitrogênio e fósforo (RESENDE, 2002).

2.2.1 Contaminação por nitrogênio

Das diversas formas presentes na natureza, a amônia (NH_3) e, em especial o nitrato (NO_3^-) podem ser causas da perda de qualidade da água (RESENDE, 2002).

Embora a amônia, quando presente na água em altas concentrações, possa ser letal aos peixes pela toxicidade que representa para esse grupo da fauna, a amônia originada no solo ou aplicada via fertilizante tende a ser rapidamente convertida em amônio (NH_4^+) e esse, por sua vez, é convertido em nitrato pelo processo microbiano da nitrificação (RESENDE, 2002).

Portanto, o nitrato é a principal forma de nitrogênio associado à contaminação da água pelas atividades agropecuárias. Isso ocorre pelo fato de que o ânion nitrato, caracterizado por ser fracamente retido nas cargas positivas dos colóides, tende a

permanecer mais em solução, principalmente, nas camadas superficiais do solo, nas quais a matéria orgânica acentua o caráter eletronegativo da fase sólida, e o fosfato aplicado na adubação ocupa as cargas positivas disponíveis, na solução do solo. O nitrato fica muito propenso ao processo de lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável incremento nos teores de nitrato nas águas profundas (RESENDE, 2002).

A intensidade do processo de contaminação depende principalmente das quantidades de nitrato presentes ou adicionadas ao solo, da permeabilidade do solo, das condições climáticas, de manejo da irrigação e da profundidade do lençol freático ou aquífero (RESENDE, 2002).

Merece destaque o fato de que a elevação dos teores de nitrato na água é indicativa de risco potencial para a presença de outras substâncias indesejáveis, tais como muitas moléculas sintéticas de defensivos agrícolas que possivelmente comportam-se de forma análoga ao nitrato.

2.3 ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO

A água para consumo humano pode ser obtida tanto em mananciais de águas superficiais, quanto de mananciais subterrâneos. O manancial subterrâneo é um recurso amplamente utilizado por uma parcela da população brasileira. A água subterrânea pode ser captada no aquífero confinado ou artesianos, localizado entre duas camadas relativamente impermeáveis, o que dificulta a sua contaminação, ou ser captada no aquífero não confinado ou livre, que fica próximo à superfície, e está, portanto, mais suscetível à contaminação. Em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água livre, mesmo que mais vulnerável à contaminação, é mais freqüentemente utilizada no Brasil (VARNIER; HIRATA, 2002).

Vários fatores podem interferir na qualidade da água subterrânea. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a destinação inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, a modernização da agricultura com o uso

de fertilizantes agrícolas e a criação de animais representam fontes de contaminação das águas subterrâneas por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas.(BRASIL, 2008)

O nitrato é uma substância química derivada do nitrogênio que, em baixas concentrações, se encontra de forma natural na água e no solo. Porém, essas concentrações podem ser alteradas devido ao uso intensivo de fertilizantes na agricultura e a coleta e disponibilização inadequada dos esgotos domésticos (CAMPOS, ROHLFS, 2010).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000), informa que entre os serviços de saneamento básico o esgotamento sanitário é o que tem menor cobertura nos municípios brasileiros. Em 2000, dos 5.507 municípios existentes, 47,8% não apresentava nenhum tipo de serviço sanitário. Já a Pesquisa Nacional por Amostras por Domicílio (IBGE, 2007), mostra que 66,8 % dos domicílios particulares permanentes urbanos, segundo as grandes regiões, unidades da Federação e regiões metropolitanas apresentam existência de serviço de esgotamento sanitário – rede coletora. O fato dessa pesquisa apontar para um crescimento importante da rede coletora de esgoto, não significa que esse esgoto coletado recebe o devido tratamento. Nas grandes cidades, esse é o principal fator que leva à contaminação das águas subterrâneas, uma vez que nas áreas urbanizadas e com grande densidade populacional a falta de rede de esgotos possibilita o lançamento dos dejetos em fossas e tanques sépticos, infiltrando-se e contaminando os mananciais utilizados para abastecimento de água (CAMPOS, ROHLFS, 2010).

2.3.1 Legislação vigente

A legislação vigente, Portaria 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância

da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de qualidade. (BRASIL, 2004).

No artigo 14, da referida Portaria, a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde e o valor máximo permitido para nitrato (como N) é de 10 mg/L.

A Portaria 518 de 25 de março de 2004 encontra-se, nesse momento, em revisão. Em 2009, o Ministério da Saúde iniciou o processo de revisão dessa Portaria, pretendendo atender o disposto em seu artigo 4º, que determina a revisão da Norma no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação justificada. A revisão da Portaria busca contemplar os avanços do conhecimento técnico-científico no que diz respeito aos padrões de potabilidade, tendo por base as normas internacionais, as recomendações dos Guias de Qualidade da Água para Consumo Humano da Organização Mundial da Saúde, considerando a realidade brasileira, e os resultados dos estudos contratados pelo Ministério da Saúde. O encerramento do processo de revisão da Portaria MS Nº 518/2004 se dará com a publicação, no Diário Oficial da União (DOU), da nova Norma de Potabilidade da Água para Consumo Humano, previsto para 2011 (PISAST, 2011).

3. NITRATO E SUA OCORRÊNCIA

O nitrato ocorre naturalmente em águas subterrâneas, mas a sua presença em concentrações elevadas é geralmente resultante da atividade antrópica. Dentre elas, se destacam principalmente a aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos e o uso de sistemas de saneamento *in situ*. As substâncias nitrogenadas dos fertilizantes e dos resíduos orgânicos são transformadas e oxidadas por reações químicas e biológicas e o resultado é a presença de nitrato no solo. Sendo o nitrato extremamente solúvel na água, move-se com facilidade e contaminando a água subterrânea.

O nitrogênio mineral introduzido no solo tende a passar à forma orgânica, seja pela adsorção por micro-organismos, seja pela adsorção por plantas. O nitrogênio orgânico, por sua vez, oriundo dos seres vivos de que faz parte, passará à forma mineral. A passagem de nitrogênio de formas orgânicas para formas inorgânicas denomina-se mineralização, que ocorre pelas seguintes etapas: N-orgânico; N-amínico; N-amoniacal; N-nitrito; N-nitrato. A transformação inversa chama-se imobilização (CAMPOS, ROHLFS, 2010)

A matéria orgânica presente no solo é rapidamente quebrada em compostos simples por bactérias saprófitas do solo e vários tipos de fungos. O nitrogênio por sua vez, é incorporado em aminoácidos e proteínas utilizados por esses micro-organismos, sendo o excesso liberado sob a forma de íons amônio (NH_4^+) ou amônia (NH_3), este processo é denominado amonificação. O amônio não adsorvido é convertido a nitrito (NO_2^-) e posteriormente oxidado a nitrato (NO_3^-), este processo é conhecido por nitrificação.

