

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

ADRIANO ALMEIDA DA SILVA

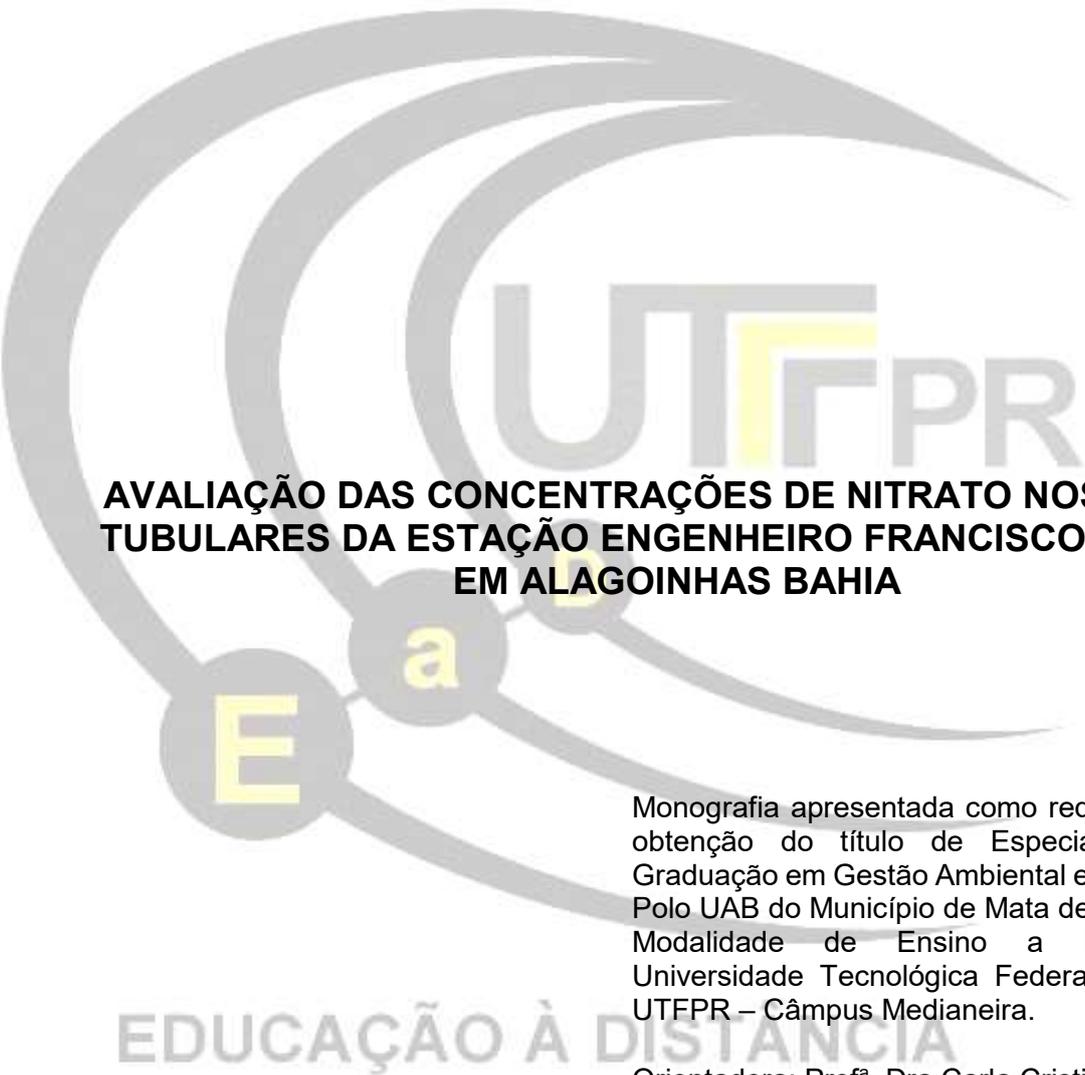
**AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO NOS POÇOS
TUBULARES DA ESTAÇÃO ENGENHEIRO FRANCISCO TÁVORA
EM ALAGOINHAS BAHIA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

ADRIANO ALMEIDA DA SILVA



**AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO NOS POÇOS
TUBULARES DA ESTAÇÃO ENGENHEIRO FRANCISCO TÁVORA
EM ALAGOINHAS BAHIA**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios – Polo UAB do Município de Mata de São João- Ba, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^a. Dra Carla Cristina Bem.

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NITRATO NOS POÇOS TUBULARES DA ESTAÇÃO ENGENHEIRO FRANCISCO TÁVORA EM ALAGOINHAS BAHIA

Por

Adriano Almeida da Silva

Esta monografia foi apresentada às 16:30 h do dia 11 **de agosto de 2018** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios – Polo de Mata de São João, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Prof^a. Dra. Carla Cristina Bem
UTFPR – Campus Medianeira
(orientadora)

Prof. Dr. Valdemar Padilha Feltrin
UTFPR – Campus Medianeira

Prof^a. Dra. Márcia Antonia Bartolomeu Agustini
UTFPR – Campus Medianeira

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso.-

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em minha vida nos mais variados momentos, norteando os meus passos para a busca do conhecimento e para o crescimento pessoal e profissional de forma perseverante, sempre acreditando em um mundo melhor.

Aos meus pais pela dádiva da vida e por sempre acreditar em mim.

A minha esposa Núbia, pelo carinho, respeito e dedicação. Por ter me dado a joia mais preciosa do mundo, a qual amo incondicionalmente, nossa filha Beathriz, motivo primordial para ir de encontro ao que for melhor para todos nós.

Agradecer a Diretoria do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Alagoinhas pela disponibilidade e contribuição na formulação desse trabalho.

Agradecer, aos meus irmãos César e Cristyane, que tenho grande carinho. Aos sobrinhos Carol, Victor, Bruna, Brenda e Isabela, esta a mais nova integrante da família.

Agradecer a Professora Orientadora Carla Bem, pelo suporte dado para a produção desse trabalho, pelas suas correções e incentivos, sempre na busca de fazer o melhor.

Ao meu sogro Florisvaldo e minha sogra Verbena, que presenciaram todo o percurso da minha jornada, apoiando e torcendo pela minha vitória. Aos cunhados Ana Carolina e Daniel, pelo apoio e amizade.

Para o amigo e colega de trabalho Emanuel pelo suporte e paciência no desenvolvimento de figuras, as quais fazem parte desse trabalho.

Aos amigos Eduardo, Jaguaratan, Nelson, Paulo Emílio e Cleidson pelo companheirismo, conversas e conselhos.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Campus Medianeira, pelo empenho e seriedade em todo o processo.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação, sempre com dedicação e incentivo.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o meu crescimento.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis”.

(JOSÉ DE ALENCAR)

RESUMO

SILVA, Adriano Almeida da. **Avaliação das Concentrações de Nitrato nos Poços Tubulares da Estação Engenheiro Francisco Távora em Alagoinhas**, Bahia. 2018. 54 folhas. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

Na atual conjuntura dos recursos hídricos, problemas de qualidade e disponibilidade de água estão cada vez mais evidentes. Na avaliação do nitrato nos poços da Estação Engenheiro Francisco Távora no município de Alagoinhas-Bahia foram verificadas concentrações anômalas em 4 dos 11 poços em funcionamento. Levando em consideração que é a principal estação de abastecimento da cidade e que o nitrato representa um risco para a saúde da população, o estudo propôs medidas mitigadoras para minimizar, a curto e longo prazo, os índices do íon na água distribuída e nos poços tubulares de captação. Este estudo também possibilitou verificar que a água fornecida aos usuários se encontra dentro dos padrões de potabilidade, apresentando concentração inferior a 10 mg/L, conforme preconiza a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. A referida estação se localiza na zona urbana do município, em que nas últimas décadas, a quantidade de moradores nas mediações da estação cresceu, e por não ter rede coletora de esgotos, utilizam fossas sépticas para o destino dos seus excrementos, estes por conter compostos nitrogenados, sofrem oxidação oriunda do ciclo biogeoquímico do nitrogênio, formando também o íon nitrato, que percola no solo e causa contaminação da água subterrânea. Desse processo, pode-se verificar que os fatores condicionantes de poluição, as 24 fossas sépticas encontradas, contribuíram significativamente para a ocorrência do nitrato e elevação da sua concentração na água dos poços.

Palavras-chave: Água Subterrânea, Contaminação, Percolação.

ABSTRACT

SILVA, Adriano Almeida da. **Evaluation of Nitrate Concentrations in the Tubular Wells of the Engineer Francisco Távora's Station in Alagoinhas, Bahia**. 2018. 54 pages. Monograph (Specialization in Environmental Management in Municipalities). Federal Technological University of Paraná, Medianeira, 2018.

