

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ – UTFPR
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CAMPUS FRANCISCO BELTRÃO

CAMILA ESTER HOLLAS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA
PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO BELTRÃO – PARANÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO

2015

CAMILA ESTER HOLLAS

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA
PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO BELTRÃO - PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental da UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão.

Orientadora: Prof.^a M.^a Priscila Soraia da Conceição

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Elisângela Düsman

FRANCISCO BELTRÃO

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA
PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO BELTRÃO – PARANÁ**

por

Camila Ester Hollas

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 13:00 horas e 30 min., do dia 26 de novembro de 2015, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Marcelo Bortoli

Coordenador do Curso de Engenharia
Ambiental

Priscila Soraia da Conceição

Professora Orientadora

Naimara Vieira do Prado

Membro da Banca

Elisangela Düsman

Professora Coorientadora

Denise Andréia Szymczak

Professora do TCC2

“A folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

À Deus.

À minha Família.

Em especial aos meus Pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me acompanhar durante toda uma jornada.

Aos meus pais, Eden e Lisebeth, bem como aos meus irmãos Daniel e Gabriel, por todo o amor, carinho, incentivo e apoio.

Aos meus Avós, Amandio e Helga por apoiaram, me incentivaram, e me cuidarem durante esse tempo.

Ao meu noivo Pedro André, que mesmo nos momentos mais complicados me prestou apoio.

Aos meus Tios Alexandre e Elisandra, e aos meus primos Marlon e Mateus, pela ajuda prestada nesses anos.

A minha orientadora Priscila e minha Coorientadora Elisângela pela orientação e dedicação.

As professoras Naimara e Ticiane, que com suas contribuições e conhecimentos auxiliaram neste projeto.

Agradeço a todos os professores por me proporcionarem o conhecimento no processo de formação, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por fornecer condições para a realização deste sonho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

[...] A água flui por toda a terra conectando o mundo inteiro se alguma coisa tem propriedades místicas, se alguma coisa tem magia, eu diria que é a água [...] (HOROWITZ; KITSIS, 2011).

RESUMO

HOLLAS, Camila E. **Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para abastecimento na zona rural do município de Francisco Beltrão – Paraná**. 2015. 164 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

Os mananciais subterrâneos, assim como os superficiais, em decorrência da atividade antrópica, estão cada vez mais poluídos. Isso decorre de diversos fatores, que, em sua maioria, estão ligados a disposição inadequada de resíduos, lançamento de efluentes, entre outras ações que comprometem o ambiente como um todo. Com isso, a análise da água é indispensável para determinar e avaliar a situação em que se encontram os mananciais que abastecem a população, uma vez que uma parcela significativa da população mundial é abastecida por mananciais subterrâneos. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade da água subterrânea proveniente de poços comunitários das comunidades Rio Pedreiro, Volta Alegre e Rio Pedreirinho, localizadas na zona rural do município de Francisco Beltrão, localizado no estado do Paraná. Para isso, foram analisados parâmetros físicos, condutividade elétrica, turbidez e sólidos totais dissolvidos; parâmetros químicos, pH, ferro total, dureza total, nitrato; e parâmetros biológicos, os coliformes termotolerantes. Além desses, foram realizados testes para verificar a toxicidade das amostras, utilizando os organismos *Allium cepa* L. e *Artemia* sp. como bioindicadores. Determinou-se o uso e ocupação do solo por meio de observações *in loco* da área estudada, bem como do emprego da fotointerpretação para a confecção de cartas. De posse dos dados de uso e ocupação do solo, relacionou-se este com a qualidade da água analisada, por meio de análises estatísticas. Os dados obtidos com a pesquisa foram divulgados a população para informar a mesma sobre a qualidade da água ingerida. Pode-se observar que os recursos analisados, apresentam boas condições, atendendo os requisitos estabelecidos na legislação vigente. Verificou-se que os parâmetros pH, condutividade elétrica, turbidez e coliformes termotolerantes apresentaram variação estatisticamente significativa ao longo do ano, variação essa possivelmente relacionada à sazonalidade. Sanitariamente o recurso não apresentou restrições, a não ser pelo fato de apresentar contagem de coliformes termotolerantes, característica que pode ser solucionada com a desinfecção do recurso. As amostras não apresentaram características tóxicas em nenhum dos testes analisados. Quanto ao uso e ocupação do solo local, foi observado que as áreas no entorno dos poços são ocupadas por lavouras, pastagens e fragmentos de vegetação, sendo que a proteção dos poços não ocorre de maneira efetiva, o que pode ter comprometido a qualidade do recurso. Ao relacionar as características físicas e químicas das amostras com os resultados de uso e ocupação do solo local pode-se constatar que os mesmos não possuíam relação significativa por meio do teste de Pearson. Após a divulgação dos dados a população, foi confeccionado um abaixo assinado pelos

moradores das comunidades em estudo, solicitando a instalação de uma bomba de cloro, buscando melhorar a qualidade do recurso. Ao final do trabalho pode-se concluir que os recursos analisados apresentaram uma qualidade satisfatória comparada a legislação, sendo que a desinfecção dos recursos deve ser efetivada a fim de garantir maior segurança do abastecimento da população.

Palavras chave: Uso e ocupação do solo. Potabilidade. Análises físico-químicas. Toxicidade.

ABSTRACT

HOLLAS, Camila E. **Evaluation of the quality of groundwater used for supply in rural municipality of Francisco Beltrão-Paraná.** 2015. 164 f. Work of conclusion of course (Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2015.

The underground springs, as well as the surface as a result of human activity, are increasingly polluted. This stems from several factors, which, in most cases, are linked to the improper disposal of waste, discharge of effluents, among other actions that compromise the environment as a whole. Thus, the analysis of water are necessary to determine and evaluate the situation in which they are the springs that supply the population, since a significant portion of the world's population is fed by underground springs. Given the above, this study aimed to evaluate the quality of underground water from community wells, such as community Mason River, Volta Alegre and Rio Pedreirinho, located in the rural municipality of Francisco Beltrao, located in the state of Parana. To this, they were analyzed physical, electrical conductivity, turbidity and total dissolved solids; chemical parameters, pH, total iron, total hardness, nitrate; and biological parameters, the fecal coliform. Besides these tests to check the toxicity of the samples were performed using organisms *Allium cepa* L. and *Artemia* sp. as bio-indicators. It was determined the use and occupation of land by means of in situ observations of the study area as well as the use of photo-interpretation for making cards. Having the data of land use and occupation, this is related to the quality of the water analyzed by means of statistical analysis. The data obtained from the study were published to inform the population about the same quality of water intake. It can be observed that the resources analyzed are in good conditions, meeting the requirements of current legislation. It was found that the parameters pH, conductivity, turbidity and fecal coliforms showed statistically significant variation throughout the year, this variation possibly related to seasonality. Sanitary recourse showed no restrictions, except for the fact that it presents fecal coliform count, a characteristic that can be solved with disinfection of the resource. The samples showed no toxic characteristics analyzed in any of the tests. As for the use and occupation of the local soil, it was observed that the areas around the wells are occupied by crops, pastures and vegetation fragments, and the protection of wells does not occur effectively, which may have compromised the quality of the resource . By linking the physical and chemical characteristics of the samples with the results of local use and land cover it can be seen that they had no significant relationship through the Pearson test. After the release of the data the population, it was made a petition by residents of the communities under study, requesting the installation of a chlorine bomb, seeking to improve the quality of the resource. At the end of the work it can be concluded that the analyzed funds showed a satisfactory quality compared to legislation, and the disinfection of resources must be made to ensure greater security of supply of the population.

Key words: Soil use and occupation. Potability. Physical and chemical analysis. Toxicity.

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

EDTA – Na - Ácido etilenodiamino tetra-acético

FTU – Unidades de Turbidez Formazina

GPS - global positioning system (sistema de posicionamento global)

IAP – Instituto Ambiental do Paraná

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social

ITCG- Instituto de Terras Cartografia e Geociências

Km – Quilometro

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

nm - nanômetro

pH – Potencial Hidrogeniônico

μ – micro – 10^{-6}

mg/L – miligramas por litro

μS/cm - microsiemens por centímetro

mg CaCO₃/L – miligramas de carbonato de cálcio por litro

IM – Índice mitótico

IMG – Índice Mutagênico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do município de Francisco Beltrão.	31
Figura 2 – Mapa de localização das comunidades.	32
Figura 3 – Mapa de localização dos centros comunitários e os poços.	32
Figura 4 – Esquema do ensaio com <i>A. cepa</i> L. (cebola).	39
Figura 5 - Representação gráfica da variação do pH ao longo do ano e comparação com a legislação.	43
Figura 6 - Representação gráfica dos resultados de condutividade elétrica obtidos nos três poços, nas distintas coletas realizadas.	45
Figura 7 - Representação gráfica da variação da turbidez ao longo do ano e comparação com a legislação.	46
Figura 8 - Representação gráfica da variação dos sólidos totais dissolvidos ao longo do ano e comparação com a legislação.	48
Figura 9 - Representação gráfica dos resultados da dureza total, obtidos nos três poços nas distintas coletas realizadas.	49
Figura 10 - Representação gráfica da variação do ferro total das amostras ao longo do ano e comparação com a legislação.	51
Figura 11 - Representação gráfica dos resultados de nitrato das amostras, obtidos nos três poços nas distintas coletas realizadas.	53
Figura 12 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Rio Pedreiro e comparação com a legislação.	54
Figura 13 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Rio Pedreirinho e comparação com a legislação.	54
Figura 14 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Volta Alegre e comparação com a legislação.	55
Figura 15 - Representação gráfica dos percentuais de índices mitóticos das amostras, referentes a primeira coleta, mês de julho. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.	57

Figura 16 - Representação gráfica dos percentuais dos índices mitóticos das amostras, referentes à segunda coleta, mês de julho. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.	57
Figura 17 - Representação gráfica dos percentuais dos índices mitóticos das amostras, referentes a terceira coleta, mês de setembro. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.	57
Figura 18 - Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes à primeira coleta, mês de abril.	62
Figura 19 - Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes a segunda coleta, mês julho.	63
Figura 20 - Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes a terceira coleta, mês setembro.	63
Figura 21 - Alterações cromossômicas encontradas nos tratamentos com as águas dos poços em estudo, em células de raiz de <i>Allium cepa</i> (microfotografias obtidas com a objetiva de 40 vezes). A) Metáfase-desorganizada ; B) Anáfase multipolar; C) 2 Metáfases-desorganizadas; D) Metáfase com cromossomo solto; E)Metáfase-colchicínica; F) Anáfase multipolar.	64
Figura 22 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na primeira coleta, realizada no mês de abril.	65
Figura 23 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na segunda coleta, realizada no mês de julho.	66
Figura 24 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na terceira coleta, realizada no mês de setembro.	66
Figura 25 - Carta de uso do solo da comunidade Rio Pedreirinho.	68
Figura 26 - Carta de uso do solo da comunidade Rio Pedreiro.	69
Figura 27 - Carta de uso do solo comunidade Volta Alegre.	70
Figura 28 - Poço Rio Pedreirinho.	72
Figura 29 - Poço Rio Pedreiro.	72