Nas águas subterrâneas, os nitratos ocorrem em teores, geralmente, abaixo de 5 mg/L. Nitritos e amônia são ausentes, devido à velocidade com que são convertidos a nitrato pelas bactérias. Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), uma água não deve ter mais do que 10 mg/L de NO_3^- . O limite estabelecido para nitratos em águas superficiais é de 45 mg/L sob forma de NO_3^- , ou 10 mg/L sob forma de nitrogênio (N- NO_3^-). Devido ao risco que representa, a concentração de nitrato na

água para consumo humano não deve exceder 10 mg de $\text{N-NO}_3^-/\text{L}$ ou 44 mg de NO_3^-/L (CAMPOS, ROHLFS, 2011).

A molécula, nitrogênio-nitrato (N-NO_3^-) é a principal forma de nitrogênio encontrado nas águas. É a fase oxidada no ciclo do nitrogênio e é geralmente encontrada em concentrações maiores nos estágios finais da oxidação biológica. Águas naturais, em geral, contêm nitratos em solução, já as que recebem esgotos apresentam quantidades variáveis de outros compostos mais complexos, ou menos oxidadas, tais como: compostos orgânicos quaternários, amônia e nitritos, denunciando poluição recente. Resultados de análise com altas concentrações de nitratos indicam que a matéria orgânica que entrou em contato com a água encontra-se totalmente decomposta. O nitrato (NO_3^-) ou nitrogênio nítrico é o último estágio da oxidação do nitrogênio. Esse fato não significa que a água esteja isenta de outros (CAMPOS, ROHLFS, 2011).

3.1 IMPACTO AMBIENTAL

Uma vez que as relações tróficas nos ambientes aquáticos são moduladas pela disponibilidade de N e P, o excesso de um desses nutrientes ocasiona eutrofização, o que favorece a proliferação exagerada de algas e plantas aquáticas. Como consequência, pode haver redução da penetração de luz na água, alterando o ambiente subaquático. Além disso, a própria respiração e os restos de plantas e algas mortas depositados no fundo provocam a redução da disponibilidade de oxigênio, culminando com a mortandade de peixes e outros organismos (RESENDE, 2002).

3.2 PROCESSO DE LIXIVIAÇÃO DO NITRATO

O nitrato livre na solução do solo ocorre com elevada frequência. Como esses íons não são adsorvidos pelos componentes das frações do solo, se deslocam facilmente e podem ser absorvidos pelas raízes e translocados às folhas ou lixiviados aos mananciais subterrâneos. A lixiviação de nitrato é um fenômeno físico, favorecido

pela baixa energia envolvida na sua adsorção às partículas do solo e também pela sua alta solubilidade em água. (JADOSKI, et al 2010).

Devido a fatores climáticos, condições edáficas e aos métodos de irrigação, os sais dissolvidos na água podem se acumular no perfil do solo ou ser carregados para as águas subterrâneas. Íons nitrato por não serem retidos na fase sólida do solo, geralmente ficam dissolvidos em sua solução, e podem ser lixiviados em maior ou menor grau, em função da percolação da água ao longo do perfil do solo, reduzindo sua disponibilidade para as plantas, com riscos de contaminação das águas de superfície e sub-superfície. Segundo Resende 2002, o nitrato é considerado a principal forma de nitrogênio associada à contaminação da água pelas atividades agrícolas. Isso ocorre pelo fato de este ser fracamente retido nas cargas positivas dos colóides, tendendo a permanecer mais em solução, principalmente nas camadas superficiais do solo, nas quais a matéria orgânica acentua o caráter eletronegativo da fase sólida (repelindo o nitrato). Na solução do solo, este elemento fica muito propenso ao processo de lixiviação e ao longo do tempo pode haver considerável incremento de seus teores em águas profundas. A intensidade do processo de contaminação depende, principalmente, das quantidades de nitrato adicionadas ao solo, da permeabilidade do solo, das condições climáticas (pluviosidade e irrigação) e da profundidade do lençol freático. O enriquecimento excessivo das águas superficiais com nitrato leva à eutrofização dos mananciais (JADOSKI, et al 2010).

O aumento da concentração de nitrogênio mineral $N-NO_3^-$ na água de drenagem subterrânea, e o aumento da contaminação do lençol freático, devido às altas taxas de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, vêm ocorrendo praticamente no mundo inteiro. Este fato se deve à busca de produtividade cada vez maior sem se observar, geralmente, o conseqüente impacto ambiental. Nesse contexto, o efeito da taxa de aplicação de N, a produtividade e perdas de $N-NO_3^-$ na água de drenagem subterrânea, precisam ser quantificados para se buscar o adequado desenvolvimento econômico, e ao mesmo tempo, garantir o desenvolvimento sustentável das práticas agrícolas (JADOSKI, et al 2010).

Existem algumas práticas agrícolas que podem ajudar na minimização do processo de lixiviação do nitrato (NO_3^-), como matas ciliares (figura 1), apoio técnico (agrônomos), plantios direto (figura 2), agricultura orgânica (figura 3) etc.



Figura 1 - Mata ciliar



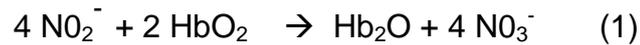
Figura 2 - Plantio direto



Figura 3 - Agricultura orgânica

3.3 NITRATO E SAÚDE HUMANA

Pessoas adultas podem ingerir quantidades relativamente altas de nitrato, por meio de alimentos e da água, e excretá-lo pela urina sem prejuízo à saúde. Contudo, bebês menores de seis meses de idade possuem bactérias no trato digestivo que reduzem o nitrato a nitrito. Quando o nitrito alcança a corrente sanguínea, ocorre a reação com a hemoglobina formando o composto metahemoglobina no qual diminui a capacidade do sangue transportar oxigênio, como mostra as seguintes reações:



Equação (1) reação entre o nitrito e hemoglobina para formar metahemoglobina.
Equação (2) hemoglobina converte o nitrito em nitrato.

