



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

NÁGELA MARIA GIANNASI FIAIS

**USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO: UMA REVISÃO DOS
IMPACTOS CAUSADOS.**

**Assis/SP
2020**



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

NÁGELA MARIA GIANNASI FIAIS

**USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO: UMA REVISÃO DOS
IMPACTOS CAUSADOS.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito à obtenção do Certificado de Conclusão.

**Orientando(a):Nágela Maria Giannasi Fiais.
Orientador(a):Marcelo Silva Ferreira.**

**Assis/SP
2020**

FICHA CATALOGRÁFICA

FIAIS, Nágela Maria Giannasi. **Uso da vinhaça na fertirrigação:** Uma revisão dos impactos causados.

/ Nágela Maria Giannasi Fiais. Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA – Assis, ano.

Número de páginas.

1. Nitrato. 2. Vinhaça.

CDD:
Biblioteca da FEMA

USO DA VINHAÇA NA FERTIRRIGAÇÃO: UMA REVISÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS.

NÁGELA MARIA GIANNASI FIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: _____
Me. Prof. Marcelo Silva Ferreira.

Examinador: _____
Me. Prof^a. Elaine Amorim Soares

Assis/SP
2020

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a Deus, que me deu saúde e forças para superar todos os momentos difíceis a que eu me deparei ao longo da minha graduação, a minha mãe, meu pai, minha avó que me vigia lá de cima e meu noivo por serem essenciais na minha vida e a todos os amigos por me incentivarem a ser uma pessoa melhor e não desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A todos os mestres que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional durante a minha vida. Sou grata à minha família pelo apoio e amor que sempre me deram durante toda a minha jornada, e principalmente a meus pais que estiveram comigo, me criaram com muito custo e esforço, me inspiraram a lutar e querer sempre ser melhor. Agradeço ao meu noivo que nos momentos mais difíceis me apoiou a continuar a minha jornada acadêmica, sempre incentivando a me esforçar ao máximo para, junto com ele, construir e melhorar o nosso futuro. Agradeço aos meus amigos que me ajudaram durante minha vida acadêmica e no pessoal, que compartilharam dos inúmeros desafios que enfrentamos, sempre com o espírito guerreiro e colaborativo, com horas mal dormidas, longas horas estudando e quando podíamos celebrando nossa amizade. Agradeço aos funcionários da FEMA que contribuíram direta e indiretamente para a conclusão deste trabalho. E principalmente sou grata a Deus por guiar a minha vida para decisões corretas e me manter disciplinada no caminho correto, por mais árduo e longo que fosse o caminho, ele esteve e sempre estará comigo.

“E quando o cansaço bater, tristeza aflorar, lembre-se que somos você e eu contra o mundo, ao infinito e além. Você tem a capacidade de conquistar o mundo, então vai lá e brilha minha menina”

(Patrícia Aparecida Giannasi Fiais/Mãe)

RESUMO

Uma das consequências do aumento das indústrias de produção de álcool no país, é a alta geração de vinhaça. Com isso, a utilização deste subproduto como fertilizante foi determinada como concreta para o cultivo e colheita tradicional da cana-de-açúcar. Vários trabalhos relatam os bons resultados na produção agrícola, como uma perceptível redução de gastos com a aplicação de fertilizantes. Porém, se adicionada em demasia no solo, acarreta em graves mudanças na planta que será utilizada posteriormente nas usinas e destilarias, resultando em um caldo ruim para a fermentação do álcool. Os recursos hídricos no processo de obtenção do combustível é também uma das maiores preocupações relacionadas a questão ambiental nas indústrias de bioetanol devido ao grau de poluição potencial produzida com o efluente da fermentação. Este trabalho tem por objetivo realizar revisão bibliográfica das consequências ambientais e sanitárias que o uso da vinhaça provoca para a população, e com isso formular sugestões para resolver os problemas causados pela contaminação por nitrato oriundo da vinhaça, em solos e fontes hídricas. Perante a norma técnica P4.231 desde janeiro de 2005 até abril de cada ano consecutivo, as áreas agrícolas que fazem uso da adubação por meio da vinhaça, devem apresentar um plano de aplicação. Os resultados obtidos nas revisões de pesquisas e trabalhos a respeito da vinhaça demonstra que, em relação aos contaminantes em geral, bem como a toxicidade infringida ao solo e águas, varia muito dependendo do tipo de área (terreno) no qual o resíduo é lançado, bem como a qualidade e teor de DBO e DQO presentes nessa vinhaça. Vale também ressaltar que as leis vigentes no tratamento e descarte da vinhaça são bem elaboradas, contudo necessitam de atualizações devido as novas tecnologias agrícolas e também um maior enfoque ao tratamento do nitrato nas áreas rurais.

Palavras-chave: Nitrato. Vinhaça.

ABSTRACT

One of the consequences of the increase in the alcohol production industries in the country, is the high generation of vinasse. Thus, the use of this by-product as a fertilizer was determined to be concrete for the traditional cultivation and harvesting of sugarcane. Several works report the good results in agricultural production, as a noticeable reduction in expenses with the application of fertigation. However, if added to the soil too much, it causes serious changes in the plant that will be used later in the plants and distilleries, resulting in a bad broth for alcohol fermentation. The water resources in the process of obtaining the fuel is also one of the biggest concerns related to the environmental issue in the bioethanol industries due to the degree of potential pollution produced with the fermentation effluent. This work aims to carry out a bibliographic review of the environmental and health consequences that the use of vinasse causes for the population, and with that to formulate suggestions to solve the problems caused by nitrate contamination from vinasse, in soils and water sources. In view of technical standard P4.231 from January 2005 to April of each consecutive year, agricultural areas that use fertilization through vinasse, must present an application plan. The results obtained in the reviews of research and studies on vinasse demonstrate that, in relation to contaminants in general, as well as the toxicity inflicted on the soil and water, it varies a lot depending on the type of area (land) in which the waste is released, as well as the quality and content of BOD and COD present in this vinasse. It is also worth mentioning that the laws in force in the treatment and disposal of vinasse are well prepared, however they need updates due to new agricultural technologies and also a greater focus on the treatment of nitrate in rural areas.

Keywords: Nitrate. Vinasse.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
2.VINHAÇA	15
2.1.A PRESENÇA DE NITRATO NA COMPOSIÇÃO DA VINHAÇA.....	17
3.O NITRATO NO SOLO.....	19
3.1.RISCOS PROVINIENTES DO NITRATO.....	21
3.1.1.Atuação do nitrato nos solos, águas e plantas.....	22
4.AMOSTRAGEM DE NITRATO EM SOLOS E ÁGUA	24
4.1.AMOSTRAGEM DO SOLO NO CAMPO.....	24
4.2.AMOSTRAGEM DE ÁGUAS DE POÇOS	28
4.2.1.Purga	28
4.2.2.Coleta das amostras	29
4.2.3.Tipos de amostra	30
4.3.ENSAIOS ANALÍTICOS DE NITRATO EM ÁGUAS E SOLOS	30
4.3.1.Método do ácido cromotrópico	30
4.3.2.Método do ultravioleta.....	31
4.3.3.Método de Griess.....	31
4.3.4.Método de Kjeldah	31
5.LEIS SOBRE A APLICAÇÃO DA VINHAÇA AO SOLO E MÉTODOS DE CONTROLE E VERIFICAÇÃO DO VOLUME LANÇADO NO SOLO.	32
6.LEGISLAÇÃO DIANTE DA CONSTRUÇÃO, REGULAMENTAÇÃO E COBERTURA DE POÇOS EM RELAÇÃO A PRESENÇA DE NITRATO E NITRITO NAS FONTES HIDRICAS.	37
6.1.CONSTRUÇÃO DE POÇOS	37

6.1.1.Regulamentação	37
6.1.2.Novos poços	37
7.INCIDÊNCIA DE NITRATO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SOLOS...	39
8.CONSCIENTIZAÇÃO DA REUTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS NO ENSINO MÉDIO.	42
8.1.MATERIAIS	43
8.1.1.Vidrarias e utensílios.....	43
8.1.2.Reagentes e amostras.....	43
8.2.METODOLOGIA.....	43
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
10. REFERÊNCIAS.....	47

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Componentes da vinhaça não concentrada.....	17
Figura 2 Demonstração do ciclo do nitrogênio no solo	20
Figura 3 Divisão das áreas de amostragem conforme as diferenças no terreno (para cada gleba devem ser coletadas amostras separadas)	25
Figura 4 Procedimentos de amostragem do solo, utilizando-se diferentes equipamentos.	25
Figura 5 Sequência de operações na coleta de amostra de solo, utilizando-se enxadão e pá reta (pé-de-corte)	26
Figura 6 Fichas padrão de classificação do solo	26
Figura 7 Sequência de capítulos que compõem o documento a ser apresentado para a CETESB	33
Figura 8 Orientação para a elaboração de um Estudo de Análise de Risco para empreendimentos pontuais.....	34
Figura 9 Orientação para a elaboração de um estudo de análise de risco para dutos	34
Figura 10 Formulação de duas hipóteses acidentais devido à mudança na direção do traçado do duto	35
Figura 11 Representação do risco individual por meio dos contornos de isorrisco.....	36

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação[1] Lixiviação do nitrogênio em solo.....	19
Equação [2] Cálculo para determinar a quantidade limite de vinhaça aplicável no solo	32

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar se encontra em solo nacional a mais de 500 anos, tendo por volta dos últimos 30 anos, um avanço muito grande, deixando de ser apenas uma fonte de alimentos, mas também um biocombustível. Atualmente as indústrias sucroalcooleiras bem como as destilarias estão entrando também no universo da agro energia, trazendo com elas um novo conceito de energia limpa e renovável (LORENCINI, 2009).

Uma das consequências devido ao aumento das indústrias sucroalcooleiras no país, é a geração de vinhaça, uma vez que de um litro de etanol produzido é obtido aproximadamente doze litros de vinhaça. Com isso a utilização deste subproduto como fertilizante é concreta no cultivo e colheita tradicional da cana-de-açúcar. A irrigação da vinhaça no processo de fertirrigação do canavial é uma prática muito utilizada entre as indústrias sucroalcooleiras e destilarias no Brasil (SILVA; BONO; PEREIRA, 2014).

Vários trabalhos comentam os bons resultados na produção agrícola, como uma perceptível redução de gastos com a aplicação de fertilizantes. Freire & Cortez (2000) mencionam que a vinhaça traz ótimos benefícios biológicos, físicos e químicos ao solo, apresentando uma maior produção da cana-de-açúcar. Porém, se adicionada em demasia ao solo, acarreta em graves mudanças na planta que será utilizada posteriormente nas usinas e destilarias, resultando em um caldo ruim para a fermentação do álcool.