Figura 30 - Poço Volta Alegre.....	72
Figura 31 - Representação gráfica da análise dos componentes principais.....	74
Figura 32 - Imagens da Reunião com os moradores das três comunidades.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados das análises para o parâmetro pH.	44
Tabela 2: Resultados das análises para o parâmetro condutividade elétrica.	45
Tabela 3: Resultados das análises para o parâmetro Turbidez.	47
Tabela 4: Resultados das análises para o parâmetro sólidos totais dissolvidos.	48
Tabela 5: Resultados das análises para o parâmetro dureza total.	50
Tabela 6: Resultados das análises para o parâmetro ferro total.	51
Tabela 7: Resultados das análises para o parâmetro nitrato.	52
Tabela 8: Resultados das análises para o parâmetro coliformes termotolerantes.	55
Tabela 9: Total de células analisadas, número total de células nas diferentes fases do ciclo celular e Índice Mitótico (IM) total obtidos para os diferentes grupos controle e tratado com as águas dos poços da primeira coleta (abril), em células de raiz de <i>Allium cepa</i> L.	58
Tabela 10: Total de células analisadas, número total de células nas diferentes fases do ciclo celular e Índice Mitótico (IM) total obtidos para os diferentes grupos controle e tratado com as águas dos poços da segunda coleta (julho), em células de raiz de <i>Allium cepa</i> L.	59
Tabela 11: Total de células analisadas, número total de células nas diferentes fases do ciclo celular e Índice Mitótico (IM) total obtidos para os diferentes grupos controle e tratado com as águas dos poços da terceira coleta (setembro)a, em células de raiz de <i>Allium cepa</i> L.	59
Tabela 12: Tipos, números, total e percentual de alterações obtidas para o grupo controle negativo e os grupos tratados com as águas dos Poços durante a primeira coleta, no mês de abril.	61
Tabela 13: Tipos, números, total e percentual de alterações obtidas para o grupo controle negativo e os grupos tratados com as águas dos Poços durante a segunda coleta, no mês de julho.	61
Tabela 14: Tipos, números, total e percentual de alterações obtidas para o grupo controle negativo e os grupos tratados com as águas dos Poços durante a terceira coleta, mês de setembro.	62

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1– Cálculo dos sólidos totais dissolvidos	35
Equação 2– Cálculo da dureza total.....	35
Equação 3– Cálculo do IM	40
Equação 4– Cálculo do IMG.....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 JUSTIFICATIVA	20
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
4.1 QUALIDADE DA ÁGUA.....	21
4.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA	22
4.3 POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS	24
4.4 POTABILIDADE	26
4.4.1 Testes Toxicológicos	29
5 MATERIAIS E MÉTODOS	31
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	31
5.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DAS COMUNIDADES EM ESTUDO	33
5.2.1 Coleta das Amostras	33
5.2.2 Parâmetros Analisados	33
5.2.2.1 Testes toxicológicos	38
5.3 DETERMINAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	41
5.4 CONFECÇÃO DO RELATÓRIO E REUNIÃO COM MORADORES	42
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.1 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS	43
6.2 TESTES TOXICOLÓGICOS	56
6.3 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES	67
6.4 RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES E QUALIDADE DA ÁGUA DAS MESMAS.....	73
6.5 REUNIÃO COM OS MORADORES E ENTREGA DO RELATÓRIO A PREFEITURA MUNICIPAL	74
7 CONCLUSÃO	78
8 REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A – Slides apresentados aos moradores	90

APÊNDICE B – Relatório entregue a prefeitura municipal de Francisco Beltrão	94
APÊNDICE C – Termo do consentimento	95
APÊNDICE D - Termo do consentimento.....	146
APÊNDICE E – Dados dos testes toxicológicos	149
APÊNDICE F – Tabela de correlação	162

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a realização das diversas atividades humanas, dentre as quais se destacam a irrigação, uso industrial, geração de energia elétrica e entre todos os usos, o mais nobre, o abastecimento público.

No Brasil, as águas para o abastecimento público provêm basicamente de duas fontes, os mananciais superficiais e os subterrâneos que, independentemente da origem, devem obedecer aos requisitos estabelecidos pela Portaria 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde, que estabelece o padrão de potabilidade vigente, ou seja, os limites de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos que devem ser controlados e vigiados, bem como os valores de referência para cada parâmetro (BRASIL, 2011).

Do total da água doce disponível no planeta, as águas subterrâneas representam uma parcela significativa, em torno de 30% do total. Quanto à utilização para fins de abastecimento público, cerca da metade da população mundial é abastecida por águas provenientes de mananciais subterrâneos (FERREIRA et al., 2007).

A Resolução CONAMA nº 396, de 2008, classifica os mananciais subterrâneos em cinco classes, conforme o uso pretendido, além de estabelecer valores de referência, aplicáveis para parâmetros físicos, químicos e biológicos, de cada classe (BRASIL, 2008).

As águas dos mananciais subterrâneos, habitualmente, não necessitam de sofisticados métodos de tratamento, em muitos casos apenas desinfecção. Isso devido ao fato de passarem por um processo natural de filtração proporcionado pelo solo que retém determinados contaminantes, ao contrário de águas superficiais que, em geral, necessitam de tratamento convencional¹ para potabilização.

Contudo, o crescimento populacional, aliado ao processo progressivo de urbanização e a diversidade de usos da água, traz como consequência o aumento pela demanda desse recurso, bem como a deterioração do meio. Nesse cenário, as águas subterrâneas são prejudicadas, principalmente, pelo lançamento indevido de

¹ Tratamento convencional pode ser entendido como processo de tratamento de água que envolve as seguintes etapas: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH (BRASIL, 2005).

efluentes em corpos hídricos que podem atingir o manancial subterrâneo, devido a ligação entre esses mananciais; instalações de fossas negras; uso de agrotóxicos na agricultura; instalações e operações inadequadas de aterros sanitários; bem como atividades industriais que dispõem de forma errônea seus resíduos e/ou realizam de forma ineficiente o tratamento, lançando seus efluentes em corpos hídricos.

Devido ao processo de filtração que o solo oferece à água que recarrega o aquífero, muitas vezes, a população tem a percepção de que a água proveniente de mananciais subterrâneos não apresenta riscos ao seu consumo e possa ser consumida sem preocupação, porém, diante do cenário atual, de diversas fontes e formas de contaminação, o processo de filtragem que o solo oferece nem sempre é eficiente, sendo indispensável a avaliação e o posterior monitoramento desse recurso.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e relacionar ao uso e ocupação do solo a qualidade da água subterrânea proveniente de poços comunitários que abastecem as comunidades Rio Pedreiro; Volta Alegre e Rio Pedreirinho, localizadas no perímetro rural do município de Francisco Beltrão, Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza, ferro total, sólidos totais dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes, bem como a toxicidade das águas de abastecimento das comunidades Rio Pedreiro, Volta Alegre e Rio Pedreirinho;
- Comparar os valores obtidos ao padrão de potabilidade vigente;
- Caracterizar o uso e ocupação do solo da área das comunidades que compõe o local de estudo;
- Relacionar o uso e ocupação do solo com a qualidade da água das comunidades em estudo;
- Disponibilizar a sociedade as informações de qualidade de água dos locais avaliados.

3 JUSTIFICATIVA

Por muito tempo, a água foi considerada um bem inesgotável, tanto pela capacidade de depuração dos corpos hídricos, como por se tratar de um recurso reciclável pelo ciclo da água. Contudo, com o crescimento da população e o conseqüente aumento da demanda pelo recurso, a resiliência dos ambientes aquáticos foi sobreposta pelos impactos decorrentes do crescimento das atividades industriais, agrícolas e do desordenado processo de urbanização.

Como reflexo a esse crescimento, se tem o aumento pela demanda do recurso, que gera a busca por novas fontes, estas, por sua vez, nem sempre estão em condições adequadas ao consumo, podendo ser meios transmissores de diversas doenças ou complicações ao ambiente como um todo.

Os mananciais subterrâneos são fontes atrativas para exploração, uma vez que, em geral, suas águas apresentam qualidade superior, quando comparadas a muitos corpos hídricos superficiais, devido a suas características naturais e ao processo de filtragem de contaminantes que o solo oferece. Porém, estes mananciais são passíveis de contaminação, uma vez que o solo não possui capacidade de reter todos os compostos ou organismos, podendo ainda o próprio estar contaminado, sendo uma fonte de contaminação para as águas.

Estima-se que 50% da população mundial seja abastecida por águas provenientes de mananciais subterrâneos (FERREIRA et al., 2007), com isso, diante do exposto, a análise da água é indispensável para determinação e avaliação da situação que se encontra o manancial que abastece a população, para garantir que a água ofertada esteja em condições de consumo, não oferecendo riscos.

Neste contexto, são de fundamental importância estudos que avaliem a situação dos mananciais que abastecem a população, assegurando que a água ofertada seja de qualidade adequada e atenda aos requisitos legais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A água é imprescindível para várias atividades humanas, das quais se pode destacar o uso na indústria, o uso na agricultura, a geração de energia e o abastecimento público (ALVES et al., 2008).

Cada um dos usos demanda o recurso em qualidades diferenciadas, permitindo assim afirmar que a qualidade da água é um termo subjetivo, que deve estar sempre associado ao uso pretendido (D'AGUILA et al., 2000; PHILIPPI Jr. et al., 2005).

Sobretudo, considerando-se sua importância para a manutenção da vida, a qualidade da água é um conceito sempre relacionado ao de saúde. E, para que a qualidade desse recurso garanta a sanidade da população, vários critérios são adotados, garantindo assim, a determinação do uso do recurso conforme suas características (D'AGUILA et al., 2000; PHILIPPI Jr. et al., 2005).

É importante ressaltar que a qualidade da água de diferentes mananciais está associada a fatores naturais e antrópicos, como clima, cobertura vegetal, topografia, geologia, pedologia, bem como uso e ocupação do solo (DONADIO et al., 2005; BERTOSSI et al., 2013).

Para Merten et al. (2002), o termo “qualidade de água” não se refere a um estado de pureza e sim as características físicas, químicas e biológicas que a água apresenta para diferentes finalidades.

Quanto às águas subterrâneas, no Brasil, a Resolução CONAMA 396, de 2008, aborda sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dessas águas (BRASIL, 2008).

Tal resolução enquadra as águas subterrâneas em seis classes, especial, 1, 2, 3, 4 e 5, conforme os usos pretendidos preponderantes mais restritivos. A classe especial tem sua água destinada à preservação de ecossistemas em unidades de preservação integral; a água classe 1 não exige tratamento para quaisquer usos preponderantes que incluem, consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação. Os corpos enquadrados na classe 2 são aqueles que sua

qualidade não sofreu alteração antrópica e, dependendo do uso preponderante necessitam de determinado tratamento, devido suas características naturais (BRASIL, 2008).

Na classe 3 se enquadram as águas que sofreram alteração de sua qualidade pela atividade antrópica e, de acordo com o uso, necessitam de tratamento. A classe 4 comporta as águas que sofreram alterações de qualidade de origem antrópica e só podem ser utilizadas sem tratamento para usos menos restritivos. A classe 5 compreende as águas com qualidade comprometida pela atividade antrópica e, em decorrência, seu uso é destinado apenas às atividades que não necessitam de qualidade para o uso (BRASIL, 2008).

A resolução estabelece ainda parâmetros físicos, químicos e biológicos a serem avaliados e os valores de referência permitidos em águas subterrâneas conforme a classificação, permitindo assim a comparação dos resultados e enquadramento do aquífero (MURADÁS et al., 2010). Segundo tal Resolução a escolhas dos parâmetros a serem analisados deve ser feita em função dos usos preponderantes do recurso, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios (BRASIL, 2008,2011).

4.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA

A água para consumo humano pode ser obtida de diversas fontes, no Brasil as mais utilizadas são os mananciais superficiais e os subterrâneos. Segundo Wicandes et al. (2009) a água subterrânea representa aproximadamente 30 % do suplemento mundial de água doce.

A água subterrânea segundo Libânio (2010) pode ocorrer em duas zonas, uma conhecida como zona de aeração, ou seja, zona não saturada e a outra, zona saturada. A zona não saturada ou de aeração, tem seus poros preenchidos parcialmente por ar e água, já a zona saturada contem seus poros preenchidos completamente por água, que dão assim origem aos aquíferos. A superfície que separa essas duas zonas é o lençol freático (WICANDES et al., 2009; LIBÂNIO, 2010).

A água que abastece os aquíferos é, em grande parte, proveniente da precipitação que infiltra no solo. A medida que essa água infiltra, os espaços vazios no solo, os poros, são preenchidos (WICANDES et al., 2009).