Nessa situação, a criança pode sofrer asfixia ficando com a pele azulada, especialmente, ao redor dos olhos e da boca, sintomas típicos da metahemoglobinemia ou síndrome do bebê azul (figura 4). A doença é letal quando 70% da hemoglobina do corpo é convertida em metahemoglobina (RESENDE, 2002).



Figura 4 - Metahemoglobinemia ou síndrome do bebê azul

Um problema adicional, indiretamente devido ao nitrato, está ligado á possibilidade de as pessoas intoxicarem-se ao consumir água de mananciais eutrofizados, contendo toxinas produzidas pelas algas que crescem excessivamente nesses ambientes (RESENDE, 2002).

4. MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE NITRATO EM MEIO AQUOSO

Existem vários métodos analíticos para a determinação da concentração de nitrato em soluções aquosas. O nitrato pode ser quantificado pelo método de redução por hidrazina, redução por cloreto de titânio, método do eletrodo íon seletivo para nitrato, método da redução em coluna de cádmio, método espectrofotométrico na região do ultravioleta.

4.1 MÉTODO DE REDUÇÃO POR HIDRAZINA

O nitrato é reduzido a nitrito com sulfato de hidrazina. O nitrito é medido espectrofotometricamente depois da diazotação com sulfanilamida e copulação com N-(1-naftil)-etilenodiamino formando uma substância de cor púrpura. Consegue-se realizar leituras em águas potáveis, superficiais e efluentes domésticos e industriais. Este método não deve ser usado em amostras coloridas que absorvem no comprimento de onda (λ) usado para determinação de nitrito. Amostras com teor de sulfeto menor que 10 mg/L causam variações de nitrato e nitrito em aproximadamente 10%. A faixa de detecção varia entre 0,01 a 10 mg N/L (STANDARD METHODS, 1995).

4.2 MÉTODO DE REDUÇÃO POR CLORETO DE TITÂNIO

O método consiste na medida potenciométrica usando eletrodo sensível ao gás amônia após redução do nitrato a amônia por cloreto de titânio. O eletrodo é calibrado com solução de nitrato e as concentrações das amostras são determinadas nas mesmas condições adicionando hidróxido de sódio e cloreto de titânio. Este método detecta concentrações entre 0,1 e 20 mg N/L. A presença de amônia e nitrito são medidos como nitrato superestimando suas concentrações (STANDARD METHOD, 1995).

4.3 MÉTODO DE REDUÇÃO POR CÁDMIO

Neste método a amostra passa através de uma coluna de vidro preenchida com grânulos de cádmio tratado com sulfato de cobre, onde o íon nitrato é reduzido para nitrito na presença do cádmio. Em seguida o nitrito é medido espectrofotometricamente em comprimento de onda de 540 nm depois da diazotação com sulfanilamida e copulação com N-(1-naftil)-etilenodiamino formando uma substância de cor púrpura. A faixa de aplicação varia de 0,01 a 1,0 mg N/L. Amostras turvas, ricas em ferro, cobre, e outros metais reduzem a eficiência da coluna de cádmio. Como alternativa para eliminar esses interferentes adiciona-se EDTA. As amostras que possuem óleos e/ou graxas devem sofrer pré-extração com solvente orgânico. O cloro oxida o cádmio e para sua remoção adiciona-se tiosulfato de sódio (STANDARD METHODS, 1995).

4.4 MÉTODO DO ELETRODO SENSÍVEL A NITRATO

Neste método, a concentração é obtida através de um eletrodo sensível ao nitrato em meio aquoso que gera um potencial que atravessa uma membrana fina, porosa e inerte e determina a concentração do ânion. O eletrodo determina teores em mg de N/L entre 0,14 a 1400. Os interferentes como cloreto, brometo, iodeto, sulfeto e cianeto podem ser eliminados pela adição de uma solução tampão contendo sulfato de prata. Para eliminar nitrito adiciona-se ácido sulfâmico, para ácidos orgânicos complexos adiciona-se sulfato de alumínio e para eliminar bicarbonatos e manter o pH e força iônica adiciona-se um tampão com pH igual a 3 (STANDARD METHODS, 1995).

4.5 MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO NA REGIÃO DO ULTRAVIOLETA

Este método baseia-se na leitura espectrofotométrica da amostra com adição de ácido clorídrico para prevenir a interferência de hidróxido ou carbonato, e é indicado para amostras com baixo teor de matéria orgânica, pois esta, assim como o nitrato, absorve energia ultravioleta. O nitrato pode ser medido por leituras na região do

ultravioleta a 205 nm, no entanto esta leitura é aconselhável para águas de abastecimento e mineral. Para eliminar a interferência da matéria orgânica são realizadas leituras em dois comprimentos de onda 220 nm e 275 nm, pelo fato de a matéria orgânica absorver energia em 220 nm e 275nm e de o nitrato não absorver em 275 nm, assim corrige-se o valor correspondente ao nitrato. Os métodos espectrofotométricos na região do ultravioleta para nitrato em meio aquoso mostraram-se adequados estatisticamente quanto à exatidão e precisão, além de serem métodos de simples execução pois utilizam reagente único e fornecem resultados rápidos (STANDARD METHODS, 1995; AZEVEDO et al., 2005)

5. ESPECTROSCOPIA VISÍVEL E ULTRAVIOLETA

A espectrofotometria visível e ultravioleta é um dos métodos analíticos mais usados nas determinações analíticas em diversas áreas. É aplicada para determinações de compostos orgânicos e inorgânicos como, por exemplo, na identificação do princípio ativo de fármacos (LEMOS et al.2009).

A espectroscopia de absorção molecular é valiosa para a identificação dos grupos funcionais na molécula. Mais importante, entretanto, são as aplicações da espectroscopia de absorção visível/ultravioleta para a determinação quantitativa de compostos contendo grupos absorventes (LEMOS et al.2009).

A região ultravioleta do espectro é geralmente considerada na faixa de 200 a 400 nm, e a região do visível entre 400 a 800 nm. As energias correspondentes a essas regiões são ao redor de 150 a 72 kcal.mol⁻¹ na região ultravioleta, e 72 a 36 kcal mol⁻¹ para a região visível. Energias dessa magnitude correspondem, muitas vezes, à diferença entre estados eletrônicos de muitas moléculas (LEMOS et al.2009).