Os recursos hídricos no processo de obtenção de energia é a uma das maiores preocupações relacionadas à questão ambiental nas indústrias de bioetanol, devido ao grau de poluição potencial produzida como resíduo, efluente da fermentação (BERNDES, 2008). Deve-se também levar em consideração que este resíduo apresenta uma grande concentração de DBO (carga orgânica) podendo resultar em grandes prejuízos ao meio ambiente, ainda mais se não distribuído corretamente quando colocado em contato com os recursos hídricos (UNEP, 2011).

A quantidade necessária de nitrogênio hoje em meios agrícolas tem sido suprida por fertilizantes de natureza química e orgânica como também pela manutenção biológica (MAIA; CANTARUTTI, 2004). Ao utilizar-se de uma fertilização com nitrogênio de forma inadequada ocorre vários e sérios problemas ao meio ambiente, desde disfunção dos recursos fundamentais as culturas irrigadas com vinhaça causando um encarecimento na

produção agrícola como várias crises ecológicas, tais como a poluição de águas subterrâneas e de águas para o consumo humano, bem como também as águas marítimas (MAIA; CANTARUTTI, 2004).

Levando em consideração o risco de contaminação de água potável tanto aos centros urbanos, como nas áreas rurais, devemos ressaltar as diversas doenças provenientes do consumo em altas doses de nitratos e nitritos tais como: metahemoglobina em crianças, disfunções na tireoide entre outros (BIGUELINI; GUMY, 2012).

Vale salientar também que a contaminação dos solos e dos recursos hídricos é uma das mais serias problemática do manejo de cultura da atualidade (RAMBO et al., 2004).

Este trabalho tem por objetivo realizar revisão bibliográfica das consequências ambientais e sanitárias que o uso da vinhaça provoca para a população, e com isso formular sugestões para resolver os problemas causados pela contaminação por nitrato oriundo da vinhaça, em solos e fontes hídricas.

2. VINHAÇA

A vinhaça é um subproduto oriundo da fermentação e destilação do caldo proveniente da cana-de-açúcar. Esse resíduo industrial, apresenta características próprias, porque embora a produção de álcool seja bem difundida em diversos países no mundo, estes não fazem uso dos mesmos recursos vegetais para a produção do produto final principal (etanol), um exemplo disso é o fato de que na América do Sul devido ao clima, utilizamos a cana-de-açúcar, enquanto na Europa como um todo se utiliza a beterraba, para tal produção. O coeficiente de sódio presente na vinhaça de beterraba é maior do que a de cana-de-açúcar, o que nos remete a lembrar que altas porções desse íon, não são desejáveis nos solos e plantas, uma vez que está pode causar riscos ao meio ambiente (GEMTOS et al., 1999).

Ela é dada como um dejetos industrial proveniente da destilação, ela é rica em sua capacidade realizar adubação do solo, porém seu nível de toxicidade chega ser 100 vezes mais poluente que o esgoto urbano, devido aos elevados índices de matéria orgânica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH ácido, alta corrosividade, entre outras diversas situações e condições da vinhaça, isso acaba por torna-lá um risco aos animais e florestas seja elas de escala macro ou micro, como também afeta profundamente a microflora de rios, lagos (água doce), e espanta animais marinhos em período reprodutivo das costas nacionais (FREIRE & CORTEZ, 2000).

Rosseto, 1987 afirma que o subproduto da produção de etanol (vinhaça) tem em sua composição cátions, matéria orgânica e alguns ácidos orgânico, tendo sua fonte nutritiva correlacionada ao mosto no qual tem origem (melaço, cana-de-açúcar ou melaço composto).

A vinhaça é o subproduto que mais polui nas indústrias sucroalcooleiras, tendo seu DBO por volta de 20.000 a 35.000 mg L⁻¹. A cada litro de álcool produzido são jogados em média 10 a 18 litros de vinhaça, esse valor depende muito da qualidade dos equipamentos presentes no processo de destilação, outra informação que devemos levantar é que este subproduto (vinhaça) sai da indústria em temperaturas em torno de 85 a 90 °C (ROSSETTO, 1987).

As atuais pesquisas voltadas a vinhaça focam, geralmente, nos efeitos do pH, análises físico-químicas, e como ela afeta o plantio da cana (LYRA, 2003)

2.1. A PRESENÇA DE NITRATO NA COMPOSIÇÃO DA VINHAÇA

Cunha et al (1981) mencionam que a presença de nitrogênio no solo é dada por uma irrigação orgânica (vinhaça) complexa, por causa de suas demandas bioquímicas. O nitrogênio se desenvolve no solo de forma orgânica enquanto isso, as reações biológicas de mineralização são as primeiras a ocorrerem.

Devido ao fato citado anteriormente, e também a pouca interação de carbono e nitrogênio, o N parado pode acabar em tendo uma maior mineralização, porém a união de materiais orgânicos e a vinhaça podem ocasionar um aumento na salinidade do solo, a quantidade de matéria orgânica e a presença de nitrogênio total (Mandejón et al. 2001).

A figura 1 mostra a composição da vinhaça:

Características da Vinhaça			
Parâmetro	Melaço	Caldo	Misto
pH	4,2 - 5,0	3,7 - 4,6	4,4 - 4,6
Temperatura [°C]	80 - 100	80 - 100	80 - 100
DBO [mg O ₂ /l]	25.000	6.000 - 16.500	19.100
DQO [mg O/l]	65.000	15.000 - 33.000	45.000
Sólidos Totais [mg/l]	81.500	23.700	52.700
Sólidos Voláteis [mg/l]	60.000	20.000	40.000
Nitrogênio [mg/l]	450 - 1.600	150 - 700	480 - 710
Fósforo [mg/l]	100 - 290	10 - 210	9 - 200
Potássio [mg/l]	3.740 - 7830	1.200 - 2.100	3.340 - 4.600
Cálcio [mg/l]	450 - 5.180	130 - 1.540	1.330 - 4.570
Magnésio [mg/l]	420 - 1.520	200 - 490	580 - 700
Sulfato [mg/l]	6.400	600 - 760	3.700 - 3.730
Carbono [mg/l]	11.200 - 22.900	5.700 - 13.400	8.700 - 12.100

Figura 1 Componentes da vinhaça não concentrada. In: <<https://www.piracicabaengenharia.com.br/vinhaca-principais-tecnicas-de-utilizacao/>>. Acesso em: 13/10/20

Como é possível observar na figura a cima as características da vinhaça mudam de acordo com o tipo de caldo utilizado para o preparo do mosto a ser utilizado na destilaria, aqui temos o exemplo de três tipos de soluções com altos teores de açúcar, o melaço mais água,

o caldo de cana de açúcar puro e por fim o caldo misto que no caso seria a união das duas soluções anteriormente citadas (caldo de cana-de-açúcar mais melaço) (ALMEIDA,2015).

De acordo com a figura, o melaço apresenta concentrações de 450 até 1.600 mg/L de nitrogênio em sua composição, enquanto o caldo com teores que variam de 150 a 700 mg/L, e por fim o caldo misto que pode chegar a concentrações de 480 a 710 mg/L (ALMEIDA,2015).

3. O NITRATO NO SOLO

O nitrato não consegue ser fixado em solos com muitas cargas químicas negativas, uma vez que o nitrato é um ânion, isso o dá um grande potencial para lixiviação, trazendo altas taxas de poluição as águas no subsolo (HOCHMUTH, 1999).

Newbould (1989) relatou em suas pesquisas que desde a década de 80 o uso de fertilizantes nitrogenados já se encontra em escala mundial de uso.

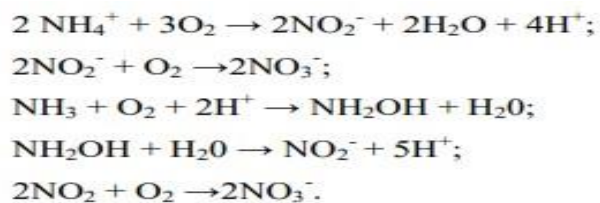
Para evitar problemas com o nitrato, algumas medidas devem ser tomadas quanto ao seu uso, controlando e verificando sempre os teores de nitrogênio e os volumes de fertilizante orgânico (vinhaça) em solo (CETESB,2013).

Os subelementos provenientes da amônia se colocados diretamente no solo sofrerão de forma rápida sua dissolução no solo. Essa alta solubilidade e pouca afinidade com a parte central do solo facilitam que o mesmo acompanhe a água em sua rota para irrigação do solo, com isso a junto a gravidade, o nitrato consegue chegar a níveis mais profundos, poluindo assim os lençóis freáticos (STIPP; ABDALLA; SILVEIRA, 1998)

Exner et al. (1991) observaram a profundidade da mobilização do nitrato em solo em comparação as quantidades dele aplicados no solo, constatando que 95% do nitrato foi lixiviado para baixo do limite radicular da cultura, levando em consideração que os volumes médios são de 34 a 70 L⁻¹ de nitrato.

Em países Europeus e nos Estados Unidos, concentrações acima de 50 L⁻¹ já determina o solo como potencialmente poluído (VANCLOOSER; VIAENE; CHRISTIAENS, 1994).

A equação [1] apresenta a lixiviação de amônia bem como seu ciclo no solo:



Equação[1] Lixiviação do nitrogênio em solo. In:

<https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2020/01/boletim_ig_nitrato.pdf>

O processo de lixiviação do nitrogênio pode ocorrer de duas formas acima apresentadas. Em primeiro, a molécula de amônio reage com o oxigênio, produzindo nitrito, água e hidrogênio, em sequência o nitrito interage novamente com o oxigênio formando assim nitrato (VANIER et al., 2019).

Em segundo, a amônia interage com oxigênio e hidrogênio, formando hidroxilamina e água, a hidroxilamina reage novamente com a água formando nitrito e hidrogênio, o nitrito produzido reage com o oxigênio formando por fim o nitrato (VANIER et al., 2019).