Conforme Popp (2012), o aquífero pode ocorrer de três formas: livre, confinado ou artesiano e ainda suspenso. O aquífero livre é aquele cujo o topo do nível da água comunica-se com a atmosfera via rochas permeáveis, ou seja, está sob pressão atmosférica. O aquífero denominado suspenso é aquele que situa-se sobre uma camada de rocha impermeável, impossibilitando a comunicação deste com o lençol principal situado abaixo. O aquífero confinado, por sua vez, é aquele que se situa sobre duas camadas de rochas (acima e abaixo) impermeáveis.

Os corpos hídricos superficiais possuem ligação com os aquíferos, podendo, segundo Pinto et al. (1976), ser classificados como influentes, entendidos como rios que contribuem para o lençol subterrâneo, ou efluentes, aqueles que são alimentados pelo lençol.

A água do subsolo pode ser explorada basicamente de três maneiras, por meio das fontes, locais onde a água emana da terra; por meio de poços, aberturas feitas por perfurações ou escavações que têm como objetivo atingir a zona de saturação; e os sistemas artesianos, que são poços, onde a água encontra-se confinada entre duas camadas relativamente impermeáveis em zonas mais profundas, o que acarreta em uma pressão mais elevada que a atmosférica (WICANDES et al., 2009).

Quanto à susceptibilidade à contaminação, a água do aquífero confinado tem seu processo de contaminação dificultado, uma vez que não fica próximo à superfície, ao contrário do aquífero livre, mais suscetível à contaminação devido à proximidade. Mesmo este sendo o mais vulnerável, em função do baixo custo e facilidade de perfuração, a captação de água do aquífero livre é mais frequentemente utilizada no Brasil (SILVA et al., 2003).

O manancial subterrâneo é uma importante reserva de água. Devido ao processo natural de filtragem do subsolo, essa água geralmente não necessita de tratamento convencional para o consumo (PHILIPPI Jr. et al., 2005).

Devido a esse processo de filtração natural que o solo oferece à água que infiltra e recarrega o aquífero, o processo de potabilização tem seus custos drasticamente reduzidos, restringindo obrigatoriedade apenas à etapa de desinfecção (FERREIRA et al., 2007; ROSA FILHO et al., 2010).

Em contra partida, os mananciais subterrâneos são indicados a pequenas comunidades, devido à relação entre vazão consumida e vazão disponível que, em sua maioria, são baixas, porém, vale ressaltar que existem grandes cidades brasileiras abastecidas somente por mananciais subterrâneos, como por exemplo, a cidade de Almirante Tamandaré no estado do Paraná, que possui uma população de 95.483 habitantes e é abastecida apenas por manancial subterrâneo (LIBÂNIO, 2010; PREFEITURA MUNICIPAL DE ALMIRANTE TAMANDARÉ, 2014; SANEPAR, 2014).

4.3 POLUIÇÃO E CONTAMINAÇÃO DE MANANCIAIS

O acelerado desenvolvimento urbano e rural, aliado ao crescente processo de urbanização e industrialização, tem afetado a disponibilidade e qualidade da água no mundo (PHILIPPI et al., 2005).

Como consequência ao aumento no número de indivíduos, há um aumento na demanda por recursos que, em muitos casos, são consumidos em demasia e de maneira não eficiente, acarretando na poluição do ambiente (MERTEN et al., 2002; RAMOS, et al., 2013).

Segundo Libânio (2010), se podem distinguir os termos “poluir” de “contaminar”, sendo que “poluir” vem do verbo latino *polluere*, o ato de poluir significa conspurcar, sujar, enquanto “contaminar” também advém de um verbo latino *contaminare* e significa envenenar, infectar. Nesse contexto, tem-se que poluir representa a alteração prejudicial de um ambiente; quando essa alteração oferece riscos à saúde dos indivíduos que ali habitam, a poluição passa a ser considerada uma contaminação (LIBÂNIO, 2010).

Conforme Merten et al. (2002), a água destinada ao abastecimento público pode ser comprometida por diferentes fontes, como os efluentes domésticos e industriais e o deflúvio superficial urbano e agrícola. Essa poluição pode se manifestar de forma pontual ou de forma difusa, a primeira indica que o lançamento se concentra em uma área, como o lançamento de efluentes domésticos e industriais. Sobre a poluição difusa, essa ocorre ao longo do corpo hídrico ou

manancial subterrâneo, como a lixiviação de contaminantes agrícolas (MERTEN et al., 2002; LIBÂNIO, 2010).

Segundo Libânio (2010), os mananciais subterrâneos quando comparados aos mananciais superficiais no quesito resiliência, são mais vulneráveis, devido à baixa capacidade de depuração que possuem.

Ainda segundo o autor, a poluição de origem urbana no aquífero evidencia-se pelas redes coletoras de esgotos, os lixões e aterros sanitários, as lagoas de estabilização e o lançamento de efluentes no solo. Já a poluição originada em áreas agrícolas é causada pelo uso de pesticidas e fertilizantes, que infiltram pelo solo; a criação de animais, e as fossas negras. A contaminação da água subterrânea também pode ser de origem natural por meio da lixiviação de nutrientes presentes no solo, ou ainda decorrente de atividades de mineração e cemitérios (COLVARA et al., 2009; GRÜTZMACHER et al., 2008; LIBÂNIO, 2010).

Segundo Resende (2002), a água subterrânea não é estática, ela possui movimento, porém este é lento. Devido a esse movimento, uma contaminação pode se estender ao longo de toda uma região. Por esse movimento ser lento, o tempo que o manancial leva para se autodepurar é alto, praticamente inviabilizando o uso do recurso (RESENDE, 2002; WICANDES et al., 2009).

Como já mencionado, as fontes mais comuns de contaminação são os esgotos, aterros sanitários, áreas de disposição de materiais tóxicos e a agricultura. A agricultura, apesar de não ser a única responsável pela poluição de mananciais subterrâneos, tem parcela significativa na contaminação desse recurso devido a contaminação do meio por compostos químicos, orgânicos e sintéticos provenientes de sua atividade (RESENDE, 2002).

As fossas sépticas e os aterros sanitários representam potenciais fontes de contaminação da água subterrânea, devido principalmente ao descarte de água servida, que devido as características do solo (profundidade e permeabilidade), acabam atingindo a zona saturada antes mesmo de ter passado pelo processo de decomposição, que ocorre por meio da oxidação e pela ação de microrganismos, contaminando o aquífero. No aterro não se tem apenas a água servida que penetra no solo, a água que incide sobre o aterro também pode possuir características com potencial poluidor (RAGAZZON et al., 2009; WICANDES et al., 2009).

Para Ferreira et al. (2007), no Brasil, os mananciais subterrâneos sofrem com três problemas recorrentes que causam significativos impactos, são eles a

superexploração, a impermeabilização do solo e a poluição. A superexploração das águas subterrâneas pode acarretar em sérias consequências nos corpos hídricos, uma vez que muitos destes são alimentados pelas águas subterrâneas, a superexploração desse recurso pode afetar o escoamento básico dos rios, secar nascentes, além de outros problemas no manancial subterrâneo como salinização e subsidência de terrenos, enquanto que a impermeabilização do solo causa problemas relacionados com a recarga dos aquíferos (FERREIRA et al., 2007).

4.4 POTABILIDADE

A água é um elemento fundamental para a manutenção da vida, porém, pode trazer riscos a quem a consome, uma vez que é meio de transmissão de diversas patologias, seja por agentes biológicos ou químicos. Como consequência, seu tratamento é indispensável para um consumo seguro (AMARAL et al., 2003).

Um exemplo significativo de como o tratamento da água pode ser benéfico à população é descrito por Silva² (1977 apud BARCELLOS et al., 2006), que relata que após o início do tratamento da água no estado de São Paulo, o índice de mortalidade por febre tifóide teve um decréscimo em torno de 80 % (AMARAL et al., 2003; BARCELLOS et al., 2006).

Quando se associa qualidade da água e o sistema de abastecimento, surge um importante conceito, a confiabilidade no sistema pela população, ou seja, a aceitação pela água ofertada. Uma vez que o recurso oferecido pelo sistema apresente características organolépticas que desagradem aos consumidores, esses tendem a buscar novas fontes para suprir suas necessidades, o que pode levar a população a consumir uma água contaminada (REIS et al., 2014).

Neste contexto, apresentam-se as normas de qualidade para águas de abastecimento, conhecidas como Padrão de Potabilidade. No Brasil, o estado de São Paulo foi o primeiro a fixar um padrão para água potável, por meio do Decreto Estadual nº 15.642 de 9 de fevereiro de 1946. A primeira legislação federal sobre padrões de potabilidade foi criada pelo Decreto Federal nº 79.367 de 9 de março de 1977, a qual normatizou a Portaria BSB nº 56, de 14 de março de 1977, que

² SILVA, A. M. **Tratamento de água**. Lavras: Editora UFLA; 1977.

estabeleceu o primeiro padrão de potabilidade brasileiro (RICHTER et al., 1991; TELLES et al., 2010; UMBUZEIRO et al., 2012).

Desde 2011, no Brasil, a qualidade da água para o abastecimento é normatizada pela Portaria 2.914, do Ministério da Saúde, que estabelece os parâmetros para controle da qualidade da água para abastecimento público (BRASIL, 2011).

A Portaria 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, que devem ser monitorados (BRASIL, 2011). Segundo Oliveira et al. (2010), a relevância da avaliação de cada parâmetro depende das características da área em análise.

Dentre os parâmetros estabelecidos pela Portaria, pode-se afirmar que os mais utilizados são pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos, dureza total, ferro total, nitrato, coliformes termotolerantes. Isso devido ao fato de serem parâmetros de fácil identificação que, em geral, utilizam técnicas de baixo custo para determinação, além de constituírem bons indicadores de outras alterações da qualidade da água (BRASIL, 2008; LIBÂNIO, 2010).

O termo pH significa potencial hidrogeniônico, ou seja, a concentração íons hidrogênio em uma solução. Indiretamente, indica a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, varia de 0 a 14 numa escala logarítmica, o pH em torno de 7 indica neutralidade, valores abaixo deste, características ácidas e características alcalinas acima do pH 7 (LIBÂNIO, 2010).

O valor de pH de uma água pode estar ligado a fatores naturais, como dissolução de rochas, fotossíntese ou oxidação da matéria orgânica; ou ainda ser de origem antrópica, decorrente do lançamento de efluentes industriais e/ou domésticos (SPERLING, 2005).

Em termos de saúde pública, não possui implicações, a não ser quando a água apresenta valores extremos de pH, neste caso, o contato ou ingestão das águas pode provocar irritações (SPERLING, 2005; LIBÂNIO, 2010). A Portaria nº 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição (BRASIL, 2011).

A condutividade elétrica, segundo Libânio (2010), é a capacidade que a água apresenta em conduzir eletricidade, característica decorrente da presença de íons dissolvidos. Sanitariamente, a condutividade elétrica não possui implicações, sua relevância consiste em representar um bom indicador de contaminação. O

lançamento de efluentes, por exemplo, acarreta no aumento do parâmetro, devido ao aumento de íons dissolvidos (LIBÂNIO, 2010; LIMA et al., 2013).

A condutividade elétrica não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade brasileiro, porém devido ao fato de ser importante indicador de contaminação é utilizado em várias estações para monitoramento da qualidade da água de abastecimento (LIBÂNIO, 2010).

Outro parâmetro citado, a turbidez, indica a interferência à passagem da luz, responsável pela aparência turva. Pode ser decorrente de causas naturais ou antrópicas, como da presença de microrganismos e do lançamento de efluentes e/ou partículas de solo (SPERLING, 2005).