A absorção da região visível e ultravioleta depende, em primeiro lugar, do número e do arranjo dos elétrons nas moléculas ou íons absorventes. Como consequência, o pico de absorção pode ser correlacionado com o tipo de ligação que existe na espécie que está sendo estudada (LEMOS et al.2009).

Nos compostos orgânicos, os que possuem dupla ligação absorvem fortemente no ultravioleta remoto (distante). Os compostos que possuem ligações simples e duplas alternadamente, chamadas de ligações conjugadas, produzem absorção em comprimentos de ondas maiores. Quanto mais extenso for o sistema conjugado, mais longos serão os comprimentos de onda absorvidos, podendo chegar à região do visível (LEMOS et al.2009).

5.1 TIPOS DE ESPECTROFOTÔMETROS PARA REGIÃO VISÍVEL E ULTRAVIOLETA

Os espectrofotômetros variam em sua complexidade e desempenho. Existem modelos simples e mais sofisticados, equipados com softwares especiais de acordo com a necessidade industrial (LEMOS et al.2009).

Os componentes dos espectrofotômetros estão relacionados com a faixa do comprimento de onda, a exatidão e a precisão requeridas para as análises. Podem ser de dois tipos:

- espectrofotômetros mono-feixe; ajusta-se a transmitância em 0%, fechando o obturador entre a fonte de radiação e o detector. Após esse procedimento, ocorre o ajuste de transmitância em 100%. Coloca-se o solvente (branco) no caminho ótico, abre-se o obturador e varia-se a intensidade da radiação até que o sinal seja de 100% de transmitância. Então, substitui-se o recipiente com solvente pelo recipiente com a amostra e o percentual de transmitância da mesma é lido no indicador de sinal.

- espectrofotômetros duplo-feixe: dois feixes de radiação são formados no espaço. Um feixe passa pela solução de referência (branco) até o transdutor e o segundo feixe, ao mesmo tempo, passa através da amostra até o segundo transdutor. Nos espectrofotômetros deste tipo o ajuste do 0% é feito com a interrupção de radiação nos dois feixes e o 100% de transmitância é ajustado com o solvente (branco) colocado no caminho ótico dos dois feixes (LEMOS et al.2009).

5.2 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS EM ESPECTROFOTOMETRIA VISÍVEL E ULTRAVIOLETA

A espectrofotometria visível e ultravioleta é aplicada tanto em química analítica qualitativa quanto na quantitativa (LEMOS et al.2009).

Análise qualitativa: pela análise da absorbância é possível determinar qual espécie química está presente na amostra. Também é possível detectar contaminações ou processos de decomposição de matérias-primas pela comparação dos espectros de absorção da matéria e do padrão da mesma.

Análise quantitativa: a condição essencial para qualquer determinação por espectrofotometria no visível e ultravioleta é a observação da lei de Beer.

Outras condições como pH, técnicas de extração por solventes, ajuste do estado de oxidação, remoção prévia dos interferentes, controle da força iônica do meio, e as variações das temperaturas também são observadas (LEMOS et al.2009).

Na química análise quantitativa é essencial a observação da lei de Beer que é a relação linear entre absorvância e concentração de um absorvedor de radiação eletromagnética, pois existe uma relação entre a transmissão e a concentração do meio onde passa o feixe de luz. Uma certa solução absorve a luz proporcionalmente à concentração molecular do soluto que nela se encontra, isto é, " A intensidade de um feixe de luz monocromático decresce exponencialmente à medida que a concentração da substância absorvente aumenta aritmeticamente ". (TISSUE, 2011)

6. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

Na introdução teórica do assunto: “ocorrência de nitrato em águas”, o professor poderá trabalhar os seguintes conteúdos: origens do nitrato, ciclo do nitrogênio, aplicações, características perigosas e preocupações ambientais. Para a fixação desses conteúdos pode-se programar uma visita em campo para a visualização do processo de eutrofização e também realizar uma aula em laboratório para a verificação de condutividade elétrica, uma das propriedades dos sais, que inclui os nitratos.

6.1 APLICAÇÕES TEÓRICAS

6.1.1 Origens do Nitrato

Os nitratos podem ter origem natural e sintética. Nitrato é um metabólito importante no ciclo do nitrogênio biológico, produzido durante a nitrificação de compostos de azoto reduzido. É um constituinte natural do solo e da vegetação. Nitrato é também um metabólito normal em mamíferos. O nitrato nas águas subterrâneas, solo e superfície derivam principalmente da mineralização da matéria orgânica do solo; alguns também da aplicação de adubos minerais (SILVA, et al 2004).

O depósito natural de grandes proporções de nitratos é o de nitrato de sódio (salitre do Chile) no norte do Chile. Nitratos são produzidos em larga escala a partir do ácido nítrico feito a partir de amônia por oxidação catalítica. Nitratos são formados a partir da reação de ácido nítrico com amônia ou minerais para dar nitrato de amônio e sais solúveis em água, usados como fertilizantes (BOCKMAN , et al 1991- 1992).

6.1.2 Ciclo do Nitrogênio

O nitrogênio é o elemento mais abundante na atmosfera e, como um bloco de construção das proteínas e ácidos nucléicos como o DNA, um componente extremamente importante de toda a vida biológica. O ciclo do nitrogênio (figura 5) é um complexo ciclo biogeoquímico no qual o nitrogênio é convertido a partir de sua forma molecular (N_2) em uma forma que é útil em processos biológicos.