A figura 2 mostra o ciclo do nitrogênio:

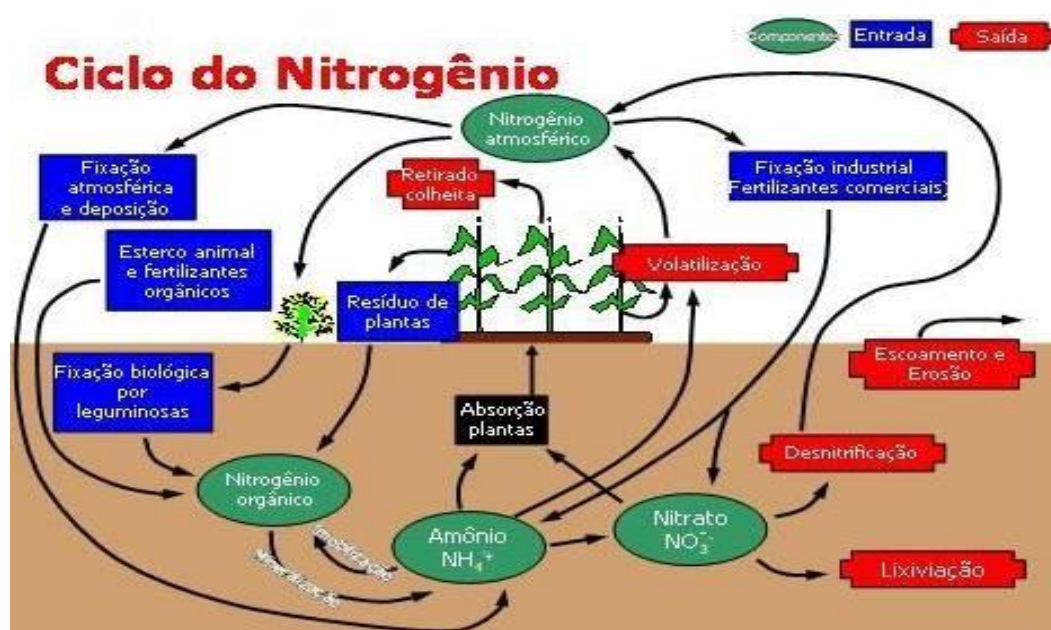


Figura 2 Demonstração do ciclo do nitrogênio no solo.
In:<https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/nitrogenio_361444.html>

O nitrogênio passa por volta de oito processos na natureza, entre eles estão a fixação, mineralização, adsorção, nitrificação, desnitrificação, assimilação, volatilização e por fim anammox (VANIER et al., 2019).

A fixação ocorre quando o nitrogênio gasoso proveniente da atmosfera é transformado em amônia incorporado as plantas, pode ocorrer de forma biológica, devido a presença de algas ou bactérias, industrial e também pelos raios solares. Na mineralização o nitrogênio sobre reações microbiológicas, sendo assim transformado em aminoácidos e em amônio, é mencionado que em torno de 95 % do nitrogênio no solo se encontra na forma orgânica, tornando-o insolúvel (BERNICE, A. M., 2010).

A adsorção é a fixação da amônia por meio de trocas iônicas com os argilominerais do solo. Na nitrificação a amônia é transformada em nitrato e em seguida em nitrito através da ação de bactérias em meio aeróbio. Já a desnitrificação acontece em meio anaeróbio, também pela ação de bactérias, porém nessa fase o nitrato é convertido em nitrito, depois em óxido nitroso e nitrogênio molecular (BERNICE, A. M., 2010)

A assimilação é o processo oposto a etapa de mineralização, ele converte o amônio em nitrato, proteína e biomassas, a volatilização é a evaporação da amônia que se encontra no solo para a atmosfera e por fim na anammox ocorre a oxidação anaeróbia da amônia transformando em nitrogênio molecular quando presente em nitrato e nitrito, isso ocorre pela ação de alguns gêneros específicos de bactérias (VANIER et al., 2019)

3.1. RISCOS PROVINIENTES DO NITRATO

O surgimento de algas e demais microfloras aquáticas em águas doces e marítimas tem como principal fonte os íons de nitrato. Estes íons estão diretamente ligados a perda da qualidade da água potável disponível a população, como também a morte de dezenas de peixes devida a pouca disponibilidade de O_2 podendo ser fonte poluidora dos lençóis freáticos (MACEDO; SIPÁUBA-TAVARES, 2005)

Muchovej e Rechigl (1995) apontam que águas com coeficientes de N nítrico superiores a 3 mg L^{-1} são constatadas como poluídas, com isso o custo de extração de NO_3^- torna-se custosa em demasia. Diante dos perigos apresentados, o valor máximo de nitrato em meio a água não pode ultrapassar 10 mg L^{-1} de N nítrico conforme as normas pré-estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente e pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2001). Agência Ambiental dos Estados Unidos – USEPA também adotou essas normativas.

Dados apresentados por Muñoz-Carpena et al. (2002) e Chowdary et al. (2005) mostram que existem áreas nas quais o coeficiente de $N^- NO_3^-$ superam valores de aproximadamente 200 mg L^{-1} .

A dissolução desses elementos por parte de áreas rurais tem se tornado um grave problema a saúde da população de modo geral, quando os valores de concentração ultrapassam de 10 mg L^{-1} em águas no subsolo. A população infantil na faixa dos 6 meses de vida, tem a possibilidade de desenvolver excesso de hemoglobinas oxidadas (metahemoglobina) o que

acaba por deixar as pessoas portadoras desta síndrome com uma redução do oxigênio no sangue. Uma das principais características dessa doença é o surgimento de área azuladas na pele da criança, principalmente em volta da boca e olhos, devido ao o sufocamento com a pouca disponibilidade oxigênio no sangue do bebê, por isso esta enfermidade tem o nome popular de “bebê azul”. Existem relatos de óbitos por causa dessa doença a partir do momento em que cerca 70% da hemoglobina é convertida (FENG et al., 2005) e (ZUBLENA et al., 2001).

Segundo Galaviz-Villa et al. (2010) em relação a doenças decorrentes da poluição das fontes hídricas nitrato e nitrito, temos também desenvolvimentos anormais da tireoide, bem como o desenvolvimento de câncer devido ao aumento nitrosaminas no organismo, além claro de problemas respiratórios voltados ao transporte de oxigênio.

Já na flora comenta que a presença de nitrogênio em demasia na fertirrigação traz problemas na agricultura, como a qualidade do produto final (fruto por exemplo, até pouca resistência a mudanças abruptas no tempo (geadas) e ainda também degrada a camada de ozônio o que altamente contribui para o efeito estufa (GALAVIZ, 2010).

3.1.1. Atuação do nitrato nos solos, águas e plantas.

Segundo Spitz & Moreno (1996) o que mais determina a lixiviação de nitrato são as chuvas, concentrações de fertirrigações, forma do manejo da cultura, metodologia de drenagem e temperatura. O ser humano não tem a capacidade de controlar de forma total sistema agrícola e o seu rendimento em produção devido a diversos problemas ou imprevistos naturais (pragas resistentes, mudanças abruptas do clima, entre outros) porém, ainda sim existem algumas organizações de boas práticas por parte dos agricultores em geral que, se feita com cuidado e pesquisa (análises físicas, químicas e biológicas do solo), não somente terá um solo bem nutrido, como também diminuirá os níveis de poluição através do N.

Correa et al. (2006) e Phillips & Burton (2005) afirmam que com grande disponibilidade hídrica, a degradação dos íons se torna superior em solos arenosos, por causa da pouca

matéria orgânica presente, com isso não fixando o nitrato, que quando “solto” passa por uma lixiviação chegando até aos subsolos.

Andrade et al. (2009) observaram que em áreas fertirrigadas, a dissolução de nitrato, teve seu aumento pelas práticas agrícolas extremas, disponibilidade hídrica alta no processo de irrigação e por fim características físicas destes solos. A predominância de argilas com carga positiva nos solos, a possibilidade de fixação de nitrato é praticamente inexistente. Porém solos com variações de suas cargas minerais tem uma boa retenção de nitrato (DAVIS et al., 2000).

No que diz respeito aos solos tropicais Dynia (2000) analisou o alto deslocamento realizado pelo nitrato, chegando a concentrar íons entre 220 e 460 cm de funduras, com solos de potencial argiloso, ocorre uma variação entre 340 e 600 cm, em solos arenosos o que determina existência deste no solo, são os locais inferiores, da área da área da raiz em boa parte dos cultivos.

4. AMOSTRAGEM DE NITRATO EM SOLOS E ÁGUA

Essa metodologia foi empregada e padronizada pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para determinação de nitrato e amônio presente em diversos solos. (EMBRAPA, 2010)

4.1. AMOSTRAGEM DO SOLO NO CAMPO

O primeiro passo na amostragem é a divisão da área em que se quer caracterizar em partes menores ou glebas que sejam uniformes. Quanto mais dividida for a área, melhor será a representatividade da amostragem. Se o local de pesquisa apresenta um espaço muito amplo a tendência é que se obtenha uma divisão em muitas glebas, para tanto, o ideal é coletar algumas glebas homogêneas reduzindo a quantidade de amostras unindo áreas que são desuniformes. Geralmente, as amostras são classificadas de acordo com suas características físicas ou de uso: área arenosa, área argilosa, alto da encosta, meio ou baixada, cor da terra, cultura ou vegetação existente ou anterior; e, até mesmo, devido aos tratamentos que já recebeu, como calagem e adubação (COELHO, 2006).

A amostragem pode ser feita com enxadão, pá reta ou algum tipo de trado. Onde ocorrer a coleta, o solo deve ser sempre limpo na superfície, afastando os detritos não decompostos, como pau, pedaços de palha ou outros materiais (COELHO, 2006).

A figura 3 mostra algumas etapas da extração e as formas corretas de catalogar a amostra:



Figura 3 Divisão das áreas de amostragem conforme as diferenças no terreno (para cada gleba devem ser coletadas amostras separadas). In: <<http://www.ufac.br/site/ufac/prograd/educacao-tutorial/grupos-pet/pet-agronomia-1/apoio-didatico/quimica-e-ferlidade-do-solo/unidade-7-amostragem-de-solos>>

A figura 4 mostra os procedimentos de amostragem do solo, utilizando-se diferentes equipamentos.