Tal parâmetro representa um bom indicador sanitário, uma vez que a turbidez pode estar associada a compostos tóxicos ou a microrganismos, que podem ser patogênicos. Além disso, este parâmetro está ligado ao padrão de aceitação da água de consumo humano, sendo que águas turvas são rejeitadas pela população. Devido a esses fatores, a Portaria nº 2.914, 2011, do Ministério da Saúde, estabelece que o Valor Máximo Permitido é de 1,0 uT para água subterrânea desinfectada (SPERLING, 2005; BRASIL, 2009, 2011).

Quanto aos sólidos, segundo Sperling (2005), todos os contaminantes da água contribuem para seu montante, com exceção de gases, por isso sua análise é importante.

Os sólidos podem ser classificados segundo suas características físicas, de acordo com seu tamanho (diâmetro das partículas), ou quanto a suas características químicas (orgânico ou inorgânico). A Portaria nº 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece que o total de sólidos dissolvidos em águas para consumo deve ser de 1 mg/L (SPERLING, 2005; ROSA FILHO et al., 2010; BRASIL, 2011).

Assim como os sólidos, outro parâmetro comumente analisado é a dureza total, representada pelo somatório dos íons cálcio e magnésio sob a forma de carbonato, expressos em miligramas por litro (mg/L) de carbonato de cálcio (CaCO_3) (ROSA FILHO et al., 2010). A Portaria nº 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece para dureza o teor de 500 mg/L, em termos de CaCO_3 , como o valor máximo permitido para água potável (BRASIL, 2011).

Sanitariamente, a dureza não apresenta restrições, suas implicações referem-se à aceitação da população, pois, elevados valores de dureza atribuem sabor à água e podem gerar efeitos laxativos. Sua causa pode ser de origem

natural, como características geológicas, ou decorrente da atividade antrópica, como consequência de despejos industriais (BRASIL, 2009; ROSA FILHO et al., 2010; SPERLING, 2005).

Outro parâmetro de grande relevância é o teor de ferro total, que consiste na presença do ferro em sua forma solúvel (Fe^{2+}) ou insolúvel (Fe^{3+}). Tal parâmetro pode decorrer do lançamento de efluentes ou da dissolução, natural, de compostos do solo ou da rocha por onde a água escoar. Conforme o padrão de potabilidade, a água para consumo deve apresentar valor máximo de 0,3 mg/L de ferro (SPERLING, 2005; ROSA FILHO et al., 2010; BRASIL, 2011).

Quanto ao nitrato em águas, é originado, principalmente, pelo lançamento de efluentes industriais e domésticos, excrementos de animais e fertilizantes, pode-se dizer que sua presença evidencia o lançamento indevido de efluentes. Em grandes quantidades, pode dar origem à doença metahemoglobinemia, mais comum em crianças (SPERLING, 2005; ROSA FILHO et al., 2010).

A Portaria nº 2.914, de 2011 do Ministério da Saúde estabelece o valor máximo de 10 mg/L de nitrato em águas destinadas ao consumo (BRASIL, 2008, 2011).

Considerando-se parâmetros biológicos, segundo o padrão de potabilidade vigente estabelece que a água para consumo não deve apresentar organismos patogênicos, para isso são utilizados organismos do grupo coliformes, organismos indicadores de contaminação de origem fecal. Segundo a portaria, os coliformes termotolerantes devem ser ausentes em águas para abastecimento (BRASIL, 2009, 2011).

4.4.1 Testes Toxicológicos

As formas de abordagem para analisar o impacto da contaminação em corpos hídricos são diversas, uma vez que as formas de contaminação são também distintas (SERIANI et al., 2006). Neste sentido, complementar aos parâmetros convencionais, a Resolução CONAMA nº 396, de 2008, em seu artigo 13º, inciso 4º, regulamenta que testes de toxicidade podem ser empregados para determinar a

qualidade de um manancial subterrâneo, com isso, a realização destas análises auxiliam na caracterização/avaliação da qualidade do recurso (BRASIL, 2008).

A toxicidade pode ser entendida como a ação de um composto tóxico, que em plantas, por exemplo, acarretam em alterações estruturais e/ou fisiológicas (FRECCIA, 2011).

Os bioensaios utilizados para analisar a toxicidade de amostras de água, podem ser considerados como uma alternativa complementar as análises físico-químicas, uma vez que muitos destas análises não são capazes de detectar certas toxinas, bem como o efeito que eles causam nos organismos, sendo este o objetivo principal destes testes (RODRIGUES, 2012).

Estudos que identificam e monitoram essas alterações são importantes, e nesse sentido, o teste de *Allium cepa* se caracteriza como um modelo rápido, barato e eficiente. Essa planta tem sido considerada como um excelente bioindicador para a análise dos efeitos genotóxicos e/ou mutagênicos de diversos compostos químicos, sendo sua utilização empregada em diversos estudos (KRÜGER, 2009).

Nos ensaios com *Allium cepa* é quantificada a redução da divisão celular em meristema de raiz de *Allium cepa*, essa redução ou alteração da divisão celular identifica a presença de substâncias tóxicas, citotóxicas até/ou mutagênicas no ambiente (FERREIRA et al., 2012).

Além da *Allium cepa*, outros organismos são utilizados para avaliar os efeitos tóxicos de diversas substâncias, como outras espécies de, plantas, peixes, bactérias, algas e crustáceos, como a *Artemia* sp. (BRUCHCHEN, 2008; COSTA et al., 2008).

A *Artemia* sp. é um microcrustáceo de água salgada que vem sendo utilizado para avaliar os efeitos da toxicidade aguda no ambiente, seu emprego é recomendado para águas com alta salinidade. Para tais organismos, o efeito tóxico é avaliado a partir da mortalidade dos indivíduos (BRUCHCHEN, 2008; COSTA et al., 2008).

Este microcrustáceo é um organismo filtrador que se alimenta basicamente de bactérias, algas unicelulares, pequenos protozoários e detritos que são dissolvidos no meio. Devido ao fato de ser um organismo filtrador absorve vários compostos que ali estão presentes, acumulando essas substâncias em seu organismo (BRITO NETO, 2013).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Francisco Beltrão, localizado no sudoeste do Paraná (Figura 1) possuía, em 2010, segundo Censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), uma população de 78.943 habitantes, sendo que aproximadamente 13% desta população total residia na área rural do município (IBGE, 2014).



Figura 1 – Mapa de localização do município de Francisco Beltrão.

Fonte: IPARDES, 2015.

O aquífero que abastece Francisco Beltrão é denominado Serra Geral e, segundo Rosa Filho et al. (2010), a água proveniente deste manancial, em geral, não apresenta restrições ao consumo, salvo exceções de contaminações pontuais.

O município possui 75 comunidades rurais, contudo, o presente trabalho tem como objeto de estudo as comunidades Rio Pedreiro, Rio Pedreirinho e Volta Alegre, devido à proximidade, facilitando a realização do uso e ocupação do solo local. As três comunidades estão localizadas cerca de 18 km do centro da cidade de Francisco Beltrão (Figura 2 e 3) (PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCISCO BELTRÃO, 2014).

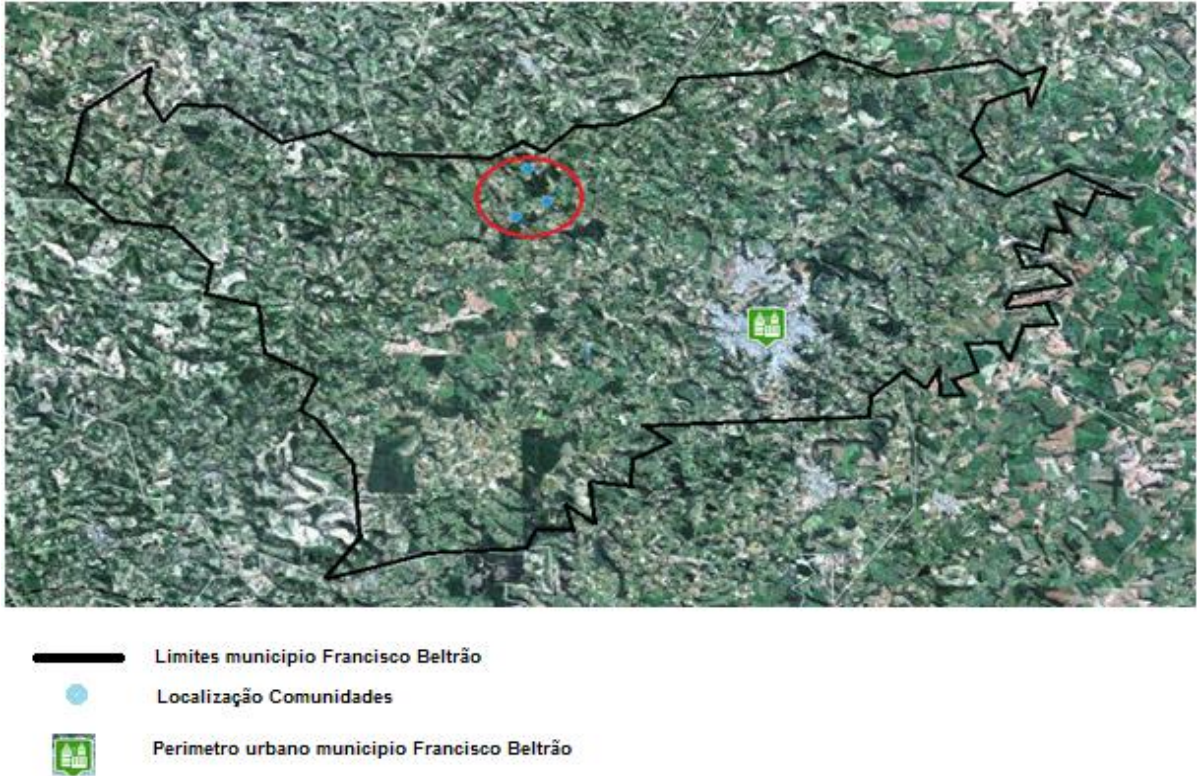


Figura 2– Mapa de localização das comunidades.
Fonte: Modificação de imagem do CAR.



Figura 3 – Mapa de localização dos centros comunitários e os poços.
Fonte: Modificação imagem Google earth.

Cada comunidade é abastecida por um poço coletivo, do tipo tubular profundo, construídos com recursos da Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão. Das 75 comunidades rurais, cerca de 60 contam com esse tipo de sistema de abastecimento. Nas comunidades em estudo, a água proveniente desses poços não possui tratamento, ou seja, é oferecida *in natura* à população local (PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCISCO BELTRÃO, 2014).

5.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DAS COMUNIDADES EM ESTUDO

5.2.1 Coleta das Amostras

A coleta das amostras de água de abastecimento foi realizada na saída do poço, conforme recomendação do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB; ANA, 2012). A água foi bombeada por tempo suficiente para eliminar o conteúdo estagnado na tubulação, com posterior coleta e armazenamento das amostras em recipientes plásticos previamente limpos. O transporte foi realizado sob refrigeração, assim como a etapa de armazenamento até o momento dos ensaios.

Foram realizadas três coletas ao longo do ano de 2015 nos meses de abril, julho e setembro, com o intuito de verificar se ocorrem variações na qualidade do recurso.

5.2.2 Parâmetros Analisados

Para avaliação da qualidade da água, foram realizadas análises de pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvido, dureza total, ferro total e ensaios de toxicidade, no Laboratório de Águas e Resíduos Líquidos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

Foram realizadas também as análises de nitrato e coliformes termotolerantes no laboratório LGQ, localizado no município de Francisco Beltrão, Paraná.

Os testes foram realizados em triplicata, considerando-se a média entre os resultados obtidos.

Para determinação do pH, o método utilizado foi o potenciométrico conforme metodologia descrita pela NBR 14339 (ABNT, 1999). Primeiramente realizou-se, a calibração do pHmetro marca MS Tecnopon, modelo mPA – 210p, conforme recomendações do fabricante. Após a calibração do aparelho, foi feita a medição do pH, por meio da introdução do eletrodo na amostra.