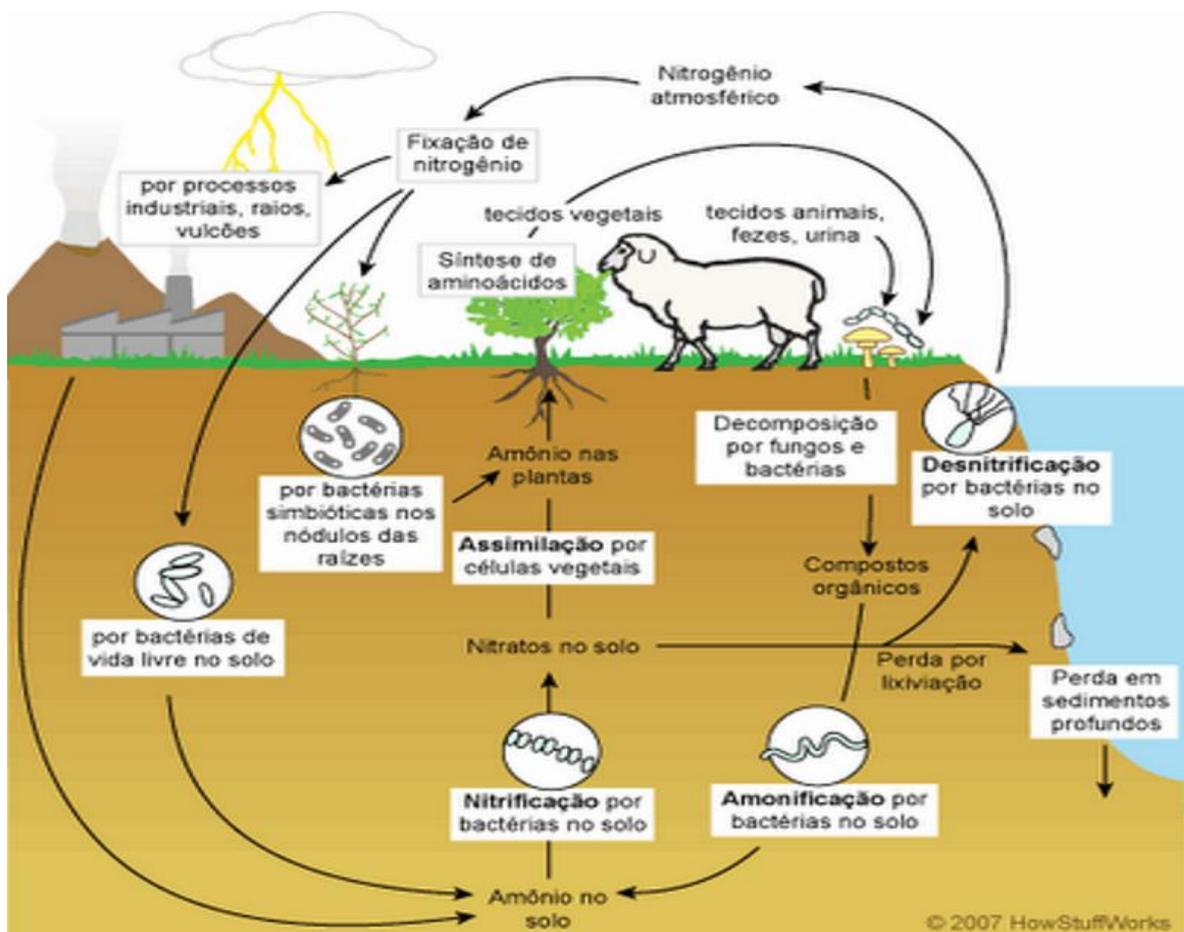


Figura 5 Ciclo do Nitrogênio.

O ciclo do nitrogênio contém várias etapas:

Fixação de nitrogênio: Nitrogênio atmosférico ocorre principalmente em uma forma inerte (N_2) que poucos organismos podem usar, por isso ele deve ser convertido para um composto orgânico - ou fixo - num processo chamado fixação de nitrogênio. Nitrogênio atmosférico é mais "fixo" através de processos biológicos. Primeiro, o nitrogênio é depositado da atmosfera em solos e águas superficiais, principalmente

através da precipitação. Uma vez nos solos e águas superficiais, o nitrogênio passa por um conjunto de alterações: seus átomos de nitrogênio se combinam com o hidrogênio para formar amônia (COUNCI, 2008).

Nitrificação: é o processo pelo qual amônio (NH_4^+) ou amônia (NH_3) é oxidado em nitrito (NO_2^-). Embora a amônia possa ser usada por algumas plantas, a maioria do nitrogênio absorvido pelas plantas é convertido por bactérias em nitrito (NO_2^-), e depois em nitrato (NO_3^-). Este processo é denominado nitrificação, e estas bactérias são conhecidas como bactérias nitrificantes (COUNCI, 2008).

Assimilação: Compostos nitrogenados em várias formas, tais como o nitrato, nitrito, amônia e amônio são absorvidos pelas plantas em solos que são depois utilizados na formação de proteínas vegetais e animais.

Amonificação: é o processo de reciclagem pelo qual o nitrogênio de plantas e de animais mortos retém matéria orgânica no solo onde é discriminado por outros micro-organismos, conhecidos como decompositores. Esta decomposição produz amônia, que é, então, disponível para outros processos biológicos (COUNCI, 2008).

Desnitrificação: Nitrogênio faz seu caminho de volta para a atmosfera através de um processo chamado desnitrificação, em que o nitrato (NO_3^-) é convertido novamente em nitrogênio gasoso (N_2). A desnitrificação ocorre principalmente em solos úmidos, onde a água dificulta os micro-organismos obterem oxigênio. Sob essas condições, certos organismos irão processar o nitrato e ganhar oxigênio, deixando o gás nitrogênio livre como um subproduto (COUNCI, 2008).

6.1.3 Usos e aplicações do Nitrato

O principal uso de nitrato é como fertilizante. Ele também é usado na fabricação de nitritos, óxido nitroso, explosivos, produtos pirotécnicos, fósforos, misturas de congelamento e cimentos especiais. Ele também é usado como aditivo para preservação de alimentos, para a coagulação do látex, na indústria nuclear e controle de corrosão em sistemas aquosos (BOCKMAN, et al 1991- 1992).

6.1.4 Características Perigosas do Nitrato

Em condições normais, ambos os nitritos (exceto o sal de amônio) e os nitratos são compostos estáveis. No entanto, em altas temperaturas se decompõem, e podem ser explosivos em condições extremas (de alta temperatura e pressão). Nitritos também se decompõem em ácidos fracos. Geralmente, a presença de cloretos, alguns metais e material orgânico podem desestabilizar os nitratos e nitritos. Nitratos formam NO e NO₂ pela decomposição térmica, mas também formam nitrato de amônio, N₂O, N₂ e H₂O, dependendo da temperatura. Nitrito de amônio é instável e se decompõe em N₂ e H₂O. Nitritos oxidam lentamente para nitratos quando expostos ao ar. Gases tóxicos podem formar se os edifícios, onde os nitratos ou nitritos são armazenados, pegarem fogo. Se estes materiais são fechados ou contaminados com matéria combustível, o fogo pode resultar em uma explosão. Sais de nitrato são inodoros e incolores com um gosto salino. Eles geralmente são higroscópicos. Sais de nitrito são incolores ou ligeiramente amarelados. Eles geralmente são higroscópicos (BOCKMAN , et al 1991- 1992).