In the current conjuncture of water resources, problems of water quality and availability are increasingly evident. In the evaluation of the nitrate in the wells of the Engineer Francisco Távora's Station, in the city of Alagoinhas-BA, there were anomalous concentrations in 4 of the 11 wells in operation. Taking into account that this is the main supplying station in the city and that nitrate might be a risk to the population's health, the study proposed mitigating aspects to minimize, in the short and long term, the ion indices in the distributed water and in the tubular wells. This study also allowed checking that the water delivered to users was under drinking water standards, showing a concentration of less than 10 mg / L, according to establish Portaria 2914/11 of the Ministry of Health. This station is located in the urban area of the municipality, in which, the number of inhabitants has increased in the mediations of the station in the last decades and, because it does not have a sewage collection network, septic tanks are used for the disposal of their excrements, because they contain nitrogenous compounds, they are oxidized by the biogeochemical cycle of the nitrogen, forming also the nitrate ion, that infiltrates in the ground and causes contamination of the underground water. From this process, it can be verified that the factors determining the pollution as result of the 24 septic tanks found, contributed significantly to the occurrence of nitrate and its elevation in the wells water.

Keywords: Underground water, Contamination, Percolation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa geográfico da Bahia destacando Alagoinhas em vermelho (Wikipedia,2018)	22
Figura 2- Poço 22 da Estação Sobocó.....	23
Figura 3- Localização espacial dos poços amostrados na Estação Francisco Távora	25
Figura 4- Colorímetro DR 850 da HACH (Tokogunapris.net)	26
Figura 5- Imagem ilustrativa da Contaminação do lençol freático (Slideshare.net, 2013)	27
Figura 6- Identificação das fossas sépticas, do poço 22 e Rede condominial de esgoto	31
Figura 7- Imagem da rua paralela a Estação Sobocó onde apresenta fossas próximas ao poço 22.....	32
Figura 8- Imagem da rua perpendicular a Estação Sobocó onde apresentou maior quantidade de fossas	32
Figura 9- Vista aérea da Estação Sobocó, identificando poços (em vermelho) e Rio Aramari (em verde)	33
Figura 10- Gráfico comparativo de alguns poços da Estação Sobocó	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Informações gerais referentes aos poços da Estação Sobocó	28
Tabela 2- Informações das análises do PMSA (2004) e análises atuais (2018)	30

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	13
1.1.1 Objetivos Específicos	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 POLUIÇÃO HÍDRICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS	14
2.2 CONTAMINANTES DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E VIAS DE CONTAMINAÇÃO	15
2.3 CICLO DO NITROGÊNIO	16
2.4 NITRATO	16
2.5 GESTÃO DAS ÁGUA SUBTERRÂNEAS	18
2.6 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE ALAGOINHAS E O PLANO DIRETOR	19
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
3.1 ÁREA DE ESTUDO	22
3.2 TIPO DE PESQUISA	24
3.3 MÉTODOS	24
3.3.1 Amostragem da água dos poços, da água distribuída para população e da água do Rio Aramari	24
3.3.2 Mapeamento na área de captação e suas mediações	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1 ANÁLISES PARA QUANTIFICAÇÃO DO NITRATO NA ÁGUA DA ESTAÇÃO SOBOCÓ	28
4.2 MAPEAMENTO DA ÁREA DE CAPTAÇÃO, FOSSAS E RIO ARAMARI	31
4.3 DIAGNÓSTICO DA CONTAMINAÇÃO E ANÁLISE DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO E DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são utilizados nas mais distintas formas, seja no abastecimento de cidades, na irrigação, na indústria, na geração de energia, na recreação. Entretanto, esses recursos estão cada vez mais escassos e perdendo a sua qualidade. Neste aspecto, parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água são utilizados para classificar os diferentes corpos d'água. Contudo, um fator que interfere diretamente na qualidade da água são as ocorrências de contaminação, provocadas por indústrias, cultivos agrícolas, efluentes não tratados e lixões, os quais alteram significativamente os padrões da água, seja ela atribuída a mananciais superficiais ou subterrâneos. Tais contaminações dependem das especificações de cada localidade, bem como da preservação ambiental, aplicação de políticas públicas, entre outros fatores.

Ao observar o cenário de contaminação das águas subterrâneas e seus possíveis contaminantes, verificou-se que estes apresentam peculiaridades específicas, oriundas da percolação, sendo a ação antrópica uma importante via para que ocorram alterações nas características. Dentre os principais contaminantes, destaca-se o íon nitrato, representado pelo NO_3^- . O nitrato pode ser encontrado naturalmente nas águas subterrâneas, no entanto, altas concentrações são um indicativo de ação do homem (VARNIER, 2002).

De acordo a Varnier (2002) um dos fatores condicionantes de contaminação de poços está vinculado a fossas sépticas ou fossas negras, pelo fato do nitrato ser um íon altamente solúvel, com grande poder de mobilidade no solo, possibilitando que seja percolado, desta forma o lençol freático é afetado, causando elevação do índice iônico na água para consumo humano (VARNIER, 2002).

Segundo Barbosa e Mattos (2008), as fossas sépticas são consideradas um tipo de recarga artificial intencional, a qual, juntamente com a absorção das águas pluviais, possibilita que o solo sofra alterações na sua composição, e conseqüentemente conduzindo substâncias indesejáveis para a água subterrânea, gerando às vezes, alterações organolépticas como cor, cheiro e sabor não perceptíveis.

No contexto atribuído pelo Plano Municipal de Saneamento Ambiental (PMSA) do município de Alagoinhas quanto à qualidade da água subterrânea, verificou-se que em alguns poços foram encontrados anormalidades em relação aos padrões químico e bacteriológico. Em três poços da Estação Engenheiro Francisco Távora (Estação Sobocó). Foram observados índices de nitrato acima do preconizado pela Portaria 1469/2000 do Ministério da Saúde, vigente no período de estudo (NASCIMENTO *et al*, 2006).

Nascimento *et al* (2006) relatam que “as únicas contaminações detectadas nas águas subterrâneas do município, foram os nitratos em três poços de Sobocó e os coliformes totais e termotolerantes em alguns poucos sistemas de abastecimento” (NASCIMENTO *et al*, 2006). Desta forma, com vistas no monitoramento dos poços, foi possível verificar que o íon já estava presente na água subterrânea. O autor supracitado afirmou que a contaminação se deu devido às condições sanitárias da região, por conter fontes poluidoras procedente das residências.

As diretrizes e normas do Plano Diretor do município de Alagoinhas descrevem e orientam peculiaridades inerentes ao desenvolvimento da cidade, “incentivando um desenvolvimento econômico e territorial socialmente justo e ambientalmente equilibrado” (ALAGOINHAS, 2004). Esta busca pelo equilíbrio denota que as medidas de proteção ambiental sejam atribuídas ao poder público e também de cada cidadão. A urbanização do município necessita que tenha compatibilidade, entre outras coisas, com a “preservação e conservação dos elementos naturais” (ALAGOINHAS, 2004).

Logo, os cuidados com o meio ambiente, onde inclui os recursos hídricos, deve haver compromisso social e político, onde os moradores e o poder público possam contribuir para tal proteção. No que tange os despejos de esgotos, cabe aos órgãos competentes promoverem o adequado destino das águas residuais, para que estas não sejam descartadas em corpos d’água sem o tratamento, ou sejam lançadas no solo ou em fossas sépticas em áreas que necessitam de proteção, para evitar a poluição e contaminação. A água subterrânea, por exemplo, pode ser contaminada por agentes químicos em consequência da lixiviação pelo fato de atingir o lençol freático.

Dessa forma, o cumprimento do Plano Diretor deve ser um processo contínuo, pois o controle do uso e ocupação do solo deve ser devidamente acompanhado, a fim de que áreas que devem ser protegidas estejam em condições de serem habitadas,

com rede coletora de esgotos domésticos, por exemplo, dando o destino adequado, isentando o meio ambiente e especialmente a água subterrânea de danos provenientes de fontes poluidoras. Nas mediações da Estação Sobocó, devido a urbanização, surgiram fossas sépticas, as quais foram consideradas as possíveis causas de contaminação de nitrato na água dos poços citados (ALAGOINHAS, 2004).

Vale ressaltar que o nitrato presente na água, acima dos valores estabelecidos na legislação vigente representa risco a saúde humana por causar alterações orgânicas, estas podendo ocasionar o câncer gastrointestinal e a metemoglobina (conhecida como Síndrome do bebê azul) em recém-nascidos (KAMINISHIKAWAHARA et al, 2011). Torna necessário que as condições naturais não sejam afetadas, a fim de que não ocorra contaminação dessas águas (QUEIROZ, 2004 apud BIGUELINI & GUMY, 2012).

Por fim, destaca-se a importância da avaliação do íon nitrato para verificar a situação atual da contaminação dos poços pertencentes à Estação Sobocó.