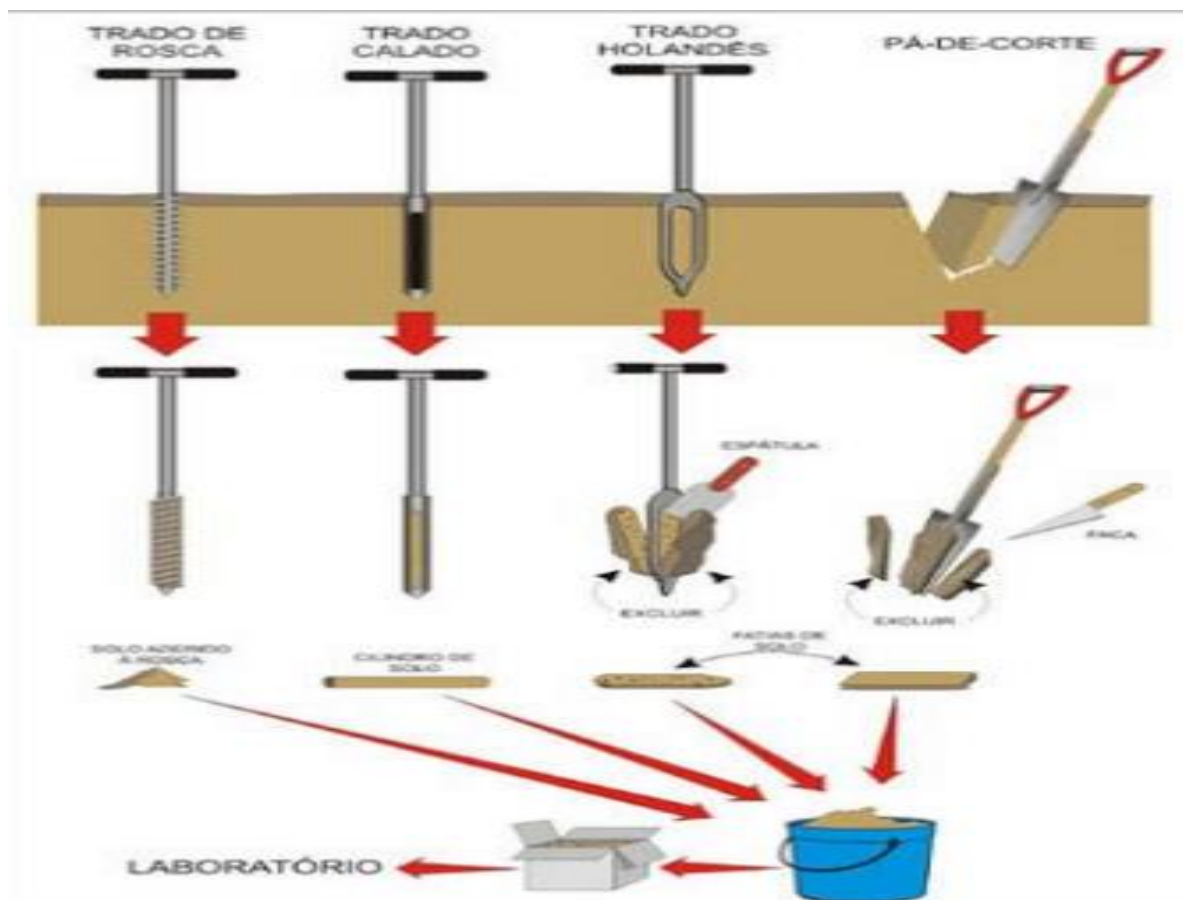


Figura 4 Procedimentos de amostragem do solo, utilizando-se diferentes equipamentos. In: <<http://www.ufac.br/site/ufac/prograd/educacao-tutorial/grupos-pet/pet-agronomia-1/apoio-didatico/quimica-e-ferlidade-do-solo/unidade-7-amostragem-de-solos>> Acesso em: 13/10/20

A figura 5 mostra a sequência de operações na coleta de amostra de solo, utilizando-se enxadão e pá reta (pé-de-corte).

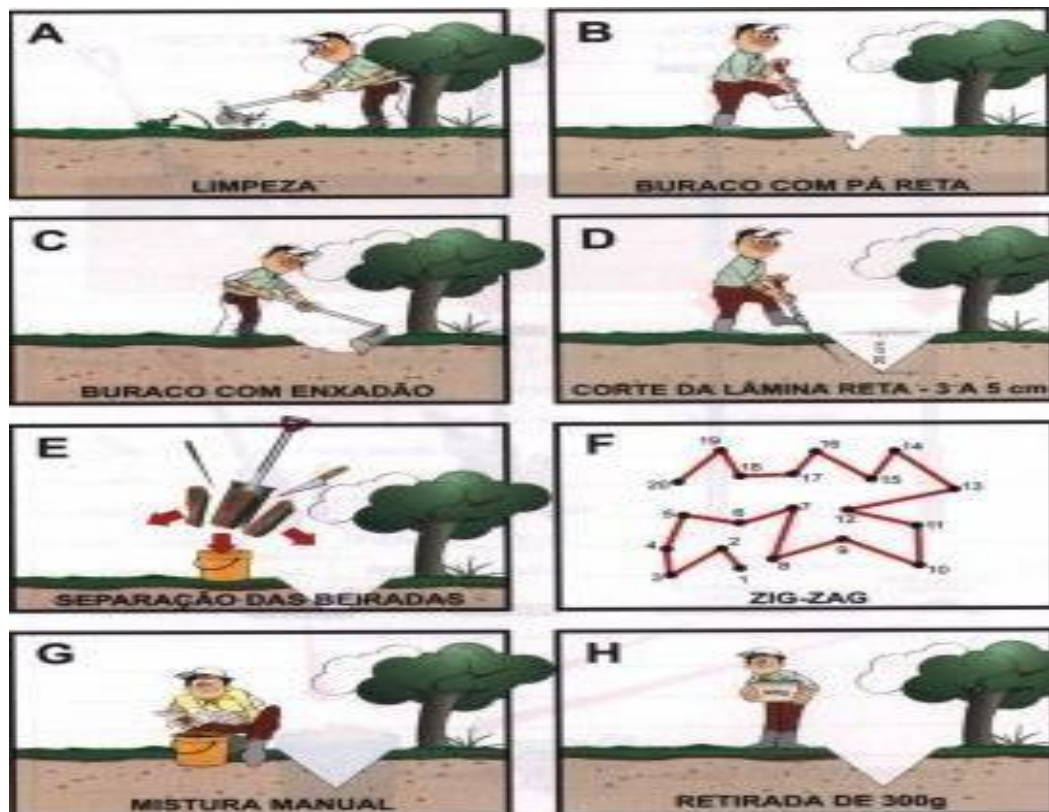


Figura 5 Sequência de operações na coleta de amostra de solo, utilizando-se enxadão e pá reta (pé-de-corte). In: <<http://www.ufac.br/site/ufac/prograd/educacao-tutorial/grupos-pet/pet-agronomia-1/apoio-didatico/quimica-e-ferilidade-do-solo/unidade-7-amostragem-de-solos>> Acesso em: 13/10/20

Para que se tenha uma boa amostragem, devem ser coletadas amostras em no mínimo 20 pontos diferentes, fazendo o caminho de ziguezague como demonstrado anteriormente, em cada gleba ou talão homogêneo (ARRUDA; MOREIRA; REENDE, 2014).

Com uma homogeneização bem-feita das amostras coletadas obtemos uma amostra composta, dessa pegamos uma alíquota de aproximadamente de 300 gramas em saco plástico limpo, junto com a etiqueta de informações, como mostrada na figura 6:

Amostra nº: _____	Data: ____/____/____
Identificação da amostra: _____	
Nome do Produtor: _____	
Nome da Propriedade: _____	
Endereço: _____	UF: _____ CEP: _____
Município: _____	
Remetente: _____	
Endereço: _____	
Município: _____	
Cultura a ser adubada: _____	
Área a ser amostrada (em ha): _____	
Vegetação original: () campo () cerrado () mata	
Topografia da área amostrada: () baixada () meia encosta	
() chapada () mal drenada () bem drenada	
Há quanto tempo a área vem sendo usada: _____ anos	
Cultivo anterior: _____	
Foi adubada? () sim () não Quantidade: _____ t/ha	
Outras informações que julgar importante: _____	

Amostra nº: _____
Proprietário: _____
Propriedade: _____
Município: _____
UF: _____

Figura 6 Fichas padrão de classificação do solo. In: <<https://blog.agromove.com.br/amostragem-de-solo-productividade-da-sua-lavoura/>> Acesso em: 13/10/20

Quanto a profundidade da coleta das amostras devemos levar em consideração várias variantes, em relação aos tipos de cultivo anuais (ARRUDA; MOREIRA; REENDE, 2014).

Com isso as culturas anuais com cultivo convencional, culturas perenes, pastagens, sistema de cultura anual com plantio direto adubado em linha a profundidade deve chegar de 0 a 20 cm de coleta (isso tudo em um terreno com cultura com menos de 6 vezes plantada de forma direta em solo e adubado em linha), quando ultrapassam o limite da 6ª plantação a coleta deve ser realizada entre as profundidades de 0 a 10 cm, isso também vale para campos naturais com revolvimento do solo (ARRUDA; MOREIRA; REENDE, 2014).

Importante ressaltar que culturas anuais em sistema direto, as amostras devem ser coletadas com pá-de-corte, em uma faixa 3 a 5 cm, de forma transversal até o ponto desejado, desse modo como as amostras são coletadas de faixa no solo, é recomendado pegar de 8 a 10 amostras simples para uma amostra composta (ARRUDA; MOREIRA; REENDE, 2014).

Todo cuidado deve ser administrado na hora de escolher o local da extração da amostra, sempre levando em consideração que não se deve coletar amostras próximas a casas, voçorocas, formigueiros, caminho de pedestres ou até mesmo brejos, jamais utilizar recipiente sujo para armazenar amostra, uma vez que o solo tem um alto índice de facilidade de ser contaminado (MAPA, 2008).

O período de entrega das amostras e sua coleta varia muito, porém o ideal é lavar as amostras no início do período de seca e com boa antecedência ao plantio, pois o solo ainda terá umidade, em casos de cultura perene a coleta deve ser feita em logo após a colheita. Essas análises devem ser repetidas de 1 a 4 anos (MAPA, 2008).

4.2. AMOSTRAGEM DE ÁGUAS DE POÇOS

As amostras de águas de poços devem ser armazenadas em frascos plásticos limpos, secos e devidamente identificados, contendo local, data coleta, responsável e não ocorrência de chuva nas últimas 24 horas. As amostras devem ser coletadas utilizando um balde de inox devidamente limpo e seco, sempre realizando a ambientação do balde ao coletar cada amostra (coletar um determinado volume, homogeneizar no balde e desprezá-la, coletar com o balde agora ambientado, uma segunda amostra e armazenar no frasco limpo) (EMBRAPA, 2010).

4.2.1. Purga

Em águas paradas a muito tempo em um determinado poço, necessitam da retirada de água correspondente a no mínimo três vezes o volume de dentro da obra de captação, ou seja, poço tubular ou poços de monitoramento. Em países como os Estados Unidos por exemplo, a metodologia afirma que é necessário realizar o esgotamento do poço por aproximadamente 20 minutos, no Brasil é aplicado o método de esgotamento por volta de 2 a 3 minutos e com isso realizar a coleta da amostra (CETESB, 2016).

Em caso de poço de monitoramento, a purga pode ser feita, por meio de bombeamento, manual, ou utilizando *bailer*, quando isso acontece a amostra é coletado um dia após a purga para que o poço consiga se recuperar. Os poços com condutividade baixa de água não podem realizar a purga pois, o procedimento pode acabar secando o poço por completo, alterando o fluxo da água da água e no pré-filtro, que passa a ser turbulento (CETESB, 2016).

Se for utilizado o *bailer* nesses locais para realizar a purga a tendência é que a aeração e a turbidez da água aumentem em relação a concentração de sedimentos. Ainda existe o problema de quando a amostra turva é acidificada, os íons metálicos, que inicialmente estavam adsorvidos, serão liberados, causando uma elevação da concentração de metais na amostra, tornando-a não representativa e ainda possivelmente o procedimento levará a perdas de substâncias voláteis (CETESB, 2016).