6.1.5 Preocupações ambientais

Nitrato é um nutriente para as algas e outros micro-organismos, e os excessos podem contribuir para o crescimento excessivo de algas em águas naturais, eutrofização (figura 6), o processo de poluição de corpos de água, como rios e lagos, que acabam adquirindo uma coloração turva ficando com níveis baixíssimos de oxigênio dissolvido na água. Isso provoca a morte de diversas espécies animais e vegetais, e tem um altíssimo impacto para os ecossistemas aquáticos. O problema da eutrofização tem como ponto de partida o acúmulo de nutrientes dissolvidos na água, limitando assim o desenvolvimento de plantas aquáticas, especialmente as algas.



Figura 6 Representação de eutrofização.

6.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS

6.2.1 Visita técnica para o reconhecimento do processo de eutrofização

O objetivo da visita será mostrar ao aluno o processo de eutrofização com base no conteúdo teórico trabalhado em sala de aula. O aluno poderá observar os processos de poluição de corpos de água, como rios e lagos, que acabam adquirindo uma coloração turva ficando com níveis baixíssimos de oxigênio dissolvido na água, podendo provocar a morte de diversas espécies de animais e vegetais, e tendo um altíssimo impacto para os ecossistemas aquáticos.

6.2.2 Aula em laboratório

A aula prática acontecerá com o objetivo de demonstrar a condutividade elétrica de compostos contendo nitratos. Inicialmente será apresentada uma pequena introdução sobre compostos iônicos e moleculares.

Composto iônico é um composto químico no qual existem íons ligados numa estrutura gradeada através de ligações iônicas. Para formar um composto iônico é necessário pelo menos um metal e um não metal. O elemento metálico geralmente é um íon de carga positiva (cátion), e o elemento não metálico um íon de carga negativa (ânion), já os compostos moleculares fazem ligações covalente entre os átomos, ou seja, através do compartilhamento de elétrons. Podem se apresentar no

estado sólido, líquido ou gasoso, com ponto de ebulição baixo, e não conduzem corrente elétrica em nenhum estado físico.

Os compostos de nitrato são compostos iônicos, quando puros na forma de sal não conduzem condutividade. Os compostos de nitrato quando em solução aquosa sofrem dissociação iônica, assim gerando condutividade elétrica.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 MATERIAIS E REAGENTES

- Estufa
- Espectrofotômetro UV-VIS FEMTO CIRRUS 80 MB
- Becker de 250 mL
- Bureta de 25 mL
- Balões volumétricos de 50 mL, 100 mL e 1000 mL
- Pipetas graduadas
- Pipetas volumétricas.
- Solução de ácido clorídrico 1,0 mol/L
- Solução-estoque de nitrato a 100 mg/L

7.1.1 Preparo dos reagentes

- Solução de ácido clorídrico 1,0 mol/L - mediu-se em proveta de 100 mL, 85 mL de ácido clorídrico p.a. e transferiu para um balão volumétrico de 1000 mL, completando o volume com água destilada e desionizada.
- Solução-estoque de nitrato a 100 mg/L - pesou-se 0,7214 g de nitrato de potássio p.a., seco a 105°C, transferiu para um balão volumétrico de 1000 mL e completou-se o volume com água destilada e desionizada.

7.1.2 Coleta de amostras

Um total de sete amostras foram coletadas em poços artesianos da região rural de Assis. Estas amostras foram armazenadas em frascos plásticos âmbar (figura 7) de 500 mL, por um período de 3 a 6 horas antes da análise. As amostras foram coletas e analisadas no mês de Outubro/2011.



Figura 7 - Frasco plástico utilizado na coleta de amostras.

7.2 CURVA-PADRÃO

A partir da solução-padrão estoque, preparou-se uma solução trabalho de 10 mg/L e a partir desta realizou-se diluições para a construção da curva-padrão, transferindo-se alíquotas de 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 15,0 mL da solução para balões volumétricos de 50 mL, completando o volume com água destilada e desionizada. Adicionou-se em cada balão volumétrico 1 mL de HCl 1,0 mol/L e homogeneizou-se. Em seguida, procedeu-se a leitura das soluções de concentração 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 mg/L de nitrato em N, em espectrofotômetro à 220 e 275 nm.

7.3 DETERMINAÇÃO DE NITRATO NA REGIÃO DO ULTRAVIOLETA

As amostras foram homogeneizadas e em seguida foram transferidas para balões volumétricos de 50 mL. Após esse procedimento adicionou-se 1,0 mL de HCl 1,0 mol/L e realizou-se a medida da absorvância em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 220 nm e 275 nm. A partir dos dados de absorvância obteve-se o resultado da concentração de nitrato em mg/L-N, fazendo uso da curva padrão pré-estabelecida.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 8 apresenta os locais de coleta das amostras. A região de Assis tem grande representatividade na produção agrícola do Estado e o principal cultivo é o de cana de açúcar.