A condutividade elétrica foi determinada pelo método potenciométrico conforme metodologia descrita pela NBR 14340 (ABNT, 1999). De maneira similar a determinação do pH, inicialmente o equipamento condutivímetro, marca MS Tecnopon, modelo mCA 150P, foi calibrado conforme recomendações do fabricante. Realizada a calibração, o eletrodo do equipamento foi introduzido na amostra para determinação da condutividade elétrica.

A turbidez das amostras foi determinada seguindo metodologia descrita por American Public Health Association, através do método nefelométrico (APHA, 2012). Primeiramente, a partir de uma solução padrão de Formazin com turbidez conhecida, foram preparadas diluições com as seguintes concentrações de Formazin: 6 FTU, 12 FTU, 20 FTU, 32 FTU, 40 FTU, 80 FTU.

Realizadas as diluições foi feita a leitura da absorbância das amostras e das diluições do padrão, em espectrofotômetro, marca Thermo Scientific, modelo Helios Zeta, em um comprimento de onda igual a 450 nm. Com os valores de absorbância das diluições foi possível plotar o gráfico que relaciona absorbância e turbidez, por meio do qual se encontra o valor de turbidez da amostra.

Os sólidos totais dissolvidos foram determinados conforme a NBR 10664, que aborda sobre a determinação de sólidos, por meio do método gravimétrico (ABNT, 1989). Para determinação dos sólidos totais dissolvidos, primeiramente foi realizada a filtração da amostra em papel filtro a vácuo. Esse filtrado foi transferido para uma cápsula de porcelana que, inicialmente, foi seca em estufa e posteriormente, pesada.

O filtrado evaporou da cápsula por meio de banho maria e seco em estufa, após a evaporação completa do filtrado e esfriamento da cápsula a mesma foi pesada. A diferença da massa da cápsula pós-evaporação do filtrado em relação a

cápsula vazia resultou a quantidade de sólidos dissolvidos presentes na amostra (equação 1).

$$\text{sólidos totais dissolvidos} = \frac{(M_4 - M_1) * 1000}{V} \quad \text{Equação 1}$$

Onde,

M_4 = massa da cápsula com resíduo filtrável, em mg;

M_1 = massa da cápsula, em mg;

V = volume de amostra utilizado, em mL.

A dureza total foi determinada pelo método titulométrico do EDTA-Na, conforme metodologia descrita pela APHA (2012). Para isso, inicialmente, uma fração da amostra foi transferida para um erlenmeyer, juntamente com a solução de Hidróxido de amônio (NH_4OH) concentrado para obtenção de um pH igual a 10,0 e indicador de negro de eriocromo-T.

Após esse procedimento, a amostra foi titulada com EDTA-Na com concentração igual a 0,01mol/L, lentamente e com agitação constante até mudança da coloração de vermelho vinho para azul.

Efetou-se uma prova em branco com igual volume de água destilada para facilitar a observação da viragem e corrigir possível contaminação da água destilada com cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}).

A determinação da dureza total da amostra foi obtida a partir dos volumes gastos na titulação (equação 2).

$$\text{Dureza total (mg CaCO}_3\text{/L)} = \frac{(V_1 - V_b) * fc * 0,01 * 100000}{V_a} \quad \text{Equação 2}$$

Onde,

V_1 = volume (mL) de solução de EDTA-Na gasto na titulação da amostra.

V_b = volume (mL) de solução de EDTA-Na gasto na titulação do branco.

f_c = fator de correção volumétrica da solução de EDTA-Na.

V_a = volume (mL) da amostra.

Para a determinação do ferro total utilizou-se o método colorimétrico da ortofenantrolina conforme a NBR 13934 (ABNT, 1997).

A intensidade da cor é correspondente a concentração de ferro na amostra. Primeiramente foi realizada a produção de uma solução padrão de ferro, com concentração conhecida para elaboração de uma série de diluições, sendo elas: 0,1 mg/L; 0,5 mg/L; 0,8 mg/L; 1 mg/L; 5 mg/L; 15 mg/L; 25 mg/L; 40 mg/L; 70 mg/L; e posterior construção da curva de calibração, que relaciona a absorbância e concentração de ferro.

A partir desse gráfico foi possível encontrar a equação que descreve a relação entre absorbância e ferro total, para o intervalo estudado, com isso foi possível determinar, a partir da leitura da absorbância das amostras, o valor do ferro total.

Para leitura da absorbância em espectrofotômetro, marca Thermo Scientific, modelo Helios Zeta, será utilizado o comprimento de onda igual a 510 nm. Para que a tonalidade das diluições fosse evidenciada foram adicionados em cada diluição ácido clorídrico concentrado e reativo de hidroxilamina.

Após a adição desses reagentes, a solução foi aquecida até ebulição, até redução de parte de seu volume original. Realizado esse processo, a solução esfriou até a temperatura ambiente, e foi diluída em água até que o volume original fosse obtido novamente, posterior a esse procedimento, foi adicionado solução tampão de acetato de amônio e solução de ortofenantrolina, esta solução foi agitada e posta em repouso por cerca de 10 minutos, para posterior leitura da absorbância.

Para a determinação do ferro total das amostras, o mesmo procedimento realizado para evidenciar a cor nas diluições foi realizado para as amostras de água.

Para determinação de nitrato, seguiu-se a metodologia conforme a APHA (2012), por meio de espectrofotometria. Inicialmente foi confeccionada a curva padrão que relaciona absorbância e concentração. A construção da curva foi realizada a partir de uma solução padrão de nitrato com concentração conhecida e uma série de diluições.

Realizadas as diluições, em uma fração destas foi adicionado ácido clorídrico (HCl) e realizou-se, posteriormente, leitura da absorbância em

espectrofotômetro com comprimento de onda igual a 220 nm e 275 nm, para determinar a interferência devido à matéria orgânica dissolvida. O mesmo procedimento descrito foi realizado para as amostras.

Para determinar a interferência devido à matéria orgânica dissolvida foi subtraído da absorbância da leitura de 220 nm duas vezes a leitura da absorbância a 275 nm, para se obter a absorbância devido à NO_3 (nitrato), tanto amostras como a solução o padrão foram tratados desta forma.

Com os valores de absorbância devido à nitrato (NO_3) foi plotado o gráfico que relaciona em seus eixos Absorbância e concentração de NO_3 , sendo possível encontrar a equação que descreve a relação entre essas variáveis, para determinar o valor de nitrato das amostras.

Para avaliação dos coliformes termotolerantes utilizou-se a técnica de membrana filtrante, conforme metodologia proposta por APHA (2012).

O método de avaliação consiste inicialmente na filtração a vácuo de um volume de amostra, através de membrana filtrante com porosidade de 0,45 μm . As bactérias, que apresentarem dimensões maiores que o poro da membrana, ficarão retidas em sua superfície, a qual foram transferidas para uma placa de Petri, contendo o meio de cultura seletivo e diferencial m-Endo Ágar LES.

As placas foram então incubadas por um período de 22 a 24 horas, a uma temperatura de 35 °C ($\pm 0,5$ °C) para desenvolvimento das colônias. Para a confirmação das colônias, foi feita a transferência das mesmas para caldo lauril triptose, com posterior confirmação em caldo lactosado com verde brilhante e bile a 2%.

A partir dos resultados das análises, realizou-se a comparação dos valores encontrados com a legislação vigente, Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, por meio de análises estatísticas das médias, a fim de verificar a situação que se encontra o manancial, para isso utilizou-se o teste T - amostra única, com nível de significância de 5%, por meio do software Action 6.2 (Estatcamp, 2014). Além disso, foi comparado estatisticamente se houve variação na qualidade do recurso ao longo do ano, para isso utilizou-se o teste de KRUSKAL-WALLIS, com nível de significância de 5%, por meio do software Action 6.2 (Estatcamp, 2014).

5.2.2.1 Testes toxicológicos

A citotoxicidade e mutagenicidade das amostras foram avaliadas utilizando como sistema-teste as células meristemáticas de raiz de *A. cepa* L. (cebola), preparadas pela reação de Feulgen e coradas com o reativo de Schiff (FISKESJÖ, 1985).

Os bulbos da cebola foram colocados para enraizar em frascos com água à temperatura ambiente, aerada e protegidas da luz. Antes de cada tratamento, duas raízes foram coletadas e fixadas em uma solução de 3 mL de metanol e 1 mL ácido acético, para servirem de controle do próprio bulbo (Co 0h–controle).

Em seguida, as raízes destes bulbos foram colocadas nas amostras das águas coletadas, por 24 horas. Após o tempo de tratamento, foram retiradas duas raízes de cada cebola e fixadas (Tr 24h–tempo de tratamento). As raízes restantes foram lavadas e os bulbos novamente colocados em água, para recuperar-se de eventuais danos ocorridos, por 24 horas, sendo as raízes restantes retiradas e fixadas (Re 24h –recuperação).

No grupo controle negativo (Co- - controle negativo) as cebolas permaneceram durante todo o tempo das amostragens em água filtrada, a fim de comparar as diferentes amostras de água com os seus respectivos controles nos diferentes períodos (Figura 4).

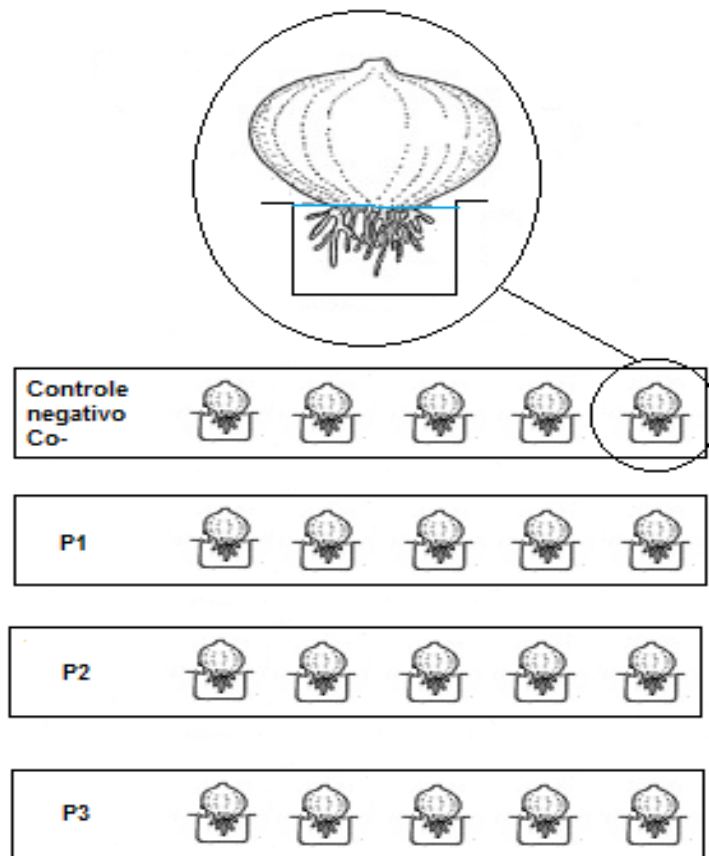


Figura 4 – Esquema do ensaio com *A. cepa* L. (cebola).

Fonte: Modificação imagem ROA et al., 2012.

As raízes foram preparadas pela reação de Feulgen, em que permaneceram no fixador por 24 horas sob refrigeração (4 °C), foram lavadas com água destilada e sofreram hidrólise com 5 mL de ácido clorídrico 1 N a 60 °C, por 10 minutos, em estufa a 60°C. Após lavagem, as raízes foram coradas com 5 mL do reativo de Schiff por 45 minutos.