Com isso foi elaborado o método de coleta de purga mínima onde é retirado a menor quantidade de água possível, em torno de aproximadamente 1 L de água por minuto no início da coleta. A vantagem deste método é redução do volume de água da purga, a

desvantagem e a demora do procedimento, que pode levar horas até a estabilidade da fonte hídrica (CETESB, 2016).

Segundo o método estudado, para se obter uma amostragem com boa repetitividade e coesão dos resultados seriam necessários a coletas de aproximadamente 20 a 30 amostras. (EMBRAPA, 2010).

4.2.2. Coleta das amostras

Antes de ser iniciado a coleta das amostras algumas medidas de verificação devem ser tomadas. No que diz respeito aos frascos e outros materiais utilizados para a coleta das amostras, devem estar completamente limpos e com apenas as preservações recomendadas para cada tipo de amostra, verificando sempre a qualidade dos frascos (se não existe rachaduras no interior e nas extremidades) e a validade dos reagentes utilizados. (CETESB, 2012).

A esterilização dos frascos é vital no processo de coleta das amostras, por isso deve-se tomar todo o cuidado possível para que não ocorra o toque de mão, queda de pó ou cinzas, dentre outros resíduos, dentro e fora deste material. Durante a coleta, realizar a ambientação do frasco com a amostra, incluindo também os materiais utilizados para coletar as amostras, evitando ainda mais a contaminação. Em relação ao aspecto visual da amostra atentar-se a presença de partículas grandes em meio a amostra, garantindo a não presença de folhas, galhos, insetos, ou qualquer material que possa cair de modo acidental no frasco (CETESB, 2012).

Ainda de acordo com a Cetesb, 2012, para melhor amostragem e garantia de possível repetitividade do ensaio o ideal é coletar um bom volume de amostra (no mínimo 250 mL de água) e realizar todas as análises de imediato ensaio no campo em alíquotas, evitando novamente a perda das amostras por contaminação. Após a coleta das amostras abrigá-las da luz solar, e coloca-las em caixas térmicas com gelo (o ideal é em torno de 4°C). Por fim e não menos importante caracterizar as amostras com o nome dos técnicos responsáveis pela amostra, o número de identificação da amostra, identificação do ponto de amostragem, data e hora da coleta, natureza da amostra (água tratada, nascente, poço freático, poço profundo, represa, rio, lago, efluente industrial, água salobra, água salina, entre outros), tipo de amostra e os resultados obtidos das medidas tiradas no campo (pH,

condutividade, OD, transparência, coloração visual, vazão e leitura de régua) (CETESB, 2012).

4.2.3. Tipos de amostra

As amostras utilizadas nos ensaios podem ser de modo geral de 3 tipos, amostras simples, compostas ou então, integradas. Quando nos referimos a amostras simples, são aquelas coletadas de forma única, em um tempo específico, geralmente são destinadas a ensaios em campo ou a análises simples. A quantidade desta amostra irá depender de quais parâmetros se deseja obter (BRASIL, 2004).

Amostras compostas são a união de várias amostras pontuais/simples coletadas ao longo de um certo período, essas amostras são homogeneizadas e transformadas em uma única amostra esse método é adotado para reduzir as quantidades de amostras a serem analisadas, principalmente quando há uma variação elevada da vazão da água (BRASIL, 2004).

Por fim, as amostras integrais vão ocorrer em locais onde é possível coletar as amostras de modo mais simultâneo possível em pequenas porções para depois ser transformada em uma única amostra (BRASIL, 2004).

4.3. ENSAIOS ANALÍTICOS DE NITRATO EM ÁGUAS E SOLOS

Quando se trata de determinação de nitrato em águas os métodos são variados, segundo Queiroz, 2015 pode-se ser utilizado os métodos de ácido cromotrópico, ultravioleta, método de Griess. O método de destilação de nitrogênio (método de Kjeldah) de acordo com a Embrapa, 2010 pode ser utilizado para ambos os tipos de amostra.

4.3.1. Método do ácido cromotrópico

Para este método o sal dissódico de ácido cromotrópico deve reagir com o ácido sulfúrico e com nitrato para a mudança da coloração da solução, está por sua vez se enquadra na faixa de 440nm. A nitração do anel dissulfônico depende do teor de nitrato e dos reagentes utilizados, a metodologia recomenda concentrações próximas a 70% devido a presença de nitrito (QUEIROZ,2015)

4.3.2. Método do ultravioleta

Para esta análise o equipamento (espectrofotômetro) precisa ser calibrado com os padrões de nitrato, ácido sulfúrico, nitrito e cloreto no comprimento de onda de 220 nm (QUEIROZ,2015).

O nitrato se enquadra na faixa de 200 nm até no máximo 240 nm, isso está relacionado a concentração de nitrato presente na amostra, pode ocorrer a presença de nitrito na leitura uma vez que ele também entra na faixa de 220 nm, a diferença entre eles é que o nitrito tem uma banda mais fina e não tão intensa quanto a do nitrato (QUEIROZ,2015).

4.3.3. Método de Griess

O método aqui apresentado é utilizado para estabelecer teores de nitrito, contudo, se realizado a redução do nitrito em uma coluna de Cádmio, é concreto e possível a quantificação de nitrato na mesma amostra. Isso irá ocorrer quando o nitrito reagir com as aminas aromáticas primárias, e com isso, formar o sal diazônio, em sequência aconselhasse a acrescentar um composto orgânico aromático contendo aminas ou fenóis. Finalizando o ensaio a solução deve ser lida em um espectrofotômetro (QUEIROZ,2015).

4.3.4. Método de Kjeldahl

O método Kjeldahl para análise de nitrato amônio é composto de três etapas. A primeira consiste na extração do nitrato e do amônio. A segunda etapa refere-se ao processo de destilação, que é feito por arraste de vapor, utilizando-se para isso um destilador Kjeldahl. A última etapa do processo corresponde à titulação do coletado na etapa anterior, a qual pode ser realizada manualmente ou com um titulador automático. Este coletado é titulado utilizando uma solução padrão até a viragem ou a mudança de cor da solução.

5. LEIS SOBRE A APLICAÇÃO DA VINHAÇA AO SOLO E MÉTODOS DE CONTROLE E VERIFICAÇÃO DO VOLUME LANÇADO NO SOLO.

Perante a norma técnica P4.231 (CETESB,2015) desde janeiro de 2005 até abril de cada ano consecutivo, as áreas agrícolas que fazem uso da adubação por meio da vinhaça, devem apresentar um plano de aplicação (CETESB,2013).

Nesse plano deve constar de forma completa e descritiva os locais onde é pretendido realizar o lançamento da vinhaça como também um mapa do local com escala de 1:20.000, ou superior, contendo as quantidades de vinhaça que serão aplicadas em cada ponto numa relação de $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$, sendo caracterizadas por cores, em espaços de 150 m^3 . Nesses documentos também é exigido a determinação do local de armazenamento da vinhaça, dos canais mestres ou primários (uso fixo de distribuição), bem como a localização de cursos d'água, poços, entre outros mais, dando basicamente o histórico hídrico do local. Vale ressaltar que também se é cobrado a entrega de análises do solo, áreas de interesse ambiental e modo de como é ou será dosado a vinhaça nesse ambiente (CETESB,2013).

Para ajudar os agricultores foi elaborado um cálculo para determinar a quantidade limite de vinhaça aplicável em determinado solo, levando em consideração as características do solo e o teor de potássio presente no mesmo (CETESB,2013).

Segue abaixo o cálculo e sua explicativa:

$$VV = \frac{[(0,05CTC - ks)3744 + 1850]}{kvi}$$

Equação [2] cálculo para determinar a quantidade limite de vinhaça aplicável no solo

Onde:

VV = Volume de vinhaça aplicada por $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$

0,05 = % CTC (Capacidade de troca catiônica em cmol c dm^{-3})

Ks = concentração de potássio no solo, à profundidade de 0,80 m (unidade de medida é cmolc dm^{-3})

3744 = constante que converte os resultados da análise do fertilizante quando dado em cmol c dm^{-3} ou meq 100 cm^{-3} , para kg de potássio em um volume de hectare 0,80 m de profundidade;

185 = quantidade de kg K_2O extraído pela cultura por ha, por corte

Kvi = concentração de potássio na vinhaça, dada em kg de $\text{K}_2\text{O m}^{-3}$, apresentada em boletim de resultado analítico.

A figura 7 demonstra a sequência de capítulos que compõem o documento a ser apresentado para a CETESB.

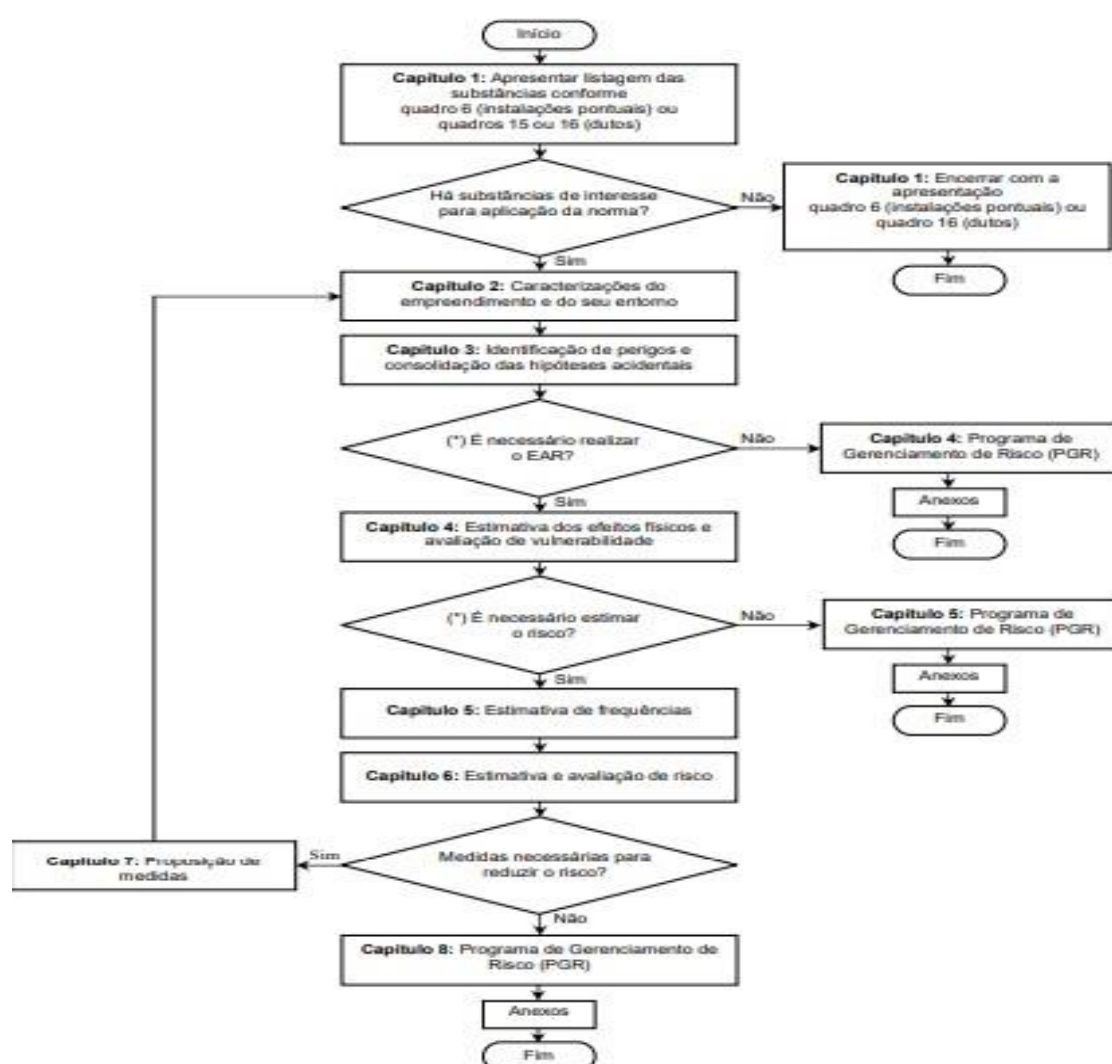


Figura 7 Sequência de capítulos que compõem o documento a ser apresentado para a CETESB. In: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4261-revisada.pdf>