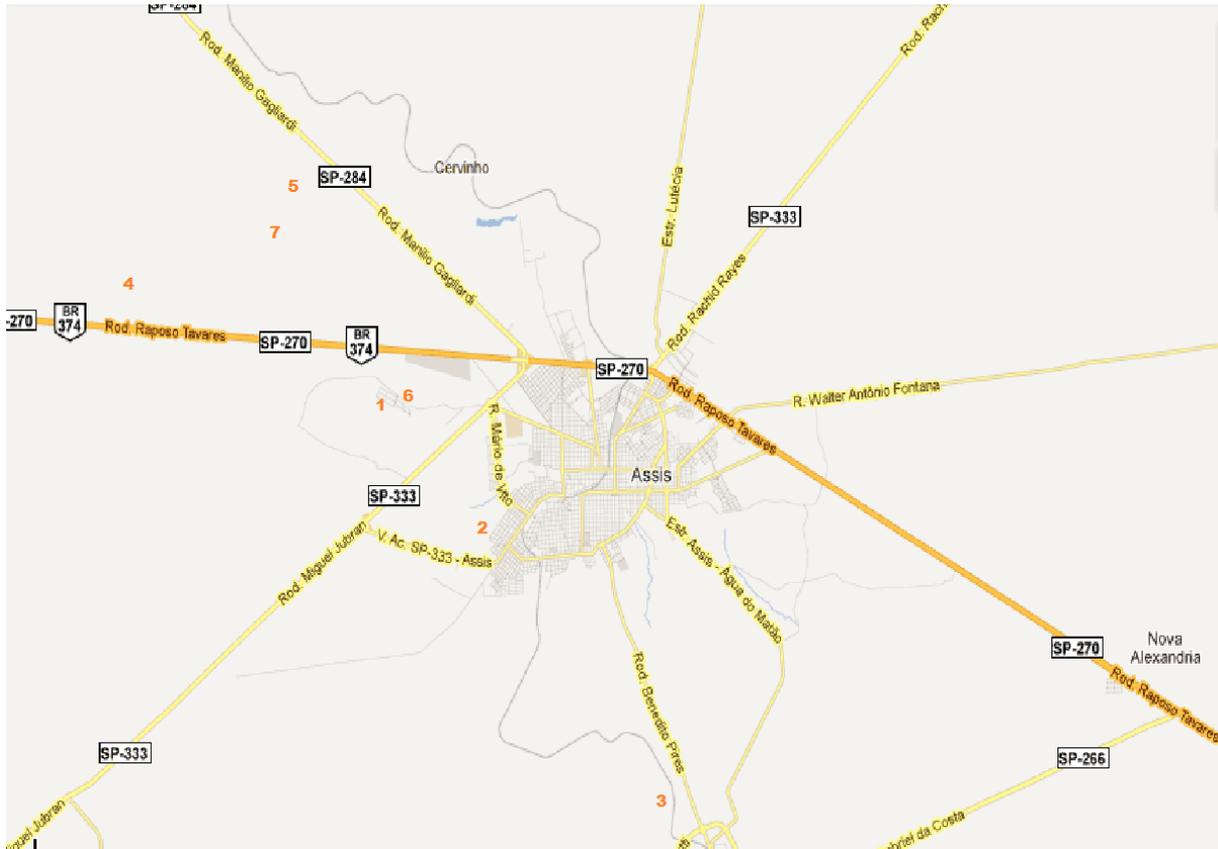


Figura 8 - Mapa da Região de Assis, marcando os pontos de coleta das amostras.

Com os valores de absorbância das soluções-padrão (Tabela 1), utilizando programa excel, construiu-se a curva padrão de absorbância versus concentração de nitrato em mg/L-N. A curva padrão, a equação da reta e r^2 podem ser visualizadas na figura 9.

Os resultados das análises das águas de poços são apresentados na tabela 3.

| Amostra Padrão | Concentração de Nitrato de Potássio | Concentração de Ácido Clorídrico | Absorbância |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|
| Branco | 0,0 mg/L | 1 mL | 0,000 |
| 1 | 0,5 mg/L | 1 mL | 0,121 |
| 2 | 1,0 mg/L | 1 mL | 0,243 |
| 3 | 1,5 mg/L | 1 mL | 0,360 |
| 4 | 2,0 mg/L | 1 mL | 0,468 |
| 5 | 2,5 mg/L | 1 mL | 0,574 |
| 6 | 3,0 mg/L | 1 mL | 0,682 |

Tabela 2 – Absorbâncias das soluções padrão de nitrato

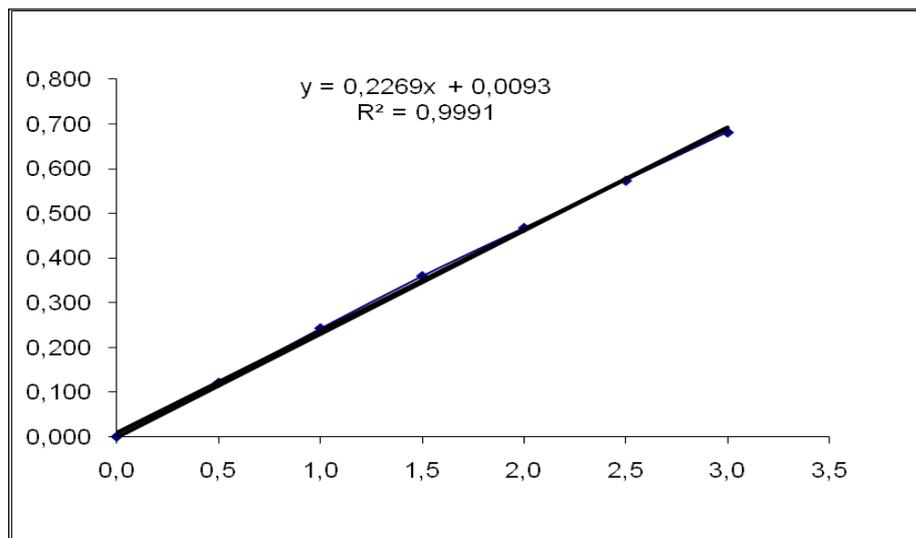


Figura 9 Absorbância das soluções de nitrato de potássio versus concentração em mg/L

| Amostra | Nitrato mg/L em N |
|----------------|--------------------------|
| 1 | 0,11 mg/L |
| 2 | 7,80 mg/L |
| 3 | 0,03 mg/L |
| 4 | 0,90 mg/L |
| 5 | 0,80 mg/L |
| 6 | 0,10 mg/L |
| 7 | 0,80 mg/L |

Tabela 3 – Concentração de Nitrato em amostras de águas de poço

Os pontos de coleta das amostras 1 e 6 são de regiões próximas o que justifica os valores de concentração de nitrato encontrados para esses dois pontos. O mesmo ocorre em relação aos pontos 5 e 7. A amostra 3 foi a que apresentou a menor concentração 0,03 mg/L de nitrato. Essa região é de cultivo de mandioca e abóbora, não sendo totalmente cercada por plantações de cana-de-açúcar. A amostra 4 foi coletada em uma região de atividade agropecuária. O ponto de coleta da amostra que apresentou maior concentração de nitrato (7,80 mg/L) está localizado muito próximo à região urbana de Assis, podendo ser um dos motivos pela alta concentração de nitrato na água. Embora se observe variações entre as concentrações das amostras de diferentes pontos de coleta, todas as amostras apresentaram concentrações de nitrato de acordo com a legislação em vigor, ou seja, inferior a 10 mg/L-N

Segundo Foster e Hirata (1993), o nitrato é o constituinte inorgânico mais problemático, devido a sua ampla distribuição, grande mobilidade em sub-superfície, estabilidade em sistemas aeróbios de águas subterrâneas e risco à saúde humana, principalmente em crianças e em idosos.