Para o preparo das lâminas, foi utilizada a região meristemática das raízes, que foi macerada com orceína acética e coberta com lamínula. A análise das lâminas foi feita, em teste "cego", em microscópio de luz, com objetiva de 40x. Para avaliar as células com alterações estruturais e determinação do Índice Mitótico (IM %), foram utilizados cinco bulbos para o grupo controle e cada grupo tratamento com as amostras, sendo analisadas 1.000 células por bulbo, totalizando 5.000 células por grupo. O cálculo do IM foi feito pela razão do número de células em divisão pelo número total de células analisadas, multiplicado por 100 (equação 3).

$$IM (\%) = \frac{\text{número de células em divisão}}{(\text{número de células em interfase} + \text{número de células em divisão})} * 100$$

Equação 3

A presença de compostos citotóxicos nas amostras foi caracterizada pela diferença dos Índices Mitóticos existente entre os tratamentos, os controles e o tempo de recuperação de cada sistema-teste. Utilizou-se o teste estatístico de KRUSKAL-WALLIS, com nível de significância de 5%, por meio do software Action 6.2 (Estatcamp, 2014).

Por meio do teste comparou-se os valores dos Índices Mitóticos do controle negativo (CO-), do controle do próprio bulbo (Co-0 h), do tratamento (Tr -24h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) de cada cebola, a fim de verificar se o Índice Mitótico do tratamento (Tr -24h) era igual ou diferente dos Índices Mitóticos do controle negativo (CO-), do controle do próprio bulbo (Co-0 h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h).

Para avaliar o potencial mutagênico das amostras, foi calculado o Índice Mutagênico (IMG %), razão do número de células alteradas pelo número total de células analisadas, multiplicado por 100 (equação 4).

$$IMG (\%) = \frac{\text{número de células alteradas}}{(\text{número total de células})} * 100$$

Equação 4

De forma similar a avaliação da citotoxicidade, a mutagenicidade das amostras foi caracterizada pela diferença dos Índices Mutagênicos existente entre os tratamentos, os controles e ao tempo de recuperação de cada sistema-teste. Utilizou-se o teste de KRUSKAL-WALLIS, com nível de significância de 5%, por meio do software Action 6.2 (Estatcamp, 2014), para essa verificação.

Para verificar se as características citotóxicas e mutagênicas das amostras apresentaram variação ao longo do ano, analisou-se se os Índices Mitóticos e os Índices Mutagênicos variaram, para isso, utilizou-se o teste de KRUSKAL-WALLIS,

com nível de significância de 5%, por meio do software Action 6.2 (Estatcamp, 2014).

O teste de toxicidade aguda com *Artemia* sp. foi conduzido pelo método proposto por Guerra (2001), com modificações. Inicialmente cistos de *Artemia* sp. foram incubados em solução de sal marinho sintético (30 g/L), aerados, sem luminosidade e temperatura de 25 °C, para induzir sua eclosão.

Após a eclosão, 10 náuplios foram transferidos para tubos de ensaio contendo 2 mL das amostras tratamento, diluídas em solução salina nas seguintes concentrações: 100 %, 50 %, 25 %, 12,5 %, 6,2 % e 3,1 %. O grupo controle negativo continha apenas 2 mL de solução salina. Foram realizadas quadruplicatas de cada grupo amostral e, após 24 horas, de incubação dos tubos, a 25 °C e ao abrigo da luz, foi feita a contagem do número de náuplios mortos, consideradas como tal aqueles que permanecerem imóveis durante 20 segundos de observação.

A média (\pm desvio-padrão) do número de organismos mortos de cada amostra foi comparada com o controle negativo por meio do teste de Dunnet ($\alpha = 0,05$), por meio do software InStat (GraphPad, 2015).

5.3 DETERMINAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Foi realizada a caracterização do uso e ocupação do solo da área por meio de observações *in loco*, verificando a área ao entorno dos poços num raio de 1 km, observando a existência de fossas negras, proximidade com lavouras, situação de preservação/conservação do ecossistema natural que se encontra o local em que o poço está instalado. Além da construção de mapas de uso e ocupação do solo.

Para a elaboração destes mapas, as classes de uso do solo foram obtidas a partir da interpretação visual, através de técnicas de fotointerpretação de imagens do aplicativo *Google Earth* e *Goolzoom*, além das inspeções a campo. As classes definidas foram Pastagem, Lavoura, Vegetação Nativa e Reflorestamento. Os mapas de uso e ocupação do solo foram gerados de forma manual, a partir de imagens obtidas do aplicativo *Google Earth* e *Goolzoom*.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica, buscando informações complementares referentes ao uso e ocupação do solo local. Para isso, foram

pesquisados em banco de dados Scielo, Google acadêmico, bem como banco de dados de entidades com ITCG, IAP, IPARDES; trabalhos que abordem o assunto e sirvam de base para a compreensão do uso e ocupação do solo.

Para esta busca, foram considerados artigos com período de publicação superior a 2003, além disso, foram utilizadas as palavras chave na busca: município de Francisco Beltrão; uso e ocupação do solo Paraná; uso e ocupação do solo Francisco Beltrão. As buscas aconteceram no período de Julho a setembro de 2015.

De posse dos dados de uso e ocupação das áreas em estudo, foi verificado por meio do teste de Pearson ($n-1$), se as classes de uso e ocupação do solo possuíam correlação com os valores médios anuais dos parâmetros físicos e químicos das amostras, para isso, foi utilizado o software XLSTAT 2015 (Addinsoft, 2015). A relação entre as classes de uso e ocupação do solo e os parâmetros de qualidade dos recursos foi verificada por meio da análise de componentes principais, utilizado o software XLSTAT 2015 (Addinsoft, 2015).

5.4 CONFECÇÃO DO RELATÓRIO E REUNIÃO COM MORADORES

Em posse dos resultados foi confeccionado um relatório, que foi entregue à Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão para disponibilizar à população informações sobre a qualidade da água dos locais analisados. Este relatório foi entregue em novembro de 2015 para os responsáveis das Secretarias de Saúde e Desenvolvimento Rural.

Além da confecção e entrega do relatório à prefeitura, foi realizada uma reunião com os moradores das comunidades Rio Pedreirinho, Volta Alegre e Rio Pedreiro, em outubro de 2015, no pavilhão da capela da comunidade Rio Pedreiro, com o intuito de levar as comunidades informações a respeito da qualidade da água proveniente dos poços comunitários, além de uma breve ação de sensibilização quanto à importância da qualidade da água para abastecimento.

Foi ministrada uma breve palestra de 15 minutos, seguida dos dados obtidos com a pesquisa (Figura 32). O material utilizado para a apresentação segue em apêndice (Apêndice-A). Ao final os moradores assinaram em abaixo assinado solicitando a instalação de bombas de cloro nos poços.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

Para os três poços analisados, o parâmetro pH apresentou variação significativa ao longo do ano (Figura 5), segundo o teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%.

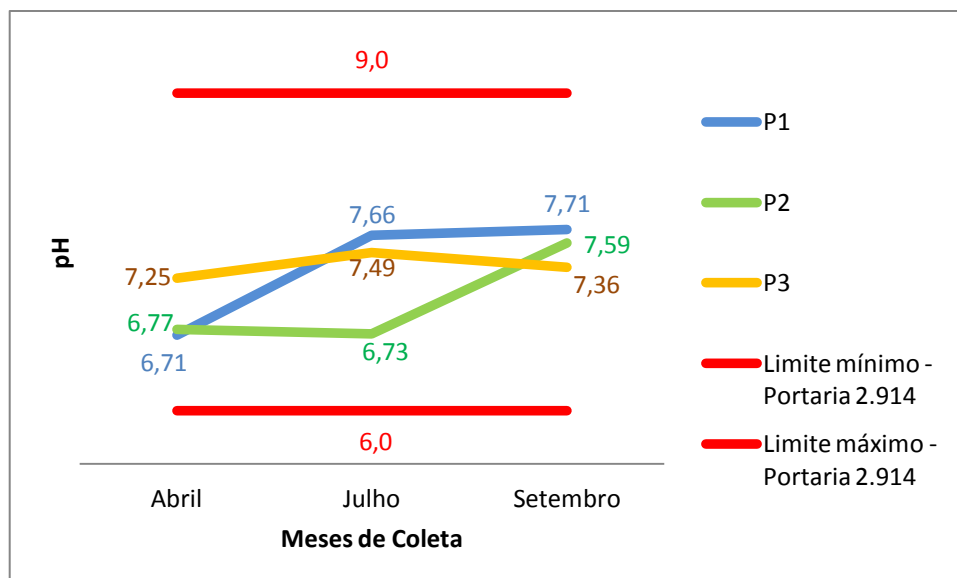


Figura 5 - Representação gráfica da variação do pH ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual de pH para a água do poço da comunidade de Rio Pedreiro foi de 7,36, de 7,03 para a água da comunidade Rio Pedreirinho e de 7,37 para a água do poço da comunidade de Volta Alegre (Tabela 1). A Portaria 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), estabelece que os valores do pH, para consumo, devem situarem-se entre 6,0 e 9,0, assim, na comparação com os dados do presente estudo, com nível de significância de 5%, a média anual obtida, para os três poços, atende ao estabelecido na legislação.

Tabela 1: Resultados das análises para o parâmetro pH.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	6,71
	Julho	7,66
	Setembro	7,71
Pedreirinho	Abril	6,77
	Julho	6,73
	Setembro	7,59
Volta Alegre	Abril	7,25
	Julho	7,49
	Setembro	7,36
Portaria 2.914		6,0 – 9,0

O pH está relacionado aos íons de hidrogênio dissolvidos na água. Em águas subterrâneas, está diretamente ligado à geologia do ambiente. Como a região em estudo tem predomínio de rochas do tipo basáltico, segundo Manasses et al. (2011), a água tende a ter pH em torno da neutralidade (LIBÂNIO, 2010, SANCHES, et al., 2010).

Segundo Alves et al. (2008), a variação de pH depende das relações existentes entre a matéria orgânica, os seres vivos, rochas, ar e água. Sendo que os valores mais baixos de pH podem estar associados com a decomposição da matéria orgânica, presente nas amostras.

A condutividade elétrica assim como o pH, apresentou variação significativa ao longo do ano para os três poços de acordo com o teste estatístico realizado (Figura 6).

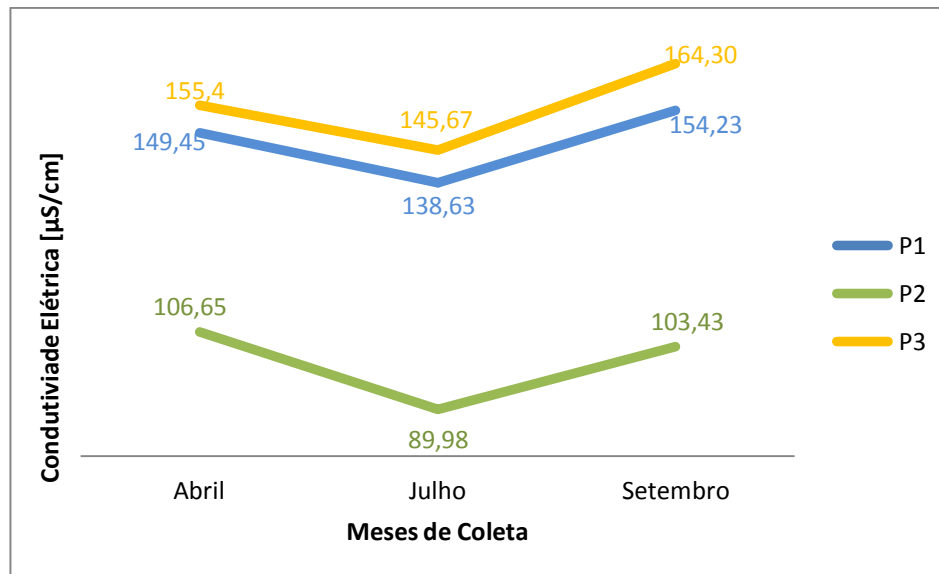


Figura 6- Representação gráfica dos resultados de condutividade elétrica obtidos nos três poços, nas distintas coletas realizadas.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual para a água do poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 147,44 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de 100,02 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para a água do poço da comunidade Rio Pedreirinho e 155,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para água da comunidade de Volta Alegre (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados das análises para o parâmetro condutividade elétrica.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	149,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Julho	138,63 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Setembro	154,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Pedreirinho	Abril	106,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Julho	89,98 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Setembro	103,43 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Volta Alegre	Abril	155,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Julho	145,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$
	Setembro	164,30 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Portaria 2.914		-

Segundo Libânio (2010), a condutividade elétrica pode ser entendida como a capacidade da água em transmitir corrente elétrica devido a substâncias dissolvidas,

ou seja, é decorrente das condições geológicas locais. Segundo Bahia et al. (2011), a condutividade é um parâmetro que proporciona uma indicação das alterações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral.