A figura 8 apresenta a orientação para a elaboração de um Estudo de Análise de Risco para empreendimentos pontuais.

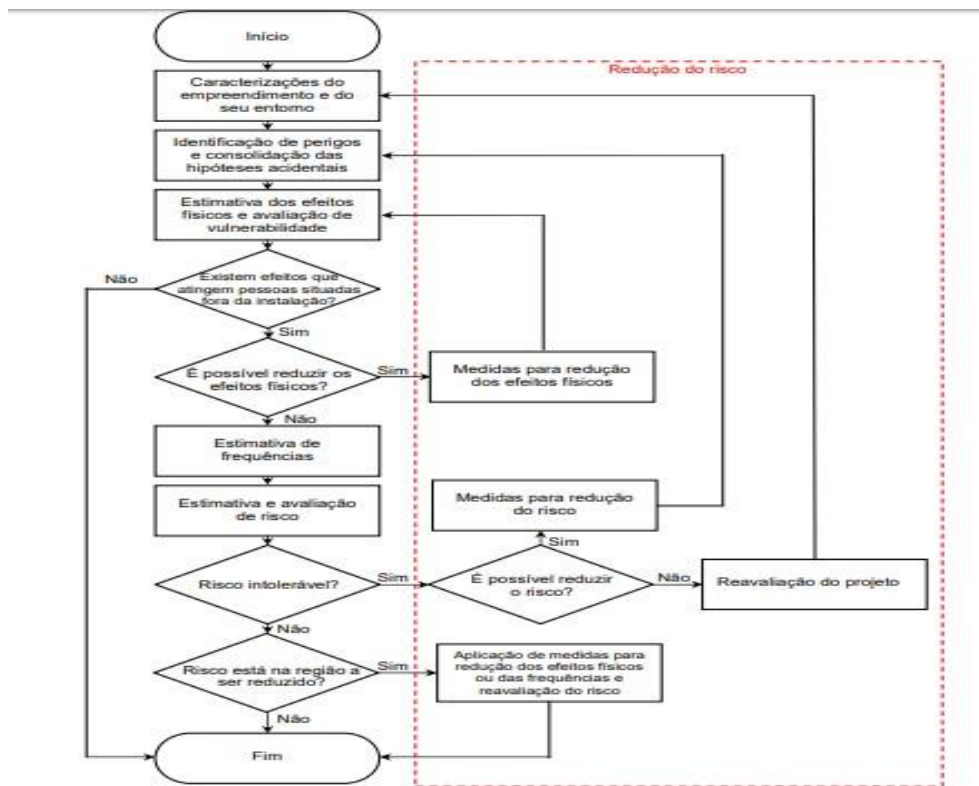


Figura 8 orientação para a elaboração de um Estudo de Análise de Risco para empreendimentos pontuais. In: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4261-revisada.pdf>>

A figura 9 demonstra a Orientação para a elaboração de um estudo de análise de risco para dutos:



Figura 9 Orientação para a elaboração de um estudo de análise de risco para dutos. In: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4261-revisada.pdf>>

A orientação para a elaboração de um estudo de análise de risco para dutos é de vital importância uma vez que avalia a pressão ao qual a vinhaça passa por dentro dos dutos e pré-determina quais são os pontos críticos da estrutura (possíveis locais com tendência a estourar ou gerar maior velocidade na corrida do subproduto dentro do duto, como demonstrado na figura acima com uma pressão de 24 a 35 bar no eixo do duto, a estrutura apresenta dois pontos de possível risco accidental, um mais próximo ao início da tubulação e outro um pouco à frente da curva acentuada. Essa orientação possibilita que os responsáveis pela fertirrigação (agricultores e empresas) consigam elaborar planos preventivos, preditivos e nos casos mais extremos de quebra do duto, uma melhor verificação e correção da estrutura (CETESB,2011).

A figura 10 mostra a formulação de duas hipóteses accidentais devido à mudança na direção do traçado do duto



Figura 10 Formulação de duas hipóteses accidentais devido à mudança na direção do traçado do duto. In: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4261-revisada.pdf>

Na figura apresentada podemos observar o plano de hipóteses de escoamento da vinhaça caso ocorra o acidente de rompimento do duto, com esse plano o agricultor/empresa consegue observar e avaliar os possíveis danos que um vazamento pode causar, isso possibilita assim como anteriormente citado a prevenção e correção mais rápidas da estrutura (CETESB,2011).

A figura 11 mostra o risco individual por meio de contornos de isorrisco:



Figura 11 Representação do risco individual por meio dos contornos de isorrisco. In:< <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4261-revisada.pdf>>

A figura mencionada demonstra os riscos dos dutos de transporte da vinhaça de forma individual, apontando possíveis fontes hídricas, distanciamento dos dutos, pressão, temperatura, velocidade e capacidade de transporte do subproduto (CETESB,2011).

6. LEGISLAÇÃO DIANTE DA CONSTRUÇÃO, REGULAMENTAÇÃO E COBERTURA DE POÇOS EM RELAÇÃO A PRESENÇA DE NITRATO E NITRITO NAS FONTES HIDRICAS.

6.1. CONSTRUÇÃO DE POÇOS

6.1.1. Regulamentação

Com a criação da Lei Estadual nº7.663/1991 o Estado de São Paulo conta com a Política de Recursos Hídricos do estado de São Paulo e com o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) para manter o controle e regulação dos poços no nosso Estado (SÃO PAULO, 1991).

O SIGRH determinou que o responsável por cadastrar e outorgar o uso de água para abastecimento de áreas urbanas, agrícolas, industriais, entre outros, para o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), verificando sempre os critérios e normas estabelecidos (SÃO PAULO, 1991).

Para que ocorra a construção de obras que realizem a captação de águas subterrâneas, é necessário de antemão a autorização da DAEE, contendo nesta autorização a licença de execução de poços, bem como a outorga de direito de uso dessa água para os diversos fins, no que diz a Portaria DAEE nº1.630/2017 e das Instrução Técnica DPO nº10/2017 (DAEE, 2017)

6.1.2. Novos poços

A realização de perfuração de novos poços, principalmente voltados ao consumo humano, em locais com presença nitrato, seja dentro da cidade, em áreas semi-agrícolas ou agrícolas, requer maiores cuidados e procedimentos criteriosos antes da determinação do espaço e para a execução da obra e também (DAEE, 2017)

Para a perfuração de poços com suspeita de contaminação os seguintes critérios devem ser tomados:

Pesquisa e estudo com antecedência da área:

Entender, estudar a área de hidrogeoquímica, hidrogeológico e hidrogeodinâmica, entre outros para determinar se a contaminação das nascentes, bem como isolar e tratar o local com potencial risco de contaminante em excesso. (DAEE, 2017)

Projeção de ideias de poços e sua construção regulamentada perante

A formulação de pesquisas em poços e sua estruturação atendendo as leis e os métodos os projetos de novos poços deverão atender às normas técnicas vigentes, como a ABNT NBR 12.212/2006 (ABNT, 2015) e NBR 12.244/2006 (ABNT, 2015), bem como a Instrução Técnica DPO nº 10/2017 (DAEE, 2017).

7. INCIDÊNCIA DE NITRATO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E SOLOS

Os dados obtidos pelo trabalho de pesquisa de Silva, Santos e Ferreira, (2019), realizados na regiões de Assis e Marília, São Paulo mostram que no total de 157 amostras de águas de poços subterrâneos coletadas em 22 municípios, foram analisados, de acordo com a portaria de Consolidação nº 5/2017, do Ministério da Saúde, na qual menciona que teores superiores a 10mg/L de N em forma molecular e em forma de nitrato (NO_3^-) com limite máximo de 45 mg/L, 141 amostras (89,8%) se encontravam dentro das regulamentações e apenas 16 amostras (10,2%) fora dos padrões e critérios de aceitação para consumo humano.

Ainda na pesquisa de Silva, Santos e Ferreira, (2019), considerando o valor de 5 mg/L de NO_3 com N como forma preventiva, pela Cetesb, das 157 amostras analisadas, 33 (21,0%) apresentaram valores compreendidos entre 5,0 e 10,0 mg/L, portanto, os poços devem ser monitorados anualmente. O método laboratorial empregado nesse trabalho foi a destilação de nitrogênio (Método kjeldahl).

Utilizando o mesmo método citado anteriormente, Monteiro (2014), realizou estudo prático, analisando os teores de nitrato no aquífero de Adamantina, que havia recebido altas dosagens de contaminação. Observou a alta presença de nitrato na região, chegando valores equivalentes a 19,30 mg/L quase praticamente o dobro do limite permitido pelo MS.

Já Bianchi (2009), ao realizar avaliação química de solos tratados com vinhaça e cultivados com Alfafa, determinou que a vinhaça ao ser utilizado incorretamente (no caso do solo ao qual ela analisou estava com dosagens em excesso de vinhaça, chegando a concentrações de 675, 1350, 2025, 2700 e 3375 mL/vaso) se tornar poluente dos solos e águas subterrâneas.