1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os índices de nitrato dos poços tubulares do principal sistema de abastecimento de água do município de Alagoinhas - BA, tendo como base o Plano Municipal de Saneamento Ambiental.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Realizar análises para quantificação do nitrato na água da Estação Sobocó;
- Fazer mapeamento da área de captação e áreas adjacentes;
- Comparar os resultados das análises com os dados publicados no PMSA acerca dos índices de nitrato nos poços;
- Identificar o possível diagnóstico da contaminação da água dos poços por nitrato;
- Analisar o Plano Municipal de Saneamento e o Plano Diretor Municipal.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 POLUIÇÃO HÍDRICA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

O ciclo da água contempla um percurso onde o solo, as árvores, o ar e as águas superficiais participam dos processos de evaporação, evapotranspiração e condensação. As águas superficiais e subterrâneas são produtos do ciclo, visto que atua quando a precipitação ocorre e esta atinge o solo, possibilitando o escoamento e/ou a infiltração até o lençol freático, a depender da hidrogeologia do local (SOARES, 2010).

As ações antrópicas têm causado diversas modificações nos recursos hídricos. Com relação à poluição das águas, as principais causas são os esgotos domésticos, industriais, a mineração, resíduos sólidos, fertilizantes usados na agricultura, as quais geram problemas importantes ao ecossistema, e consequentemente ao homem. (AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013).

Os poluentes podem ser caracterizados como físicos (temperatura), químicos (metais pesados, substâncias tóxicas e radioativas) e biológicos (bactérias, vírus, parasitas). Além dos tipos de poluentes, as fontes difusas e pontuais de poluição devem ser levadas em consideração no processo de tomadas de decisão para solução ou minimização do problema ocasionado pelos referidos despejos (LIMA *et al*; 2016).

Como fontes pontuais, destaca-se o lançamento de efluentes domésticos, comuns em centros urbanos. A poluição difusa por outro lado, está presente tanto na área urbana como na área rural, devido a sua ocorrência ser em eventos de precipitação e infiltração em áreas extensas oriundas de fertilizantes e os agrotóxicos, os quais ocorrem por escoamento superficial, atingindo águas superficiais ou percolando o solo, gerando alterações da qualidade das águas (LIMA *et al*; 2016).

2.2 CONTAMINANTES DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E VIAS DE CONTAMINAÇÃO

A água subterrânea corresponde a água do subsolo, a qual participa do ciclo hidrológico através da infiltração, pois “flui lentamente até descarregar em corpos de água de superfície, ser interceptada por raízes de plantas ou ser extraída de poços”, conforme afirmam Hoster *et al* (2008). Essa água é considerada menos suscetível a contaminação do que a dos mananciais superficiais, no entanto é possível que ocorra a poluição ou contaminação quando os poluentes atingem a porção não saturada do solo (HOSTER *et al*, 2008).

Segundo Hoster *et al* (2008), afirmam que a lixiviação das substâncias oriundas das fontes de contaminação da água subterrânea apresentam como fontes potenciais:

...“lixões, acidentes com substâncias tóxicas, atividades inadequadas de armazenamento, manuseio inadequado e descarte de matérias primas, produtos, efluentes e resíduos, atividades minerárias que expõem o aquífero, sistemas de saneamento "in situ", vazamento das redes coletoras de esgoto e o uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes, bem como a irrigação que pode provocar problemas de salinização ou aumentar a lixiviação de contaminantes para a água subterrânea”. (HOSTER *et al*, 2008)

Logo, subtede-se que estas fontes correspondem a ações provocadas pelo homem, onde a degradação dos corpos de água subterrâneas ocorrem por diversas maneiras. Por conseguinte, é necessário controlar e proteger os mananciais.

Dentre os contaminantes que ocorrem pela percolação, o íon nitrato representa um importante indicador de poluição de corpo hídrico. Nutriente presente nos esgotos domésticos proveniente da oxidação de compostos nitrogenados derivado da decomposição de microrganismos presentes no meio, os quais devido a grande mobilidade, solubilidade e persistência provoca na água subterrânea a perda da qualidade, isso pelo fato do nitrato na água em concentração acima do recomendável ser considerada imprópria para o consumo humano (VARNIER, 2010).

2.3 CICLO DO NITROGÊNIO

O nitrogênio (N_2) está presente na atmosfera na ordem de 78% (LEE, 1999), é o gás atmosférico mais abundante. Na crosta terrestre apresenta-se como o 33º na ordem de abundância relativa. O ciclo biogeoquímico do nitrogênio contém etapas as quais tem a participação de bactérias fixadoras que convertem N_2 em NH_3 , e das bactérias nitrificantes e desnitrificantes para a conclusão do ciclo (ROSA *et al*, 2003).

Nesse processo, a assimilação do nitrogênio na forma de nitrato pela raiz da planta é fundamental para o crescimento saudável do vegetal, pois faz parte da estrutura dos protoplasmas. A planta alimenta os animais e estes excretam compostos nitrogenados. Quando morrem também são fontes de nitrogênio e participam do ciclo (LEE, 1999).

O nitrogênio gasoso ao ser fixado no solo pelas bactérias obtém-se a formação de NH_3 , o qual é absorvido por bactérias nitrificantes que convertem em nitritos e nitratos, parte desse nitrato é absorvido pelas raízes das plantas, parte é lixiviado, e outra é convertida em amônia e em nitrogênio por bactérias desnitrificantes, e desprendida no ar atmosférico (ROSA *et al*, 2003).

Dentre os compostos de nitrogênio encontrados no solo, o nitrato representa como importante indicador de contaminação de águas subterrâneas e superficiais, oriundo de ação antrópica, sendo encontrado mais comumente devido ao uso de fertilizantes nitrogenados ou por esgotos domésticos. Como o NO_3^- é bastante solúvel, o excedente é lixiviado e conduzido ao lençol freático, causando a contaminação da água subterrânea. Os mananciais superficiais podem ser contaminados pelos esgotos sem o devido tratamento e pelo escoamento superficial nas proximidades de plantações que utilizam fertilizantes nitrogenados (BIGUELINI E GUMY, 2012).

2.4 NITRATO

O nitrato (NO_3^-) é um ânion formado por um átomo de nitrogênio e três átomos de oxigênio. A sua fórmula química é o NO_3^- , também chamado de trióxido de

nitrogênio ou azotato. Com base no ciclo biogeoquímico o nitrato é o composto mais estável do ciclo. Em suma, esse é produto da oxidação do nitrogênio, presente em compostos nitrogenados, pelo qual bactérias nitrificantes decompõe o nitrogênio, sofrendo modificações promovidas pela perda de elétrons deste.

O íon nitrato apresenta variações em sua composição como o nitrato de sódio e o nitrato de amônio, os quais são usados em fertilizantes devido à função de nutrição dos vegetais (RIBEIRO, 2009). Segundo Ribeiro (2009), além dos fertilizantes químicos, o NO_3^- também está presente, nos “fertilizantes denominados orgânicos, tais como: esterco de animais, cinzas, farinha de peixes, farinha de ossos, entre outros resíduos orgânicos”. Dessa maneira a presença do nitrato por meio desses orgânicos apresentam funcionalidades semelhantes aos químicos (RIBEIRO, 2009).

O nitrato constitui como uma substância que causa danos à saúde do homem, esse por ser considerado tóxico em quantidade elevada. Pode ser encontrado em alimentos por meio de processamento, e na água, através da contaminação, normalmente por fertilizantes nitrogenados e esgotos sanitários. O consumo da água com nitrato acima do recomendável pode desenvolver em crianças uma doença conhecida como a síndrome do bebê azul desenvolvendo cianose devido à formação de metemoglobina (KAMINISHIKAWAHARA et al, 2011).

O nitrato também está relacionado ao surgimento de tumores no trato gastrointestinal, devido ao consumo contínuo de água ou alimento com quantidade elevada do íon (BIGUELINI & GUMY, 2012).

Por causa dos riscos inerentes a saúde humana, a legislação que se refere à potabilidade da água para consumo humano preconiza que o índice máximo de nitrato na água seja de 10 mg/L de acordo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, valendo também para a água de mananciais superficiais, como regulamenta o CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

No tocante, a contaminação de poços artesianos por nitratos pode ocorrer com o uso de fertilizantes nitrogenados e despejo de esgotos domésticos. Além disso, um dos fatores que aumentam a predisposição para a contaminação é a condição do lençol freático, possibilitando a percolação, a depender da hidrogeologia do terreno, onde agentes químicos e/ou biológicos entram em contato com a água subterrânea. É pertinente que sejam avaliados esses fatores para que as medidas relacionadas a

proteção dos mananciais subterrâneos contribuam para a minimização da problemática (RESENDE, 2002).

2.5 GESTÃO DAS ÁGUA SUBTERRÂNEAS

A Política Nacional de Recursos Hídricos instituída pela Lei Federal 9.433/97, apartada na Constituição de 1988 corresponde a uma estrutura voltada especialmente a gestão dos recursos hídricos em sua plenitude, através de diretrizes para a implantação da política. O Art. 3º dessa lei descreve as diretrizes a saber:

Art. 3º Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade;

II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;

III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;

IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;

V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;

VI - a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

A gestão dos recursos hídricos com o amparo legal, permite realizar ações para minimizar os impactos provocados aos recursos hídricos através de um planejamento que objetiva preservar, prevenir e mitigar as ações antrópicas sobre o meio ambiente, visando evitar alguma deterioração de ordem física, química ou biológica. Dessa maneira é possível manter o recurso com maior segurança e manutenção ambiental (BRASIL, 1997).