A condutividade elétrica não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade, porém, é usual a utilização do mesmo para análises a respeito da qualidade da água, devido a associação que a mesma possui com os sólidos totais dissolvidos, sendo possível, segundo Libânio (2010), fazer a seguinte relação: os sólidos totais dissolvidos são aproximadamente 0,9 vezes o valor da condutividade elétrica.

O parâmetro turbidez, em comparação com os valores mensais apresentou variação significativa, ao longo do ano, apenas nos poços da comunidade Volta Alegre e Rio Pedreirinho, não variando para o poço da comunidade Rio Pedreiro (Figura 7).

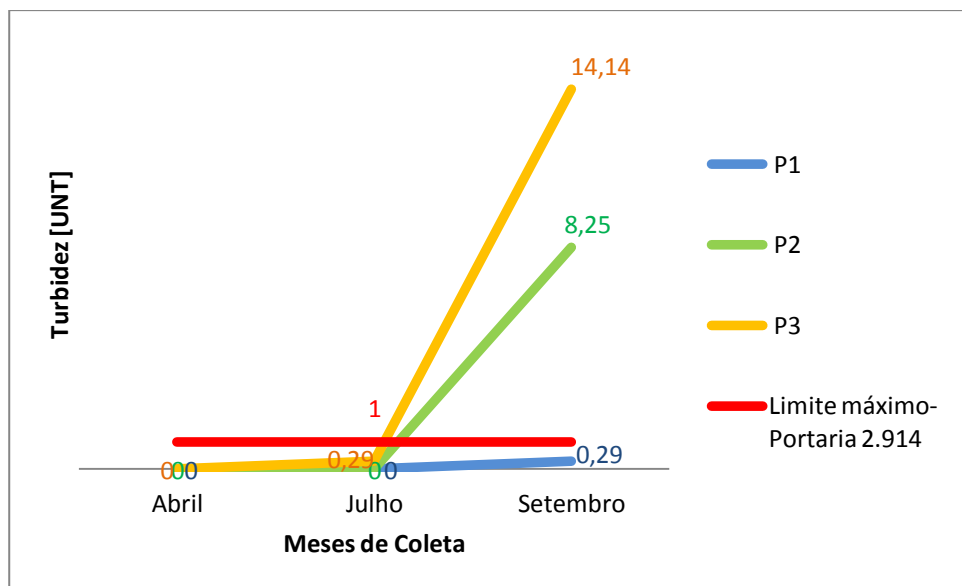


Figura 7- Representação gráfica da variação da turbidez ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual da turbidez do poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 0,10 FTU, o poço da comunidade Rio Pedreirinho apresentou uma turbidez média igual a 2,75 FTU T e o poço da comunidade de Volta Alegre uma turbidez de 4,81 FTU (Tabela 3)

Tabela 3: Resultados das análises para o parâmetro Turbidez.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0 UNT
	Julho	0 UNT
	Setembro	0,29 UNT
Pedreirinho	Abril	0 UNT
	Julho	0 UNT
	Setembro	8,25 UNT
Volta Alegre	Abril	0 UNT
	Julho	0,29 UNT
	Setembro	14,14 UNT
Limite máximo Portaria 2.914		1 uT

Conforme Braga (2014), a turbidez corresponde à fração de matéria suspensa na água, é influenciada pelo regime de chuvas da região e pelas características geológicas. Geralmente, estão associados à turbidez em águas naturais fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica particulada.

Em comparação com o padrão de potabilidade, que estabelece o valor de 1,0 uT para águas de abastecimento (BRASIL, 2011), foi possível constatar ao nível de significância de 5%, que apenas a média anual da turbidez do poço da comunidade de Rio Pedreiro atende ao estabelecido pela legislação. Foi possível observar que a média anual da turbidez dos demais poços se elevou em decorrência da última coleta, realizada logo após um evento chuvoso, o que pode ter influenciado nos valores, pois como já mencionado o regime de chuvas tem influência direta neste parâmetro.

Os sólidos totais dissolvidos, para os três poços não apresentaram variação significativa ao longo do ano, conforme verificado pelo teste estatístico (Figura 8).

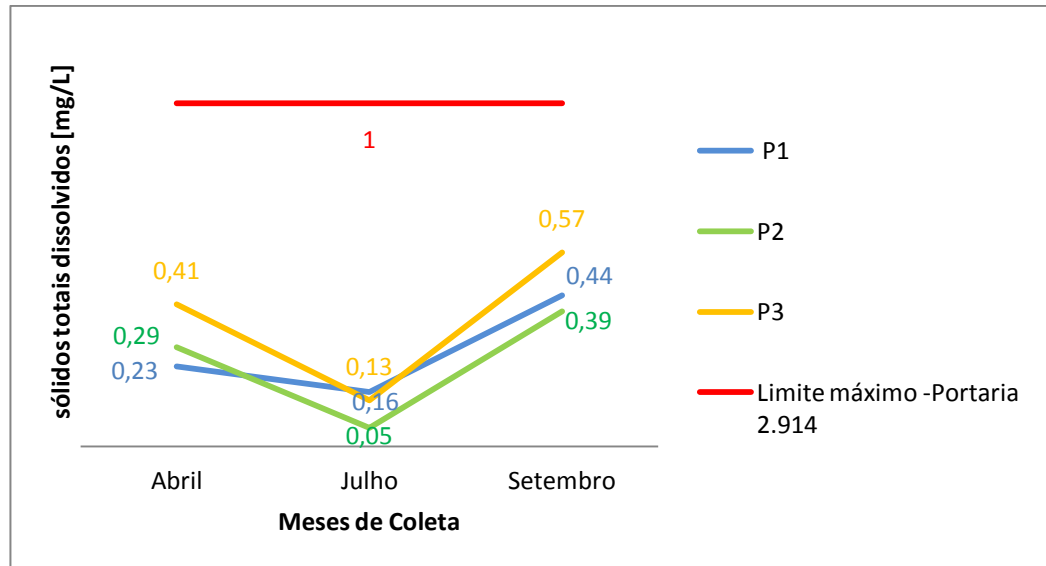


Figura 8- Representação gráfica da variação dos sólidos totais dissolvidos ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

No poço da comunidade Rio Pedreiro os sólidos totais dissolvidos apresentaram média anual igual a 0,28 mg/L, o poço da comunidade Rio Pedreirinho apresentou 0,25 mg/L e o poço da comunidade de Volta Alegre possui em média 0,37 mg/L de sólidos totais dissolvidos (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados das análises para o parâmetro sólidos totais dissolvidos.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0,23 mg/L
	Julho	0,16 mg/L
	Setembro	0,44 mg/L
Pedreirinho	Abril	0,29 mg/L
	Julho	0,05 mg/L
	Setembro	0,39 mg/L
Volta Alegre	Abril	0,41 mg/L
	Julho	0,13 mg/L
	Setembro	0,57 mg/L
Limite máximo Portaria 2.914		1,0 mg/l

Conforme Manasses et al. (2011), os sólidos totais dissolvidos possuem relação direta com a composição mineralógica do ambiente. Para Rosa Filho et al. (2010), os sólidos dissolvidos totais, podem ser entendidos como a soma de todas as substâncias minerais dissolvidas na água.

Segundo a Portaria 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde, a água para abastecimento deve possuir no máximo 1 mg/L de sólidos totais dissolvidos. Ao nível de significância de 5%, foi possível observar que as amostras atendem a legislação (BRASIL, 2011).

A dureza das amostras não apresentou variação significativa ao longo do ano, com nível de significância de 5% (Figura 9).

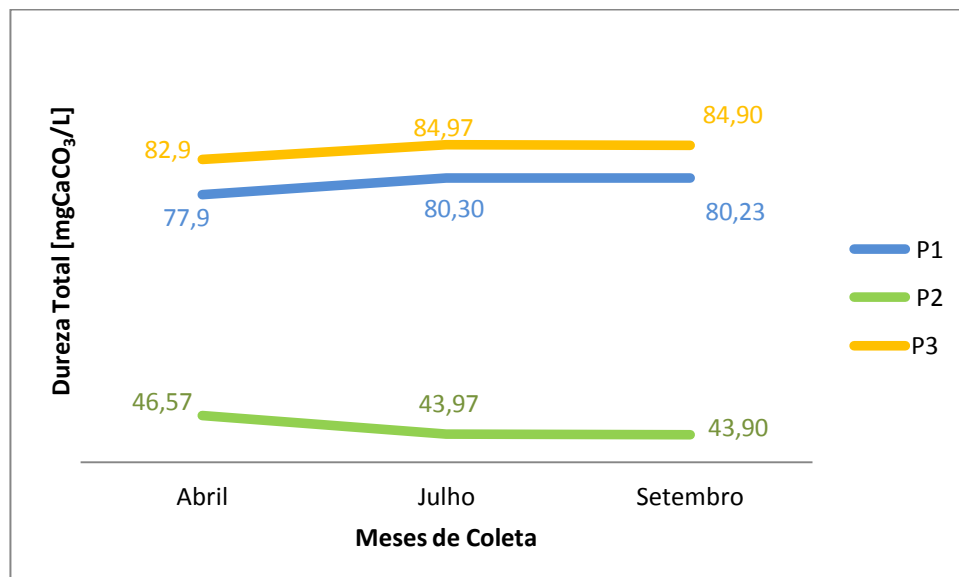


Figura 9 - Representação gráfica dos resultados da dureza total, obtidos nos três poços nas distintas coletas realizadas.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual dos resultados da dureza para o poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 79,48 mgCaCO₃/L, de 44,81 mgCaCO₃/L para o poço da comunidade Rio Pedreirinho e 84,26 mgCaCO₃/L para o poço da comunidade de Volta Alegre (Tabela 5).

Tabela 5: Resultados das análises para o parâmetro dureza total.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	77,90 mgCaCO ₃ /L
	Julho	80,30 mgCaCO ₃ /L
	Setembro	80,23 mgCaCO ₃ /L
Pedreirinho	Abril	46,57 mgCaCO ₃ /L
	Julho	43,97 mgCaCO ₃ /L
	Setembro	43,90 mgCaCO ₃ /L
Volta Alegre	Abril	82,90 mgCaCO ₃ /L
	Julho	84,97 mgCaCO ₃ /L
	Setembro	84,90 mgCaCO ₃ /L
Limite máximo Portaria 2.914		500 mgCaCO₃/L

O padrão de potabilidade estabelece que a dureza de águas para abastecimento deva ser de no máximo 500 mgCaCO₃/L (BRASIL, 2011). A dureza não possui restrições sanitárias, sendo que o valor máximo estipulado é devido a aceitação da população, que tende a rejeitar águas com valores mais elevados de dureza, além de ter influência na reação de saponificação (LIBÂNIO, 2010; BRASIL, 2011).

Segundo Rosa Filho et al. (2010), a dureza é soma dos íons cálcio e magnésio sob a forma de carbonato. Sua presença na água também está relacionada às características do solo da bacia.

Em comparação do valor da dureza da água dos poços com o valor estabelecido na legislação, pode-se constatar que todos atendem ao estabelecido na Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, ao nível de significância de 5% (BRASIL, 2011).