Dados relevantes também foram apontados por Vanier et al.,(2019) a respeito do fato de que, apesar de existirem diversos trabalhos a respeito do nitrato, as análises coletadas de solos e águas examinadas, são em sua maioria, oriundas de centros urbanos, o que deixa a área rural, uma das que mais faz uso de fertirrigantes com altos teores de N_2 , sem muitas informações sobre os impactos que os mesmo podem causar a longo prazo na saúde da população destes locais, assim como os efeitos na flora e fauna.

Andrade et al. (2009) observaram que os teores de nitrato, estavam diretamente ligados a irrigação das culturas agrícolas do local, os resultados obtidos na pesquisa apresentaram contaminação superior ao limite de água consumível, diante das leis brasileiras. Também se observou altos teores de nitrato na área irrigada, sendo detectadas abaixo da camada de maior absorção pelas raízes das plantas, atingindo valores de 6mg kg^{-1} . Ao analisarem os campos irrigados eles confirmaram que a lixiviação do nitrato fica atrelada a qualidade do solo no qual a vinhaça é lançada, quando o solo se encontra arenoso e tem uma intensa atividade agrícola ele fica potencialmente vulnerável a contaminações no lençol freático. Quando se tem uma seca intensa nessas áreas, a fertirrigação aumenta condicionando o solo a maiores contaminações.

Em 2002, MUÑOZ-CARPENA, R.M. et al. Estudaram a hidrogeologia e solo da ilha de canárias a área de coleta das amostras apresentava um solo fino nas encostas e ao topo das colinas era encontrado diversas camadas de basalto fraturado até o ponto de início do aquífero. Quando a água da chuva que percorre os solos passa pelas fissuras até as camadas basálticas e assim interceptado pelo interfluxo lateral, as condições hídricas passam a ser de 25% da drenagem da irrigação e 75% de interfluxo, com essa mistura esta água desembocou para dentro do aquífero. Os dados também apontaram que a maior parte da drenagem, que seria em torno de 18% do total, é adquirida ao longo do período de estiagem, neste período as concentrações de nitrato chegarão de 50 a 120 mg/L. Também se chegou à conclusão que estas condições tanto no solo quanto na água trazem perdas de 48 a 52% do N total aplicado. Em continuidade ao trabalho, foi analisado as fontes hídricas abaixo no ponto experimental e notaram que, conforme o nitrato é diluído, sua concentração reduz em até 60%, eles aconselham após verificar toda a área geológica e hidrogeológica que o problema da contaminação por nitrato no local poderia ser solucionado apenas reduzindo as porções de fertirrigantes nitrogenados no local.

Revisões realizadas por Sousa e Lobato (2004) afirmam que as perdas totais de N no solo podem chegar a 43% provenientes da desnitrificação e 29% são perdidos na forma de lixiviação de nitrato, condição correlacionada a alta umidade do solo.

Em pesquisas mais recentes, Gil, Terada, Hirata e Galvão em 2018 compararam as médias de concentração de nitrato na estiagem e no período chuvoso, nos poços de cacimba e tubulares. Os dados demonstram que as concentrações de nitrato mudam de profundidade (70/80 mg/L para 30/40 mg/L). O ambiente de amostragem e estudo se encontra extremamente contaminado, atingindo o aquífero de Adamantina em 20 a 100 m. Com redução significativa da contaminação dos poços de cacimbas e tubulares em determinados períodos do ano confirma, de acordo com eles, a origem antrópica e superficial da contaminação, a presença do nitrato na área é justificada, pela presença de fossas negras e vazamento da rede de esgoto.

8. CONSCIENTIZAÇÃO DA REUTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS INDUSTRIAIS NO ENSINO MÉDIO.

A química desempenha um papel essencial no que diz respeito ao nosso entendimento das diversas ciências existentes, bem como o mundo que nos cerca, isso nos determina que a mesma possa ser considerada muito mais que apenas uma disciplina, como também a ciência principal. Isso pode ser demonstrado ao longo do nosso cotidiano com os desenvolvimentos presentes em diversas indústrias, desde a agricultura à atividade aeroespacial. Basicamente não existe hoje uma área ou setor que não esteja ligada a química (ABIQUIM, 2010).

Segundo Fourez (1995), a interdisciplinaridade tem duas perspectivas que tomam para si atitudes práticas distintas, sendo uma que conecta disciplinas diferentes e constrói com isso uma problemática que para ser solucionada ou discutida necessita ter a união de diversas disciplinas, que a torne algo mais universal e objetivo, mostrando um ponto de vista completo da situação proposta. Já a outra é mais pontual, buscando abordar questões cotidianas, não procurando aplicar uma nova fala que abranja mais do que disciplinas isoladas, uma vez que tal procura discutir as perspectivas oriundas de profissionais com extensas e variadas formações. O ensino de química principalmente no ensino médio, tem aberto diversos debates sobre a construção da aprendizagem e a execução do ensino. Apenas a aplicação de conceitos químicos não tem mostrado dados positivos ao que se remete o interesse do aluno em buscar um maior conhecimento do conteúdo aplicado. Com isso, a procura de novas abordagens é de grande importância para um maior entendimento por parte do aluno da matéria de química, a atividade prática em sala de aula traz aos alunos um melhor vislumbre dos conceitos da área, como também o remete a uma afinidade com a disciplina conectando a atividade com o dia a dia do estudante (ROCHA, 2016).

Desse modo a atividade aqui apresentada, tem como objetivo demonstrar de forma interdisciplinar aos alunos a importância da reutilização dos resíduos descartados pelas indústrias, uma vez que esta prática afeta em vários aspectos da vida de todos.

O desenvolvimento sustentável vem se mostrando um dos temas mais debatidos ao que se remete a preservação ambiental, segundo Rocha (2016) entende-se por desenvolvimento sustentável a capacidade de utilizar os recursos e os bens da natureza sem compreender a disponibilidade desses elementos para as gerações futuras.

No caso da atividade formulada às turmas de ensino médio, esta demonstrará que a reutilização do dejetos vegetal “vinhaça” pode ser reutilizado como fertilizante natural do cultivo de diversas hortaliças, vegetais, etc.

8.1. MATERIAIS

8.1.1. Vidrarias e utensílios

- 10 Baldes
- Luvas
- Máscaras de proteção
- Jaleco

8.1.2. Reagentes e amostras

- Vinhaça biodigerida
- Água não desmineralizada
- Muda de alface crespa
- Solo

8.2. METODOLOGIA

Para que o ensaio ocorra de forma concreta, o solo necessita passar por uma peneiração em uma peneira de 2 mm de abertura de malha. Em seguida o solo de ser transferido para vasos de 5 L. Não podendo ser usados fertilizantes, apenas a vinhaça biodigerida. Em metade dos vasos adicione 200 mL de vinhaça, dissolvida em 300 mL de água, nos vasos. Com isso espere 30 dias e plante a alface crespa (*Lactuca sativa*). A delimitação do ensaio deve ser casual, podendo ter até quatro repetições. Depois 45 dias deve ser realizado a colheita das alfaces. As plantas deverão ser demonstrados a classe que com um maior conhecimento abrangido pelos docentes de química e biologia em sala de aula acerca do conteúdo ministrado (Desenvolvimento de plantas, poluição industrial, urbana e agrícola,

camada de ozônio: importância e preservação) deveram abrir uma discussão em sala a respeito da importância da reutilização e tratamento dos resíduos, e chegar a uma conclusão da eficácia e necessidade da reutilização que os dejetos industriais podem implicar no nosso dia-a-dia. Após a amostragem em sala os alunos poderão levar as alfaces para casa para consumo próprio, e espera-se que o discente não tenha apenas uma maior compreensão da matéria, como também um maior interesse no assunto.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados coletados das fontes hídricas no Brasil, em especial o estado de São Paulo, as águas de modo geral apresentam contaminação por nitrato, existem ainda locais apontados pelos pesquisadores que sofrem uma contaminação por nitrato que agora não torna a água imprópria ao consumo humano, porém estas já se encontram com potencial risco de piorarem sua qualidade, sendo aconselhado análises mensais nesses locais.

Em relação ao solo, foi constatado que quando este apresenta baixa qualidade nutritiva, é arenoso, tem agricultura intensiva e faz uso excessivo e inadequado da vinhaça como fertilizante, a contaminação do solo se torna potencialmente alta.

Os pesquisadores afirmam que a contaminação por fertilizantes nitrogenados (vinhaça) em solo arenoso está completamente atrelado a contaminação das fontes hídricas presentes no subsolo. Desse modo, conclui-se que a vinhaça apresenta um forte potencial poluidor ambiental e sanitário.

Considerando os resultados apresentados nas pesquisas científicas, a legislação vigente, e os recursos no nosso país, foram elaboradas algumas recomendações quanto a medidas preventivas, preditivas e corretivas de contaminação de solos e águas por nitrato:

Aumentar as fiscalizações dos Estados e municípios no que se refere ao mapeamento e identificação de fontes de contaminação, em áreas urbanas e rurais, colocando em prática normas para conhecimento e controle das áreas contaminadas por nitrato, baseadas no risco à saúde humana e animal.

Transparência de dados sobre a potabilidade das águas e solos municipais, com a intenção de melhorar o diagnóstico da qualidade das mesmas, assim criando, um banco de dados com os resultados do monitoramento da região, de forma periódica, avaliando o teor de contaminação por nitrato.

Adotar medidas para o controle das fontes potenciais de contaminação, em áreas urbanas e rurais, estabelecer mecanismos para implementar perímetros de proteção de poços, rios, nascentes, reservas florestais, entre outros, conforme os termos previstos na legislação.

Por fim, financiar campanhas de análises químicas de água em poços e solos fertirrigados com vinhaça de pequenas propriedades rurais, como forma de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e solos.

10. REFERÊNCIAS

ABIQUIM. Introdução do conceito de Plano de Implementação do programa. Mudança no texto da logo, de **“Um compromisso da indústria química” para “Compromisso com a sustentabilidade”**, em consonância com a mudança feita em nível mundial pelo ICC. Disponível em: http://canais.abiquim.org.br/pacto/Pacto_Nacional_Abiquim.pdf
Acesso em: 10/10/2019

ABNT. Construção de poço para captação de água subterrânea. **ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas**, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-12.244>
[Construção-de-poço-para-captação-de-água-subterrânea.pdf](#)> Acesso em: 10/10/2020

ALMEIDA, Manoel. **Vinhaça - Principais técnicas de utilização, 2015**. Disponível em: <https://www.piracicabaengenharia.com.br/vinhaca-principais-tecnicas-de-utilizacao/>.
Acesso em: 23/09/2020

ANDRADE, E. M. et al. **Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado**. Ciência Rural, v.39, n.1, p.88 – 95, 2009.