O contexto da gestão das águas subterrâneas está intrinsecamente ligado ao uso múltiplo da água e manter a garantia de quantidade e qualidade, que por sua vez depende dos cuidados com o solo e com as águas superficiais. A demanda das cargas de poluição por esgotos domésticos degradam a qualidade das águas, tornando-as

contaminadas por bactérias e substâncias nocivas, as quais geram patologias importantes ao homem (ANDREOLI *et al*, 2012).

Portanto, as políticas de saneamento, que protegem os recursos hídricos, devem ser compreendidas no âmbito municipal integrado aos Poderes Executivos do Distrito Federal, visto que no âmbito local o planejamento e as questões de conservação são mais facilmente acompanhados. A Lei 9.433 no seu Art. 31 afirma que:

“Na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos” (BRASIL, 1997).

Partindo desse pressuposto, as políticas municipais são um ótimo mecanismo para possibilitar o adequado acompanhamento para as diversas situações dos recursos hídricos e do meio ambiente como todo, pois possibilita a ocorrência de ações para prevenir e dar a manutenção adequada para as políticas de saneamento. Um dos instrumentos disciplinadores que podem ser utilizados é o Plano Diretor. O Plano Diretor pode elencar várias vertentes de ordem ligada ao planejamento, uso e ocupação do solo, proteção e recuperação do meio ambiente, a fim de contribuir, entre outras coisas, aos cuidados inerentes aos recursos hídricos.

2.6 PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE ALAGOINHAS E O PLANO DIRETOR

A Política Municipal de Saúde Ambiental de Alagoinhas, Bahia, foi instituída pela Lei 1.460 em 03 de dezembro de 2001. Esta Lei dispõe sobre as vertentes do saneamento, visando à salubridade ambiental das pessoas. O Plano Municipal de Saneamento Ambiental compõe o Sistema Municipal de Saneamento Ambiental como um dos instrumentos da política ambiental.

De acordo Moraes *et al* (2001), o plano foi elaborado com a participação democrática, levando em consideração “os princípios de universalidade, equidade, integralidade, intersetorialidade, sustentabilidade, gestão pública e participação e controle social”. Representantes da sociedade civil, juntamente com técnicos do poder

público, e instituições de ensino superiores estaduais e federais participaram ativamente da elaboração (MORAES *et al*, 2001).

O referido plano foi dividido em 4 volumes (Volume I: Caracterização do Município; Volume II: Saneamento Ambiental: Diagnóstico, Avaliação e Propostas; Volume III: Plano De Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos de Alagoinhas; Volume IV: Apêndices). Nestes apresentaram as vertentes do saneamento, elencando detalhadamente o saneamento ambiental no município, dando diagnósticos, avaliação e propostas de mitigação no que tange o abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana (ALAGOINHAS, 2004).

As precariedades relacionadas ao saneamento também foram mencionadas minuciosamente através de pesquisa e análises, a fim de propor melhorias para sanar problemas relevantes no município. Dentre as situações citadas encontrou-se o elevado índice de nitrato em três poços da Estação Engenheiro Francisco Távora, onde observou que os poços 8, 11 e 22 apresentaram resultados superiores a 10 mg/L, este sendo o valor máximo preconizado pela Portaria 2914/11 (BRASIL, 2011).

O Plano Diretor também compõe a PMSA de Alagoinhas, o qual foi instituído com base na Lei Orgânica, através Lei Complementar nº 12 de 27 de dezembro de 2004. Esse plano, entre outras finalidades, visa buscar diversas maneiras de proteção ambiental, através de diretrizes de salubridade, de acordo ao Art. 32 parágrafo IV no que expressa “proporcionar segurança, saúde e bem estar da população”. Desta forma é possível garantir a salubridade ambiental e da saúde do homem (ALAGOINHAS, 2004).

Tendo como base a Lei Orgânica do município, o Plano Diretor converge como importante ferramenta para a implementação de diretrizes, a fim de orientar o desenvolvimento do município nos aspectos econômicos, sociais e territoriais, onde o poder público possa promover as condições que favoreçam o bem-estar dos munícipes, conforme afirma:

“Art. 1º As diretrizes e normas contidas nesta Lei Complementar têm por finalidade orientar o desenvolvimento econômico, social e territorial do Município, bem como consolidar as funções sociais da cidade e da propriedade, incentivando um desenvolvimento econômico e territorial socialmente justo e ambientalmente equilibrado, de forma a garantir o bem-estar dos munícipes.” (ALAGOINHAS, 2004)

A referida lei que institui o Plano Diretor é dividida em capítulos e subdivididas em seções, onde engloba uma diversidade de diretrizes do âmbito municipal para o seu devido cumprimento. Dentre as divisões encontra-se o Capítulo IX, das Disposições Finais e Transitórias, o qual menciona que a regulamentação ocorrerá em consonância às leis que tratarão: “Uso e Ocupação e Parcelamento do Solo; Código de Obras: Código de Posturas e de Preservação do Meio Ambiente” (ALAGOINHAS, 2004).

A partir do engajamento do poder público com as condições necessárias para o ambiente equilibrado, pressupõe que o cumprimento do plano é fundamental para a preservação e cuidados inerentes aos recursos hídricos, em especial no que tange as fontes de captação da água para os usuários do município, pois essa é realizada por poços tubulares que precisam estar isentos de contaminação proveniente de qualquer natureza, inclusive por ação antrópica.

Com base nisso, a regulamentação para conceder as condições dentro das especificidades fiscalizatórias no que diz respeito à água subterrânea, ficou a cargo do Código de Postura e de Preservação do Meio Ambiente (CPPMA), onde os órgãos que atuam ficam responsáveis em fiscalizar, contendo medidas de polícia administrativa, atuando como defensor municipal, ao cumprir as orientações emanadas no código (ALAGOINHAS, 2004).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Alagoinhas está situado no estado da Bahia, mais especificamente na Região Agreste/ Litoral Norte. Faz limites a norte com o município de Inhambupe, ao sul com o município de Catu, a leste com o município de Araçás, a oeste com o município de Aramari, a nordeste com o município de Entre Rios e a sudoeste com o município de Teodoro Sampaio. O referido município apresenta como característica marcante a qualidade da água subterrânea, a qual apresenta também grande potencial volumétrico (NASCIMENTO *et al*, 2006).

De acordo Nascimento *et al* (2006), o município de Alagoinhas tem em sua extensão o Aquífero São Sebastião, que por sua vez o recurso hídrico é apresentado em quantidade e qualidade. Nos últimos anos, o município tem sofrido mudanças consideráveis, pois três indústrias de bebidas se instalaram na cidade, estas tem alavancado a economia local, por aumentar os índices de empregos formais, principalmente devido a produção de insumos provenientes da água subterrânea (NASCIMENTO *et al*, 2006). A Figura 1 mostra a localização espacial do município de Alagoinhas.



Figura 1- Mapa geográfico da Bahia destacando Alagoinhas em vermelho
Fonte: Wikipedia,2018.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2010, Alagoinhas apresenta área de 707.380 km², uma densidade demográfica equivalente a 188,67 hab/km², com população de 141.949 habitantes. Estima-se que o censo 2017, o município terá 155.979 habitantes, tendo um aumento de aproximadamente 9,9% (IBGE, 2010).

No município, o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) é uma instituição municipal que gere o abastecimento de água, tanto na sede quanto na zona rural. A Estação Francisco Távora (Estação Sobocó) e a Estação Cavada distribuem água para toda zona urbana do município. A Estação Sobocó corresponde a aproximadamente 59% do número de ligações ativas no município (SAAE, 2018).

Na Estação Sobocó ocorre a captação de água através de bombas submersas, em 11 poços tubulares que variam entre 44 e 170 metros de profundidade, todos dentro da área da estação, a Figura 2 demonstra o poço 22.



**Figura 2- Poço 22 da Estação Sobocó.
Fonte: Autor, 2018.**

3.2 TIPO DE PESQUISA

De acordo a Gil (2008) a referida pesquisa apresenta um cunho explicativo. O fenômeno relacionado à alteração química da água de poços pertencentes a um dos sistemas de abastecimento da cidade de Alagoinhas-Ba. No que tange a complementaridade para busca de resposta do evento, a identificação das fossas sépticas nas residências foram o principal fator causal para verificar e auxiliar na resposta atribuída ao agente contaminante, as quais contribuíram na possível identificação do problema.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Amostragem da água dos poços, da água distribuída para população e da água do Rio Aramari

Foram realizadas doze coletas de água, sendo onze correspondentes aos poços tubulares e uma da água distribuída, a fim de verificar a quantificação do nitrato. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia colorimétrica, preconizada de acordo ao Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012). Foram amostrados os poços 6, 7, 8, 14, 17, 18, 19, 21, 22, 23 A e 23 B, todos dentro da área da estação, demonstrados na Figura 3.