O nitrato ocorre naturalmente em águas subterrâneas, mas a sua presença em concentrações elevadas é geralmente resultante da atividade antrópica, dentre elas, se destacam principalmente a aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos e o uso de sistemas de saneamento *in situ*. As substâncias nitrogenadas dos

fertilizantes e dos resíduos orgânicos são transformadas e oxidadas por reações químicas e biológicas e o resultado é a presença de nitrato no solo. Sendo o nitrato extremamente solúvel na água, move-se com facilidade e contamina a água subterrânea (BARBOSA, 2005).

Embora os resultados deste estudo não apontem concentrações de nitrato acima do limite estabelecido pela legislação em vigor, a sua presença nas águas analisadas requer atenção das autoridades em saúde pública e um monitoramento continuado da quantidade de nitrato nas águas destinadas ao consumo humano.

9. CONCLUSÃO

O nitrato é encontrado naturalmente em águas subterrâneas, mas em pequenas quantidades. Os resultados das análises de nitrato em águas de poços localizados nas áreas rurais da região de Assis, mostram uma variação de 0,03 mg/L a 7,8 mg/L, estando de acordo com a legislação em vigor, Portaria 518/2004, do Ministério da Saúde, que estabelece a concentração de 10 mg/L-N.

A avaliação dos níveis de nitrato presentes em águas de poços permite avaliar o grau de concentração decorrente da atividade antrópica da região.

REFERÊNCIAS

ALABURDA, J. & NISHIHARA, L. Presença de composto de nitrogênio em águas de poços. **Rev. Saúde Pública**, v. 32, n. 2, 1998. p.161.

ASSOCIATION, American Public Health; ASSOCIATION. American Water works; Environment Federation. **Standard Methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington, ed 19, 1995.

BARBOSA, Cátia Fernandes. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ**. 2005. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Paraná, 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 518. **Diário Oficial da União**. 26 mar. 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde. Contaminação de água para consumo humano com nitrato. **Parecer técnico**. 2008.

BOCKMAN, Oluf Chr.; GRANLI, Tom; ALONZO, María Cristina. **Nitrates and nitrites**. INCHEM org (Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations). Out – Jan, 1991 – 1992. Disponível em <<http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pimg016.htm>>. Acesso em: 17/10/2011

CAMPOS, Tiago de Sousa; ROHLFS, Daniela Buosi. **Avaliação dos valores de nitrato em águas subterrâneas e sua correlação com atividades antrópicas no município de Águas Lindas de Goiás**. IFAR- Instituto de Estudos Farmacêuticos. Disponível em <<http://www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/V%20MOSTRA%20DE%20PRODUO%20CIENCIA/SAUDE/86.pdf>>. Acesso em 20/04/2011.

CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Alteração de Qualidade da Água e Avaliação de Tendências. In: **BOLETIM TÉCNICO**. CETESB, Qualidade das águas subterrâneas, São Paulo, 2007, 199 p.

COUNCI, The Environmental Literacy. **Nitrogen Cycle**. (last updated on August 7, 2008). Disponível em <<http://www.enviroliteracy.org/article.php/479.html>>. Acesso em : 22/11/2011

FERREIRA, Briner. **A Importância da Água para a Saúde**. Emfoco Saúde. Disponível em <<http://www.brasilclinicas.com.br/artigos/ler.aspx?artigoID=190>>. Acesso em: 27/04/2011.

FOSTER, S.; HIRATA, R. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. In: **BOLETIM**, n. 10 São Paulo: Instituto Geológico, 1993. 92 p.

FREITAS, Marcelo Bessa; BRILHANTE, Ogenis Magno; ALMEIDA, Liz Maria. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, Mai-Jun 2001. p. 653.

GRASSI, Marco Tadeu. As Águas do Planeta Terra. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, ed. Especial, Maio, 2001, 31-40.

JADOSKI, Sidnei Osmar; SAITO, Larissa Romão; PRADO, Cassiane; LOPES, Edina Cristiane; SALES, Luiza S. Resende. Características da lixiviação de nitrato em áreas de agricultura intensiva. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.3, n.1, Jan - Abr, 2010, 193-200.

LEMOS, Alice Machado; NOBLE, Aline Paiva; SEGAT, Hecson Jesser; ALEXANDRE, Isabel Daronco ; PAPPIS, Lauren; NUNES, Letícia Teixeira; NEVES, Louise Vignoles. **Espectroscopia visível e ultravioleta**, Santa Maria – RS. 2009. Trabalho Acadêmico - Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Naturais e Exatas, Rio Grande do Sul, 2009.

PISAST, Painel de informações em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Processo de Revisão da Norma Brasileira de Potabilidade da Água – Portaria MS Nº 518/2004. **BOLETIM INFORMATIVO**. Disponível em <<http://189.28.128.179:8080/pisast/news/processo-de-revisao-da-norma-brasileira-de-potabilidade-da-agua-2013-portaria-ms-no-518-2004>>. Acesso em 30/11/2012.

RESENDE, Álvaro Vilela. Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da água por nitrato. In: **BOLETIM TÉCNICO**. EMBRAPA, Qualidade das águas, Planaltina, 2002, 29 p.

SILVA, Luciana Almeida; MARTINS, Cláudia Rocha; ANDRADE, Jailson Bittencourt. Por Que de Todos os nitratos São solúveis? . **Quím. Nova**, vol.27, n.6, Nov – Dez, 2004, p. 1016-1020.

SCORSAFAVA, M. A.; SOUZA, A.; STOFER, M.; NUNES, C. A.; MILANEZ, T. V. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, 2010, p.229-32

TISSUE, Brian. **Beer-Lambert Law**. CHP - The Chemistry Hypermedia Project. Disponível em <<http://www.files.chem.vt.edu/chem-ed/spec/beerslaw.html>>. Acesso em: 22/11/2011

VARNIER, C.L.; HIRATA, R. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do tietê. **Rev. da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. São Paulo, v. 16, 2002, P.77-82.