ARRUDA Murilo Rodrigues; MOREIRA Adônis; PEREIRA José Clério Rezende; Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo para Fins de Fertilidade. **EMBRAPA**, Amazônia Ocidental Manaus, V.1, N.1, 2014, P.1-18

BEGUILINI. C. P; GUMY. M.P. Saúde ambiental: Índices de nitrato em águas subterrâneas de poços profundos na região sudoeste do paraná. **Revista Unioeste**. Paraná, v 14, n. 20, 2012, p. 153-175

BERNDES, G. 2008. **Water Demand for global bioenergy production: trends, risks and opportunities**. ISBN 978-3-9396191-21-9. WBGU. Goteborg, Berlin

BERNICE, A. M. Evolução da contaminação por nitrato em aquíferos urbanos: estudo de caso em Urânia (SP). 2010. 141 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) - **Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2010.

BIANCHI, Silmara Rosana. **Avaliação química de solos tratados com vinhaça e cultivados com alfafa**.

Disponível:<<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/6421?show=full>>. Acesso em:13/10/2020

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água**. 1^a.ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA no 357 de 17 de março de 2005**. Brasília, 2005. 23p. Dispõe sobre classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Acesso em 5 de outubro de 2019. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/conama/res/res05/res35705.pdf>.

CANO, R. B. et al. **Asesoramiento técnico em cultivos hortícolas bajo abrigo:** Gestión de la fertilización nitrogenada y el riego. Disponível em: <http://www.fiapa.es/Esp/Principal.htm>. Acesso em: 10 de outubro 2019

CETESB. Dissertação de Claudio Dias: Critérios para o projeto de rede de monitoriamento de águas subterrâneas- Proposta de implementação na bacia hidrográfica do alto Tietê. **CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/escolasuperior/wpcontent/uploads/sites/30/2016/06/Dissertacao_Claudio_Dias.pdf.> Acesso em: 14/11/2020

CETESB. Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência. **CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4261-revisada.pdf>
Acesso: 14/04/2020

CETESB. Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. **CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/NTC-P4.231_Vinha_-Criterios-e-procedimentos-para-aplica-no-solo-agricola-3a-Ed-2aVERSÃO.pdf
Acesso: 14/04/2020

CFS-RS/SC – COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul,1994. 223p.

COELHO, A. M. Nutrição e adubação do milho. **Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo**, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 78).

CORREA, R. S. et al. Risk of nitrate leaching from two soils amended with biosolids. **Water Resources**, v.33, n.4, p.453- 462, 2006.

Cunha, R. C. A.; Costa, A. C. S.; Maset Filho, B.; Casarini, D. C. P. Effects of irrigation with vinasse and dynamics of its constituents in the soil: I - **physical and chemical aspects**. **Water Science Technology**, v.19, n.8, p.155-165, 1981.

DAEE (São Paulo). Portaria DAEE nº 965, de 27 de março de 2013. São Paulo, SP, reatificada em 13 abr. 2013. Disponível em:

<<http://www.daee.sp.gov.br/outorgaefiscalizacao>>. Acesso em 08/09/2020

DAEE (São Paulo). PORTARIA DAEE nº 1.630, de 30 de maio de 2017, São Paulo. Disponível em: <<https://www.agencia.baciaspcj.org.br/docs/portarias/portaria-daee-1630-17.pdf>> Acesso em 08/09/2020

DAVIS, D. M. et al. Modeling nitrate-nitrogen leaching in response to nitrogen fertilizer rate and tile depth or spacing for southern Minnesota, USA. **Journal Environmental Quality**, Madison, v.29, n.5, p.1568 – 1581, 2000

DYNIA, J. F. Nitrate retention and leaching in variable charge soils of watershed in São Paulo state, Brazil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, **Philadelphia**, v.31, p.777-791, 2000.

EMBRAPA. Analise de Nitrato e Amônio em Solo e Água. **EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Sete Lagoas, MG, V.1, N.1, 2010, P. 1 – 54

EXNER, M.E., M.E. Burbach, D.G. watts, R.C. Shearman, and R.E. Spalding. Deep Nitrate Movement In The Unsaturated Zone Of a Simulated Urban lawn, 1991

FENG Z. Z. et al. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District, China. Agricultural Water Management. v.71, p.131-143, 2005.

FOUREZ, G. El Movimiento Ciência, Tecnologia e Sociedad (CTS) y la Enseñanza de las Ciencias. **Perspectivas UNESCO**, v.XXV, n.1, p.27-40, marzo 1995b. ISSN 1850-1257

FREIRE, W. J.; CORTEZ, L. A. B. **Vinhaça de cana-de-açúcar**. Guaíba: Agropecuária, 2000.2000. 203p

GALAVIZ-VILLA, I. et al. Agricultural Contamination of Subterranean Water with Nitrates and Nitrites: An Environmental and Public Health Problem. **Journal of Agricultural Science**. v.2, n.2, p.17 – 30. 2010.

GEMTOS. T. A.; Chouliaras, N.; Marakis, S. Vinasse rate, time of application and compaction effect on soil properties and durum wheat crop. **Journal of Agriculture and Engineering Research**, v.73, n.3, p.283-296, 1999.

GIL, T; TERADA, R; HIRATA, R; GALVÃO P. Evolução das concentrações de nitrato nas águas subterrâneas na cidade de Urânia/SP, 2018.

Disponívelem:<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/XXCABAS2018RESUMOEXPANDIDO-EVOLUODENITRATOEMURNIA.pdf> Acesso em: 15/11/2020

HIRATA Ricardo. Nitrato nas águas subterrâneas: Desafios frente ao panorama atual. **Boletim do Conselho Nacional de Recursos Hídricos-Câmara Técnica de Águas Subterrâneas**. São Paulo, 2019, p. 1-128.

HOCHMUTH, G.; CARRIJO, O. A.; SHULER, K. Tomato yield and fruit size did not respond to P fertilization of a sandy soil testing very high in Mehlich-1 P. **HortScience**, v.34, n.4, p.653-656, July 1999.

LORENCINI, Vanessa. Estudo econômico das diferentes formas de transporte de vinhaça em fertirrigação na cana-de-açúcar.2009.46 páginas. **Tese-Unesp-Campus de Jaboticabal**, SP, Jaboticabal, 2009.

LYRA, M. R. C. C.; Rolim, M. M.; Silva, J. A. A. Toposseqüência de solos fertirrigados com vinhaça: contribuição para a qualidade das águas do lençol freático. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.525-532, 2003.

MACEDO, C.F. e SIPAÚBA-TAVARES, L.H. 2005 Comunidade planctônica em viveiros de criação de peixes com distribuição sequencial. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, 31(1): 21-27.

MADEJÓN, E.; Lopez, R.; Murillo, J. M.; Cabrera, F. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 84, n.1, p.55-65, 2001.

MAIA, C. E.; CANTARUTTI, R. B. (10/11/2004). Acumulação de nitrogênio e carbono no solo pela adubação orgânica e mineral contínua na cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, n.1, p. 39-44, 2004., 39-44.

MAPA. Instrução Normativa nº 40 de 30/06/2008 / MAPA - **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**.

Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-77-23-2008-06-30-40>, acesso em 08/09/2020

MONTEIRO, Felipe. **Contaminação por nitrato no Aquífero Adamantina: o caso do município de Monte Azul Paulista – SP**.

Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/110572>. Acesso em: 08/09/2020

MUCHOVEJ, R.M.C. & RECHCIGL, J.E. Nitrogen fertilizers In: RECHCIGL, J.E., ed. Soil amendments and environmental quality. **Boca Raton, Lewis Publishers**, 1995. p.1-64

MUÑOZ-CARPENA, R.M. et al. Nitrogen evolution and fate in a Canary Islands (Spain) sprinkler fertigated banana plot. **Agricultural Water Management**, v.52, p.93-117, 2002.
<https://piracicabaengenharia.com.br/en/vinhaca-principais-tecnicas-de-utilizacao/>
acesso:14/04/2020

NEWBOULD, P. The use of nitrogen fertilizer in agriculture: where do we go practically and ecologically? *Plant and Soil*, Dordrecht, v.115, p.297-311, 1989.

PHILLIPS, I.; BURTON, E. Nutrient leaching in undisturbed cores of an acidic sandy Podsol following simultaneous potassium chloride and di-ammonium phosphate application. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.73, p.1-14, 2005.

QUEIROZ, João Paulo Rezende, Determinação de Nitrato em águas pelo método direto pelo ultravioleta: comparação com outros métodos e influências do pH, concentração de cloreto e nitrito, **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2015.

RAMBO, L.; SILVA, P. R. F. da; ARGENTA, G.; BAYER, C. Testes de nitrato no solo como indicadores complementares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1279-1287, 2004.

ROCHA, G.C. Estabilidade temporal da distribuição da armazenagem, do gradiente de potencial total e do potencial mátrico da água, em um solo cultivado com citros. Tese (Doutorado em solos e nutrição de plantas) – **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, **Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2004.

ROSSETTO, A. J. Utilização agronômica dos subprodutos e resíduos da indústria açucareira e alcooleira. In: Paranhos, S.B. (ed.). Cana-de-açúcar: cultivo e utilização. Campinas:Fundação Cargill, 1987, v.2, p.435-504.

SÃO PAULO (Estado). Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, São Paulo , SP, dez. 1991 .

Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1991/lei-7663-30.12.1991.html> . Acesso em 08/09/2020

SILVA. P. M., Aletéia; BONO A. M. José; PEREIRA A. R. Francisco. Aplicação de vinhaça na cultura da cana-de-açúcar: Efeito no solo e na produtividade de colmos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.18 n.1, 2014, p.1-6

SILVA. Rosângela Aguiar; SANTOS Roberto Costa; FERREIRA Luci Ochi, Avaliação da concentração de nitrato em águas subterrâneas de poços das regiões de Assis e Marília, São Paulo. Disponível em:
<<https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1290>> Acesso: 08/09/2020

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (editores). Cerrado: correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SPITZ, K.; MORENO, J. A practical guide to groundwater an solute transport modeling. New York: **John Willey & Sons**, Inc. 1996, 461p.

STIPP; ABDALLA; SILVEIRA. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. São Paulo, v1, n. 2, p 1-177

UNEP DTIE, Oeko-Institut and IEA Bioenergy Task 43. **Zooming in on the Bioenergy and Water Nexus**. 2011. In elaboration.

Vanclooster M, Vereecken H, Diels J, Huysmans F, Verstraete W and Feyen J 1992 Effect of mobile and immobile water in predicting nitrogen leaching from cropped soils. Model. **Geo-Biosph. Proces.** 1, 23–40.

VANIER Claudia; ROCHA Gerônimo Albuquerque; CAMPOS José Eduardo; FILHO José Luiz Albuquerque; SINOMATO Mateus;

WILKIE, A. C.; RIEDESEL, K. J.; OWENS, J. M. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. **Biomass and Bioenergy** 19 (2000), p. 63-10.

ZUBLENA, J. et al. **Pollutants in groundwater: health effects**. Disponível em: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9431881>>

Acesso: 08/09/2020