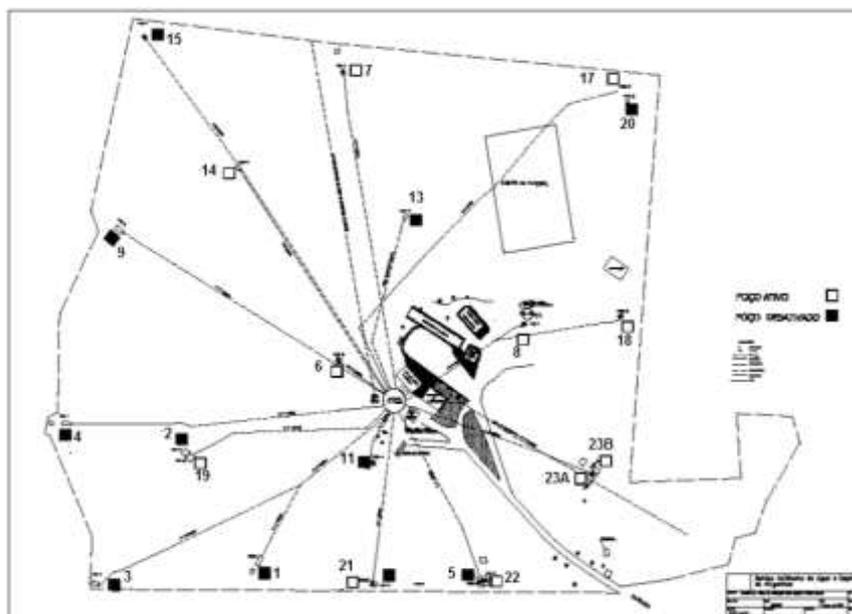


Figura 3- Localização espacial dos poços amostrados na Estação Francisco Távora
Fonte: Autor, 2018.

Foi também amostrada a água do Rio Aramari para verificar a influência do manancial na água subterrânea, pois esse rio encontra-se também próximo a poços da estação.

Com esse monitoramento da água dos poços, da água distribuída e do Rio Aramari, juntamente com o mapeamento deram subsídios para o possível diagnóstico da contaminação de poços da Estação Sobocó.

As amostras seguiram os padrões de coleta, armazenamento, transporte e análises da águas coletada. Para a realização das análises foi utilizado o equipamento Colorimeter DR 850 (Figura 4), no programa 50, o qual determinou a concentração de nitrato como $\text{NO}_3^- \text{N}$, no comprimento de onda de luz visível correspondente a faixa de 510 nm. Usado também o reagente Nitrate Ver para a determinação analítica e cubetas em vidro, onde o procedimento se deu por Procedimento Operacional Padrão (POP) no laboratório do SAAE, o qual foi realizado da seguinte forma: Tomou-se 10 mL de água destilada e colocou na cubeta (branco); Ligou o Colorímetro DR 850 da marca Hexis no programa 50, inseriu-se o branco e zerou o equipamento; Na segunda cubeta tomou-se 10 mL da amostra e adicionou-se o Reagente Nitrate Ver; Agitou-se vigorosamente por 1 minuto e deixou em repouso por 5 minutos; Inseriu-se no DR 850 e fez-se a leitura em $\text{NO}_3^- \text{-N}$.



Figura 4- Colorimetro DR 850 da HACH
Fonte: Tokogunapris.net

3.3.2 Mapeamento na área de captação e suas mediações

O mapeamento dos poços tubulares, das ruas e possíveis fossas e do Rio Aramari forneceram informações importantes para contribuir no desenvolvimento do trabalho, pois foi possível verificar a(s) influência(s) no processo de contaminação dos mananciais subterrâneos. A localização das fontes de contaminação foi primordial para inferir a magnitude do impacto na qualidade da água subterrânea.

O mapeamento das fossas sépticas foi realizado com os programas Google earth e Auto CAD. Os poços da Estação Sobocó foram localizados e calculado o distanciamento entre estes e as prováveis fontes de contaminação (fossas sépticas e o Rio Aramari). Através desse distanciamento e as informações normativas quanto a distância mínima de segurança, foi possível obter subsídios para diagnosticar o problema.

Na Figura 5, demonstra como pode ocorrer à contaminação do solo e lençol freático.

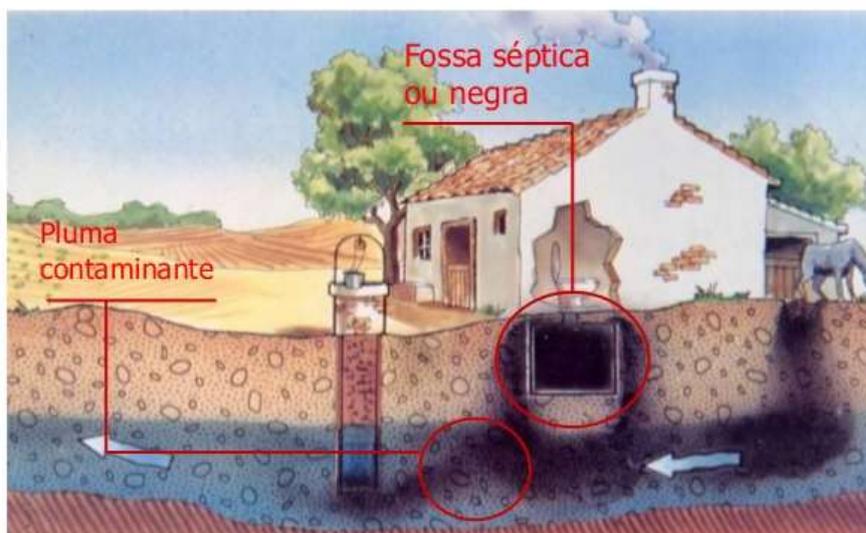


Figura 5- Imagem ilustrativa da Contaminação do lençol freático
Fonte: Slideshare.net, 2013.

Partindo do pressuposto que a percolação seja oriunda de fossas, a concentração encontrada na água depende do movimento do íon através da infiltração no solo de acordo a drenagem e a profundidade do lençol freático. O tipo de solo também é um fator importante para a infiltração, sendo que há favorecimento os solos arenosos por apresentarem predominância de macroporos decorrentes das partículas, conforme afirma Reinert & Reinert (2006) “o tamanho de poros relaciona-se ao tamanho de partículas e são considerados de natureza textural ou porosidade textural”, ocasionando boa drenagem, maior lixiviação, entre outras características (REINERT & REINERT, 2006).

Ao discorrer sobre a qualidade da água, os fatores atenuantes da percolação constituem comumente por agentes químicos e biológicos. Os ciclos biogeoquímicos apresentam peculiaridades que permitem a infiltração oriunda da transformação química gerada por microorganismos presentes no solo. O NO_3^- surge da degradação microbiana de compostos nitrogenados que entram em contato com o solo, possibilitando que, devido a grande mobilidade do nitrato, atinja áreas extensas pela lixiviação (KEMERICH et al, 2014). Essas áreas foram percebidas pelos resultados do nitrato na água dos poços, que serviram como fator de verificação do processo de lixiviação do íon no solo, e na sua influência na água dos poços.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES PARA QUANTIFICAÇÃO DO NITRATO NA ÁGUA DA ESTAÇÃO SOBOCÓ

Os dados da Tabela 1 dispõem de importantes informações, tanto na busca do diagnóstico quanto na forma de minimizar os problemas relacionados ao nitrato na água do subsolo. Como forma diagnóstica as questões de níveis estáticos e dinâmicos são os fatores que influenciam os poços a maior suscetibilidade aos riscos de contaminação. Entretanto para isso necessita que as fontes poluidoras condicionem a esse fenômeno, as quais possibilitam que ocorra alteração nas características da água.

Tabela 1- Informações gerais referentes aos poços da Estação Sobocó

Poços	V.A.	N.E.	N.D.	C.A.V
6	65 L/s	10,5 m	12,7 m	Não
7	24 L/s	4,0 m	7,15 m	Sim
8	24 L/s	11,85	14,85 m	Sim
11	Desativado	-	-	-
13	Desativado	-	-	-
14	13,6	2,5 m	6,7 m	Não
15	Desativado	-	-	-
17	22 L/s	5,98 m	11,27 m	Sim
18	31 L/s	16,05 m	17,06 m	Não
19	23 L/s	3,6 m	9,0 m	Não
21	26 L/s	8,1 m	15,0 m	Sim
22	52 L/s	13,5 m	21,3 m	Não
23 A	25 L/s	17,5 m	21,05 m	Não
23 B	22 L/s	9,4 m	38,0 m	Não

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Alagoinhas
 Nota: V.A= Vazão atual; N.E.= Nível Estático; N.D.= Nível dinâmico; C.A.V.= Capacidade de aumento de vazão.

A partir dos dados apresentados na Tabela 1 foi possível verificar que os níveis estáticos e dinâmicos dos poços são relativamente baixos, com a média de 9,36 metros e 15,87 metros, respectivamente, onde o poço 14 é o que apresenta menor nível estático com 2,5 metros e dinâmico com 6,7 metros, por está situado nas proximidades do Rio Aramari. Já o poço 23 A com nível estático de 17,5 metros e dinâmico de 38 metros, devido à elevação do relevo. Os poços que apresentaram aumento do íon na água retratam que os níveis estáticos e dinâmicos não impediram a contaminação, que é o exemplo do poço 23A, o qual teve um aumento de 122% do nitrato na comparação com o resultado do PMSA.

A informação quanto o aumento das vazões dos referidos poços se deu considerando o nível dinâmico e a profundidade dos poços, onde foi verificado que haveria possibilidade de aumento de vazão dos poços 7, 8, 17 e 21, estes podendo atingir 30 L/s, 30 L/s, 35 L/s e 40 L/s, respectivamente (SAAE, 2018). No entanto, desses, o poço 8 encontra-se com índice de nitrato elevado. Dessa forma o aumento de vazão de poços com baixo índice de nitrato tende a diluir o íon e conseqüentemente reduzir a concentração na água distribuída. Além disso, é possível que a redução da vazão dos poços com elevada concentração de nitrato também contribua para essa redução na água fornecida.

Quando se fala em suscetibilidade, os poços que apresentaram maiores aproximações com as fossas são os mais afetados, mesmo esses correspondendo aos poços com maiores níveis estáticos e dinâmicos que são os poços 22, 23 A e 23 B, pois a lixiviação tende a prejudicar gradativamente lençol freático, através da porosidade do terreno, proporcionando modificações nas características do solo e água subterrânea. Como o nitrato é um íon persistente, a concentração pode sofrer elevações caso a fonte poluidora esteja condicionando no meio.

Quanto às informações de vazões dos poços e a capacidade de aumento de vazão são bem relevantes, pois com essas será possível realizar intervenções para minimizar as concentrações de nitrato da água distribuída, contribuindo para a manutenção da qualidade ao assegurar o controle do íon, dentro do que rege a portaria.

Os resultados obtidos no PMSA e do laboratório do SAAE estão expressos conforme Tabela 2.

Tabela 2- Informações das análises do PMSA (2004) e análises atuais (2018)

Amostras	PMSA 2004 (mg/L)	Análise 2018 (mg/L)	Aumento (%)
Poço 6	2,05	8,4	310
Poço 7	2,68	4,9	83
Poço 8	11,18	19,6	75
Poço 14	<0,20	0,9	>350
Poço 17	<0,20	<0,20	0
Poço 18	n/c	19,6	-
Poço 19	n/c	1,3	-
Poço 21	1,41	2,6	85
Poço 22	12,54	19,8	58
Poço 23 A	6,83	15,2	122
Poço 23 B	n/c	1,2	-
Água distribuída	-	9,2	-
Água do Rio	-	4,5	-
Aramari			

Fonte: Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Alagoínhas
Nota: n/c= Não consta resultado

Nas amostras realizadas, os índices de nitrato apresentaram situações notadamente elevados, especialmente comparados com o PMSA, ao verificar resultados muito acima de 10 mg/L e o percentual de elevação dos índices. Dos poços que apresentaram nitrato acima do VMP, o poço 22 foi o que verificou maior concentração do íon, sendo o poço mais vulnerável.

Conforme demonstrado na Tabela 2, com exceção do poço 17, todos os poços apresentaram elevação do índice de nitrato nas amostras coletadas, sendo que no poço 6 houve um aumento de 310% comparando com a informação do mesmo, no PMSA. Dos 11 poços ativos, foram observados concentração de nitrato superiores a 10 mg/L nos poços 8, 18, 22 e 23 A, sendo que a profundidade, o nível estático, o distanciamento dos poços com as fossas sépticas, possivelmente, influenciaram na contaminação. Portanto, fica evidente que houve percolação de NO_3^- , onde o aumento

da concentração pressupõe a persistência e elevação da extensão da área afetada pelo íon, decorrente da lixiviação.

4.2 MAPEAMENTO DA ÁREA DE CAPTAÇÃO, FOSSAS E RIO ARAMARI

O mapeamento ocorreu através de informações dos residentes. A Figura 3 mostra o mapeamento da área com a localização das fossas e rede de coleta de esgoto e da área na proximidade do Rio Aramari.

A Figura 6 identifica a localização das fossas sépticas e do poço 22.

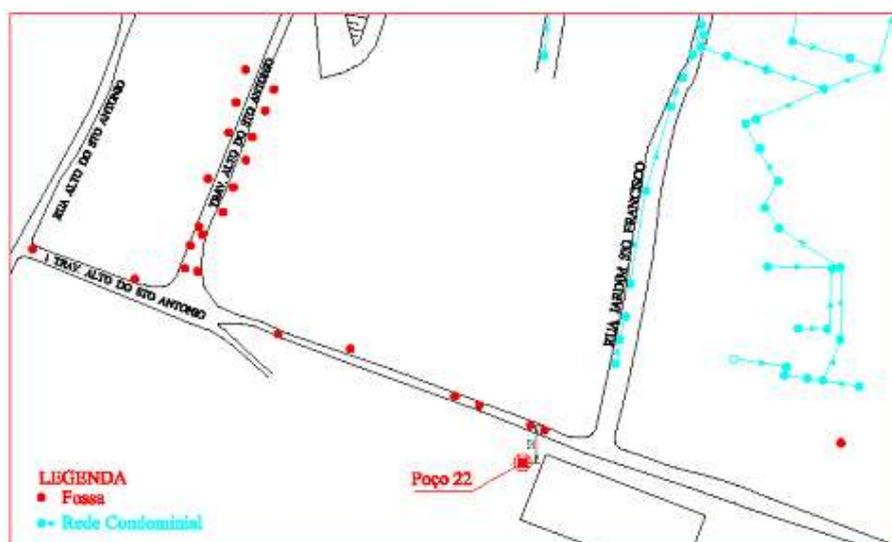


Figura 6- Identificação das fossas sépticas, do poço 22 e Rede condominial de esgoto
Fonte: Autor, 2018.

De acordo com a Figura 6, é possível verificar a influência das fossas das residências para o processo de lixiviação do nitrato no solo e conseqüentemente na água dos poços da Estação Sobocó. Esta incidência, persistência e elevação do índice nas águas analisadas, torna mais tangível que essas fontes poluidoras têm contribuído para a contaminação dos poços, em especial o poço 22 que apresentou maior índice de NO_3^- , onde o seu distanciamento das fossas é o menor, comparado aos demais poços. A rua localizada paralela a Estação Sobocó foi constatada a presença de 8 fossas.

As Figuras 7 e 8 mostram as imagens das ruas paralela e perpendicular à estação.



Figura 7- Imagem da rua paralela a Estação Sobocó onde apresenta fossas próximas ao poço 22. Fonte: Autor, 2018.



Figura 8- Imagem da rua perpendicular a Estação Sobocó onde apresentou maior quantidade de fossas. Fonte: Autor, 2018.

A Figura 9 mostra a localização dos poços da Estação Sobocó e do Rio Aramari.



Figura 9- Vista aérea da Estação Sobocó, identificando poços (em vermelho) e Rio Aramari (em verde)
Fonte: Autor, 2018.

A água distribuída pelo SAAE, destinada a consumo humano apresentou resultado satisfatório (9,2 mg/L de NO_3^- -N), ou seja, dentro dos padrões de potabilidade de acordo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde. O resultado satisfatório é decorrente à diluição proveniente da mistura da água dos poços da Estação Sobocó, que apresentam nitrato em baixa concentração, porém deve ser considerada uma situação de alerta, por atingir resultado próximo ao VMP.

Quanto à análise do Rio Aramari que fica situado na margem oeste da estação (Figura 7), foi realizado o teste analítico para verificar também o parâmetro, a fim de saber da sua influência para com os poços próximos. O resultado da amostra apresentou satisfatório com 4,5 mg/L de NO_3^- , onde de acordo a Resolução Conama 357/2006 deve ter o VMP de 10 mg/L. Dos poços da estação que se localizam nas mediações encontra-se o 15 (atualmente desativado) e o 14, que foi encontrada concentração de 0,9 mg/L, dentro dos padrões perante a legislação, no entanto com elevação do índice comparando com o PMSA, conforme Tabela 2.

Com o resultado da análise do rio presume-se ser possível a influência do rio e do solo no aumento do nitrato nos últimos 14 anos, visto que as chuvas influenciam de forma imediata na concentração devido à diluição no manancial superficial. Desta

forma, em alguns períodos do ano o íon pode atingir valores maiores do que 4,5 mg/L, sendo necessário a exploração do estudo da análise da água também em período seco, e além disso, fazer análise do solo no fundo do rio para verificar o nível de NO_3^- nesta área, a fim de saber acerca da percolação oriunda da influência da água do rio.

4.3 DIAGNÓSTICO DA CONTAMINAÇÃO E ANÁLISE DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO E DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL

Com a compilação dos dados e resultados analíticos foi possível reconhecer a influência das fossas como fonte de poluição, provocando na água do subsolo contaminação por nitrato, onde essas apresentaram estrita relação pontual com os poços que estão comprometidos. O PMSA relata que 3 poços continham nitrato elevado e atualmente, os resultados comprovaram a existência de 4 poços comprometidos pelo ânion.

A Figura 10 descreve a evolução do nitrato das análises que constam nos dados do PMSA e nos resultados deste ano.

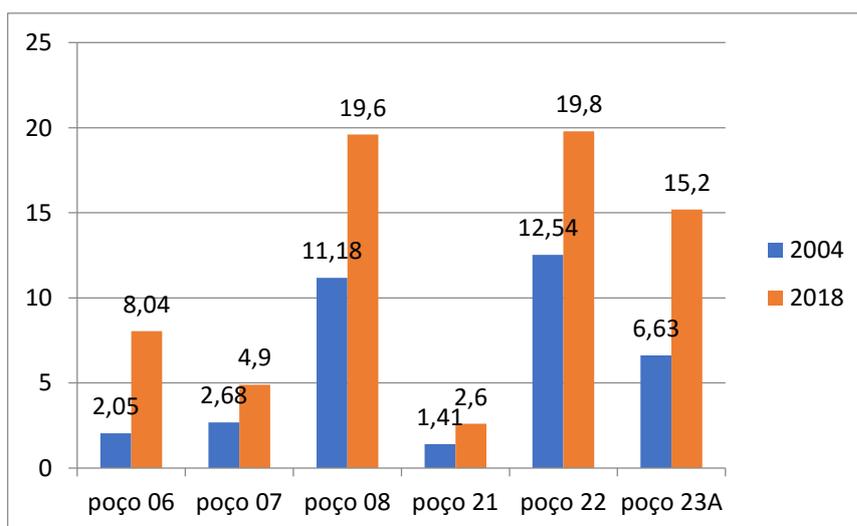


Figura 10- Gráfico comparativo de alguns poços da Estação Sobocó
Fonte: Autor, 2018.

Os resultados demonstrados nos gráficos denotam que os índices atingiram uma situação de atenção, pois as elevações alcançaram níveis de contaminação importantes, sendo as fossas, as contribuintes dessa condição. Por este motivo a aplicabilidade das ações de proteção do recurso hídrico deve ser efetivado. A falta do cumprimento do Plano Diretor de Alagoinhas permitiu o aumento do número de residências sem os devidos critérios no que tange a proteção dos recursos hídricos, especialmente nas proximidades da área de captação de água para consumo humano.

Foram observadas nas mediações da Estação Sobocó que os moradores utilizam fossas sépticas para o destino dos seus esgotos, totalizando 24 unidades. Diante disso, essas fossas estão contribuindo para a contaminação da água por nitrato proveniente da matéria orgânica em consequência da decomposição das bactérias nitrificantes, e da lixiviação do íon. Os poços que apresentaram resultados superiores a 10 mg/L de NO_3^- , encontram-se mais próximos das fossas das residências, levando a entender que a ocorrência do nitrato na água tem influência dessas fontes poluidoras.

A menor distância encontrada entre fossa/poço está o poço 22 com aproximadamente 16 metros, onde foi verificado o maior índice de nitrato na água com 19,8 mg/L. A Norma NBR 7229 Projetos, Construção e Operação de sistemas de tanques sépticos recomenda que haja uma distância horizontal mínima de “15,0 m de poços freáticos e de corpos de água de qualquer natureza” compreendendo que a fossa atende as especificações das normas técnicas (ABNT, 1993), no entanto devido aos baixos níveis estáticos e dinâmicos dos poços e a característica do solo permitiu a percolação e aumento na extensão da área afetada pelo íon.

Os demais poços localizam-se em distâncias maiores, desses, os poços 8, 18 e 23 A se apresentaram também comprometidos pelo íon acima de 10 mg/L, desses o 23 A foi o que se verificou maior implicação de nitrato na água com um crescimento de 122%, comparado com o resultado mostrado no PMSA, onde se verifica que houve persistência e o aumento da percolação pelo nitrato na água.

Quanto ao poço 6, o avanço quantitativo do íon na água revela uma situação anômala dos demais no que se refere a distância das fontes poluidoras, no entanto o poço 11, atualmente não utilizado para a captação de água, apresentou no PMSA

resultado acima do VMP, o qual se encontra há aproximadamente 30 metros do poço 6. O acréscimo de nitrato no poço 6 chegou ao índice de 310% ao comparar com o plano, logo subentende-se que a lixiviação conduziu o íon há uma extensão preocupante, apesar de ser encontrado resultado analítico de 8,4 mg/L, considerado satisfatório de acordo a legislação vigente.

Com a compilação das informações, a priori é possível reduzir o índice de nitrato da água distribuída com a permuta de poços e aumento de vazões. Os dados fornecidos de vazões permitem verificar que é possível a permuta das bombas do poço 22 pelo 21, reduzindo a vazão do 22 e aumentando do 21 de 26 L/s para 35 L/s, levando em consideração que não diminua no volume total captado desses. Também é possível a elevação da vazão do poço 17 de 22 L/s para 40 L/s e do poço 7 de 24 L/s para 30 L/s, de acordo informações da Coordenação de Operação e Manutenção do SAAE. Com isso, o índice de nitrato da água distribuída tende a reduzir, melhorando em qualidade e quantidade da água fornecida para os usuários do serviço.

Para minimizar os índices de nitrato dos poços é necessária a adoção de ações pertinentes, estas com a efetivação do esvaziamento e posteriormente o entupimento das fossas identificadas, conforme Figura 7, e que seja implantada, após estudos de engenharia, por parte do SAAE, rede coletora de esgoto, destinando o efluente à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) situada no próprio bairro.

Com a aplicação das medidas mitigadoras, o monitoramento frequente possibilitará verificar o comportamento do nitrato nos poços da Estação Sobocó, visto que o processo de lixiviação tende a permanecer, pois a persistência do NO_3^- no solo provavelmente conduzirá o íon ao lençol freático, dando continuidade na percolação do nitrato na água, porém sendo reduzido gradativamente. Desta maneira, as ações apresentadas, possivelmente serão lentamente percebidas, no entanto sendo a contaminação minimizada, onde a remoção das fontes poluidoras tem como consequência o restringimento do NO_3^- no solo e na água subterrânea.

Levando em consideração que a gestão municipal é a grande responsável pelas questões de ordenamento do uso e ocupação do solo aplicado na Lei Orgânica e no Plano Diretor, onde a situação encontrada requer atenção especial, pois se trata de ações de saneamento ambiental, onde a proteção dos poços da Estação Sobocó com ações que visam não somente a preservação do recurso natural, como também a saúde da população, com medidas profiláticas para que o nitrato da água distribuída

não atinja índice superior a 10 mg/L, assegurando com isso a permanência da qualidade do líquido distribuído.

O devido atendimento das ações compreende também a gestão das águas no que tange “a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental”, conforme Lei 9.433/97 Cap I, Art. IV (BRASIL, 1997), onde as influências negativas da falta do saneamento básico através do esgotamento sanitário adequado deixem de afetar a água subterrânea da estação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância da quantidade e qualidade da água para consumo humano contribui para a manutenção da saúde da população. As águas naturais e subterrâneas são utilizadas para abastecimento das cidades, e para que isso ocorra é indispensável que seja fornecida dentro dos padrões de potabilidade, obedecendo a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde.

Ao avaliar o nitrato nos poços tubulares da Estação Sobocó, foi verificado que em 4 dos 11 poços em operação apresentaram concentrações anômalas, por atingirem índices acima do VMP de 10 mg/L, conforme portaria. Desta forma os resultados analíticos denotaram a contaminação por nitrato nos poços 8, 18, 22 e 23 A, onde comparando com os dados do PMSA, verificou-se que dois desses já haviam sido citados com elevada concentração do íon. Quanto a água distribuída, esta se encontra com índice de nitrato dentro dos padrões, devido o processo de diluição das águas dos poços.

Vale ressaltar que os compostos nitrogenados oriundos dos excrementos sofrem decomposição, e através do ciclo biogeoquímico, o nitrogênio presente nos compostos sofre oxidações até atingir o composto mais estável, o nitrato. Este por meio da percolação pode atingir o lençol freático e causar alteração das condições hídricas. O nitrato representa riscos à saúde humana, caso seja consumida a água com índice elevado, onde pode causar a metemoglobinemia em crianças e “a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas”, de acordo a Kindlein (2010), podendo gerar o câncer gastrointestinal.

Partindo do pressuposto que as 24 fossas identificadas nas mediações da estação foram a causa da contaminação, esta se deu inicialmente pela não observação dos cuidados no que tange a proteção dos mananciais, onde a urbanização local, sem a devida observação do poder público e da falta de política pública, condicionaram os excrementos de maneira que afetaram a água do subsolo causando importante alteração na sua característica.

Mesmo com a aprovação do Plano Diretor em 2004, o qual, através da política de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo aprovada no mesmo ano, não restringiu acerca dos cuidados referentes à Estação Sobocó. Desta forma, as questões relacionadas ao zoneamento de áreas de preservação, em especial de mananciais de

captação de água para consumo, necessitam de maior atenção por parte do órgão que trata da fiscalização, sob as regras emanadas no Código de Postura do município.

Em suma, com base nas medidas mitigadoras, vale ressaltar que as ações que devem ser desenvolvidas possibilitam que a água distribuída reduza a concentração com o aumento de vazões de poços que se encontram com índices de nitrato aceitáveis. A outra é a eliminação das fossas (esvaziamento e aterramento) e ampliação de rede coletora de esgoto para o transporte do efluente dessas residências até uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), fazendo com que o nitrato na água do subsolo seja reduzido à concentração gradativamente.

Este estudo visa também contribuir na gestão municipal, aplicando medidas mitigadoras na política ambiental no que tange os recursos hídricos, realizando o controle adequado de proteção das áreas de captação de água subterrânea, sendo esta suscetível à contaminação por águas residuais domésticas lançadas em fossas sépticas, onde a lixiviação do nitrato corresponde como substância indesejada, a qual em excesso pode desenvolver patologias no ser humano

Novos estudos relacionados à remoção dos nitratos da água subterrânea devem ser realizados acerca da remediação, preferencialmente utilizando tecnologias que possam reduzir a concentração de compostos nitrogenados no solo e na água, haja vista que a profilaxia através da proteção dos mananciais, por meio do controle do uso e ocupação do solo, das instalações de rede de esgotos contribuem para a manutenção da água subterrânea.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7229**. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, (set/1993)

ALAGOINHAS. Prefeitura Municipal. **Lei nº 12 de 27 de dezembro de 2004**. Aprova o Plano Diretor do Município de Alagoinhas. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-alagoinhas-ba>. Acesso em: 12 de janeiro de 2018.

ALAGOINHAS. Prefeitura Municipal. **Lei nº 1.460 de 03 de dezembro de 2001**. Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas, 2001 Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ba/a/alagoinhas/lei-ordinaria/2001/146/1460/lei-ordinaria-n-1460-2001-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-saneamento-ambiental-de-alagoinhas-seus-instrumentos-e-da-outras-providencias-2015-12-17-versao-consolidada>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

ALAGOINHAS. Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 14, de 27 de dezembro de 2004**. Institui o Código de Posturas e de Preservação do Meio Ambiente do Município de Alagoinhas e dá Outras Providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/codigo-de-posturas-alagoinhas-ba>. Acesso em: 15 de março de 2018.

ALAGOINHAS. Prefeitura Municipal. **Lei nº 1.737, de 27 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo e dá Providências Correlatas. Disponível em: https://www.alagoinhas.ba.gov.br/wp-content/uploads/2015/11/Lei_1737-2004.pdf. Acesso em: 17 de março de 2018

ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; DONHA, A. G.; KOTINDA, A. C. P. **A Relação da Qualidade e Quantidade da Água no Ambiente Urbano e Rural**. Disponível em: http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/30_A-relacao-da-qualidade-e-quantidade.pdf. Acesso em 18 de abril de 2018.

BARBOSA, C. M. S.; MATTOS, A. **Conceitos e Diretrizes para Recarga Artificial de Aqüíferos**. Natal (2008). Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23657/15733>. Acesso em: 18 de março de 2018.

BIGUELINI, C. P.; GUMY, M. P. **Saúde Ambiental: Índices De Nitrato Em águas subterrâneas de poços profundos na região sudoeste do Paraná**. Paraná 2012. Vol. 14. n. 20. Jul/Dez 2012. pp. 153-175. Disponível em: e-

revista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/download/8724/6724. Acesso em: 05 de novembro de 2017.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 08 de novembro de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2914 de 05 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>. Acesso em: 05 de março de 2018.

BRASÍLIA. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. **Cuidando das Águas**. Soluções para melhorar a qualidade dos Recursos Hídricos. Distrito Federal, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf>. Acesso em 22 de março de 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Editora Atlas. S/A. São Paulo 2008. p. 26-30. Disponível em: <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>. Acesso em: 08 de novembro de 2017.

HOSTER, A.; SILVA, A. G. da; STRANO, G.; NAKAMOTO, R. S. **Águas Subterrâneas** 2008. Disponível em: http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20121205103255.pdf. Acesso em: 03 de fevereiro de 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Senso Demográfico do Município de Alagoinhas, Bahia. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/alagoinhas/panorama>. Acesso em: 15 de março de 2018.

KAMINISHIKAWAHARA, K. K.; KOZAKA, M. V.; UYETA, M. Y.; JESUS, M. R.; OHMURO, M. L. **Contaminação por Nitrato do Aquífero Bauru em Meio Urbano**. São Paulo, 2011. Disponível em: www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=6463. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

KEMERICH, P. D. C.; FLORES, B. A.; FLORES, C. E. B.; SILVEIRA, R. B. da; FRANÇA, J. R.; BORBA, W. F.; GERHARDT, A. E., BARRO, G. **Determinação de Amônia, Nitrito e Nitrito em Solo de Área Ocupada por Aterro Sanitário.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/312404392>. Acesso em: 10 de março de 2018.

KINDLEIN, C. P. **Determinação do Teor de Nitratos e Nitritos na Água de Abastecimento do Município de Nova Santa Rita.** Canoas, 2010. Disponível em: https://biblioteca.unilasalle.edu.br/docs_online/tcc/graduacao/quimica_bacharelado/2010/cpkindlein.pdf. Acesso em: 09 de junho de 2018.

LEE, J. D. **Química não tão concisa.** Editora Blucher. Tradução da 5ª ed. Inglesa. São Paulo, 1999.

LIMA, R. N. S.; RIBEIRO, C. B. M.; BARBOSA, C. F.; ROTUNO FILHO, O. C. **Estudo da poluição pontual e difusa na bacia de contribuição do reservatório da usina hidrelétrica de Funil utilizando modelagem espacialmente distribuída em Sistema de Informação.** Juiz de Fora, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v21n1/1413-4152-esa-21-01-00139.pdf>. Acesso em: 18 de abril de 2018.

MORAES, R. L. S.; REIS, M. G. C.; ZANTA, V. M.; LUZ, L. D.; MAGALHÃES, S. R.; FILHO, O. S. S. A.; NASCIMENTO, S. A. M.; SILVA, B. J.. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas.** Bahia, 2001. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR06462_Moraes.pdf. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

NASCIMENTO, S. A. N.; MORAES, L. R. S.; REIS, M. G. C.; SANTANA, A. V. A. **Estudo Quali-Quantitativo das Águas Subterrâneas no Município de Alagoinhas-Bahia Como Componente do Plano Municipal de Saneamento Ambiental.** São Paulo, 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22647>. Acesso em: 05 de novembro de 2017.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Mapa da Bahia.** Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/mapas-do-brasil/mapa-da-bahia>. Acesso em: 08 de abril de 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ALAGOINHAS. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas.** Tomo I Vol. II (p. 192-198). Salvador, 2004.

REINERT, D. J.; REINERT, J. M. **Propriedades física do solo**. Santa Maria, 2016, Disponível em: https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf. Acesso em: 05 de março de 2018.

RESENDE, A. V. **Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água por Nitrato**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/546464/1/doc57.pdf>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2018.

RIBEIRO, P. H. **Contribuição ao banco de dados brasileiro para apoio a avaliação do ciclo de vida: fertilizantes nitrogenados**. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-31032010-114700/pt-br.php>. Acesso em: 12 de março de 2018

ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A.; AMBROZINI, B. **Importância da Compreensão dos Ciclos Biogeoquímicos para o Desenvolvimento Sustentável**. São Carlos (2003). Disponível em: <http://www.iqsc.usp.br/iqsc/servidores/docentes/pessoal/mrezende/arquivos/EDUC-AMB-Ciclos-Biogeoquimicos.pdf>. Acesso em: 15 de janeiro de 2018.

SAAE- SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO. **Relatório referente à Estação de Abastecimento de Água Engenheiro Francisco Távora**. Alagoinhas, 2018.

SOARES, R. C. V. **Caracterização do Fluxo Subterrâneo das Águas na Porção Sudoeste da Bacia Representativa de Juatuba**. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/697M.PDF>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2018.

SLIDESHEARE. **Ocupação Urbana e Contaminação das Águas Subterrâneas por Nitrato**. São Paulo, 2013. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/igeologicosp/ocupao-urbana-e-contaminacao-das-guas-subterneas-por-nitrato>. Acesso em: 05 de novembro de 2017.

VARNIER, C.; IRITANI; HIRATA, R. **Contaminação da Água Subterrânea por Nitrato no Parque Ecológico do Tietê** - São Paulo, Brasil. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/1303/0>. Acesso em: 22 de janeiro de 2018

VARNIER, C.; IRITANI, M. A.; VIOTTI, M.; ODA, G.H.; FERREIRA, L. M. R. **Nitrato nas águas subterrâneas do Sistema Aquífero Bauru, área urbana do Município de Marília (SP)**. Revista Instituto Geológico, v. 31, n. 1-2. São Paulo (2010). Disponível em: <http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rig/article/view/8922/8188>. Acesso em: 25 de janeiro de 2018.