O parâmetro ferro total também não apresentou variação significativa ao longo do ano para as amostras analisadas (Figura 10).

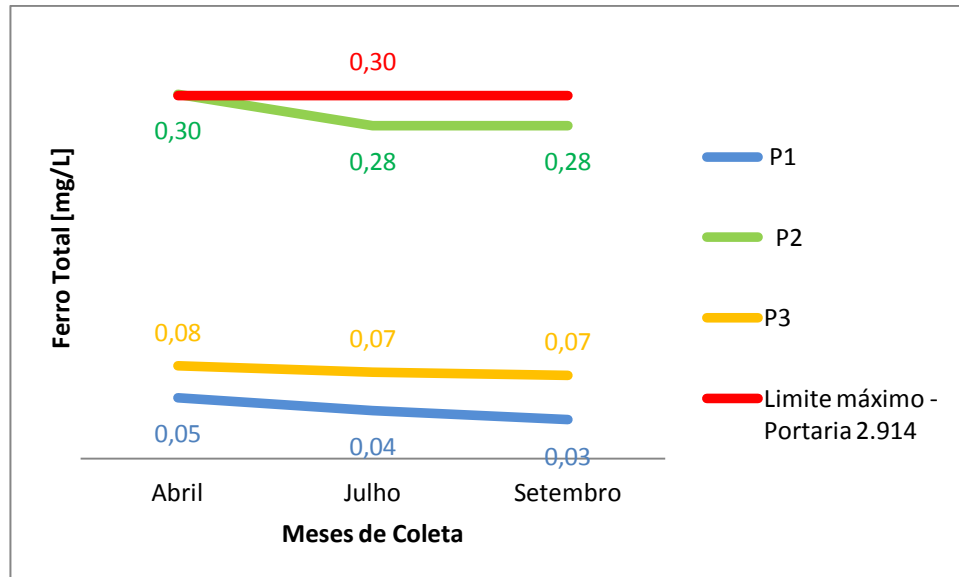


Figura 10- Representação gráfica da variação do ferro total das amostras ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

Em média o ferro total para a água do poço da comunidade Rio Pedreiro apresentou 0,04 mg/L, a água do poço da comunidade Rio Pedreirinho 0,28 mg/L e a água do poço da comunidade de Volta Alegre 0,07 mg/L (Tabela 6).

Tabela 6: Resultados das análises para o parâmetro ferro total.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0,05 mg/L
	Julho	0,04 mg/L
	Setembro	0,03 mg/L
Pedreirinho	Abril	0,30 mg/L
	Julho	0,28 mg/L
	Setembro	0,28 mg/L
Volta Alegre	Abril	0,08 mg/L
	Julho	0,07 mg/L
	Setembro	0,07 mg/L
Limite máximo Portaria 2.914		0,30 mg/L

Na água, o ferro é principalmente originado a partir da dissolução de rochas e solo. Não apresenta implicações na saúde, mas dependendo da concentração na

água pode conferir uma coloração amarelada a mesma, e devido a isso, o padrão de potabilidade estabelece o máximo de 0,3 mg/L de ferro (BRASIL, 2011). Comparando o valor das amostras com o estabelecido na Portaria 2.914, foi possível constatar, com nível de significância de 5%, que todas as amostras atendem ao estabelecido na legislação.

Segundo Rosa Filho et al. (2010), o nitrato tem facilidade de migração através dos poros do solo. Para Santos (2013), o nitrato em águas em áreas similares ao do estudo, é proveniente principalmente pelos resíduos da atividade agrícola, como a lixiviação de fertilizantes, bem como de excrementos de animais como bovinos.

Com relação ao parâmetro nitrato, a média anual de nitrato na água do poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 0,14 mg/L, de 0,16 mg/L na água do poço da comunidade Rio Pedreirinho e 0,16 mg/L na água da comunidade Volta Alegre (Tabela 7).

Tabela 7: Resultados das análises para o parâmetro nitrato.

<i>Poço</i>	<i>Mês</i>	<i>Resultado</i>
Pedreiro	Abril	0,10 mg/L
	Julho	0,24 mg/L
	Setembro	0,07 mg/L
Pedreirinho	Abril	0,20 mg/L
	Julho	0,19 mg/L
	Setembro	0,09 mg/L
Volta Alegre	Abril	0,10 mg/L
	Julho	0,25 mg/L
	Setembro	0,12 mg/L
Limite máximo Portaria 2.914		10 mg/L

Graficamente foi possível observar que a concentração de nitrato presente nas amostras apresentou variação ao longo do ano (Figura 11).

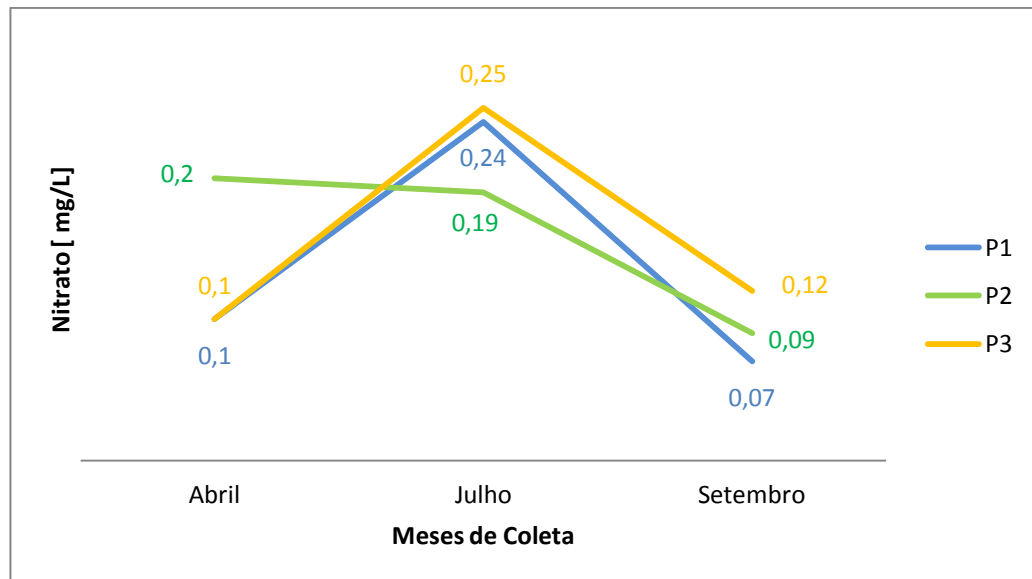


Figura 11 - Representação gráfica dos resultados de nitrato das amostras, obtidos nos três poços nas distintas coletas realizadas.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A variação da concentração de nitrato, observada no presente estudo, pode ter sofrido influência da precipitação, pois o mês com maior valor de nitrato, julho, foi o que teve precipitação mais elevada, com precipitação acumulada de 304,2 mm para Francisco Beltrão, segundo dados do boletim do GEBIOMET- (Grupo de Estudos em Biometeorologia). Resultados semelhantes foram observados por Barbosa (2005), que observou valores mais elevados de nitrato em suas amostras em períodos chuvosos, uma vez que o nível do lençol freático sobre ficando mais vulnerável a agentes externos.

Esse composto na água, em concentrações elevadas pode acarretar na doença conhecida como metahemoglobinemia, ou síndrome do bebe azul, doença que causa complicações no transporte de oxigênio na corrente sanguínea e acometa principalmente bebês, devido a esse fato, a Portaria 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece o valor máximo de 10 mg/L de nitrato em águas para abastecimento. Comparando a media anual com o valor estabelecido na legislação, as amostras atendem ao exigido.

Para o parâmetro coliforme termotolerante, foi possível observar graficamente que este apresentou variação ao longo do ano (Figura 12, 13 e 14).

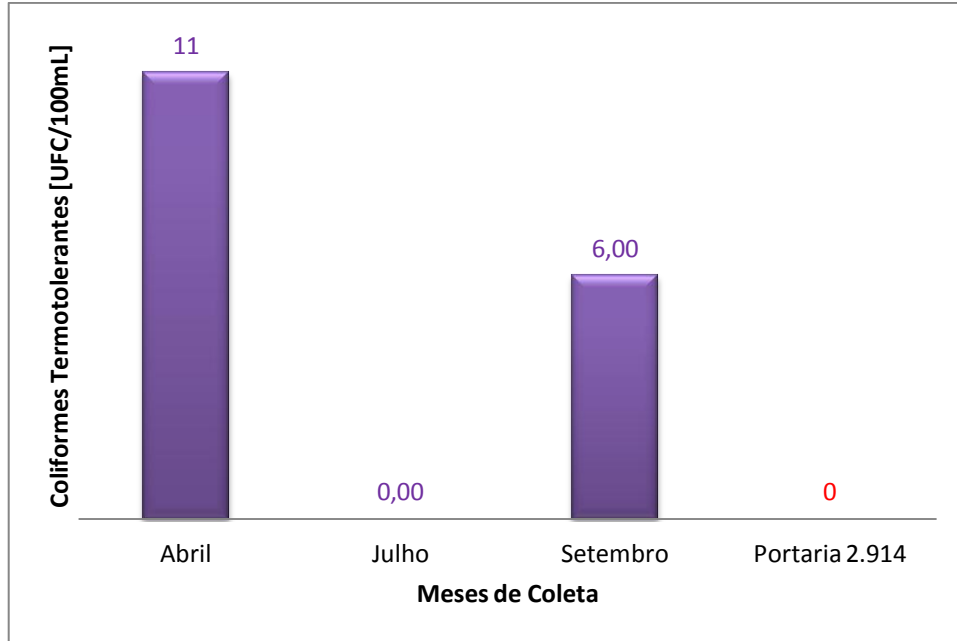


Figura 12 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Rio Pedreiro e comparação com a legislação.

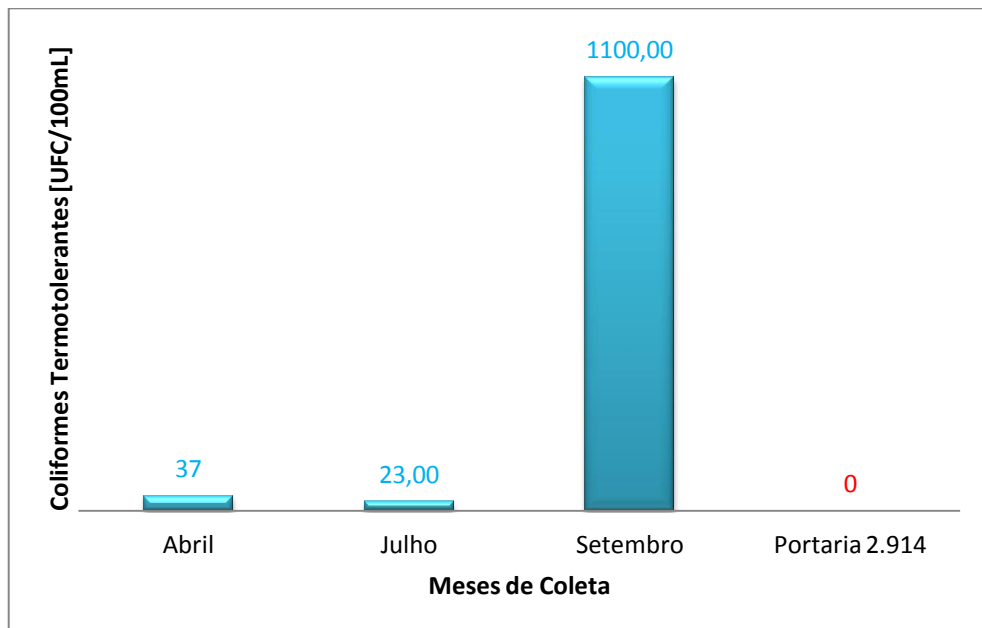


Figura 13 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Rio Pedreirinho e comparação com a legislação.

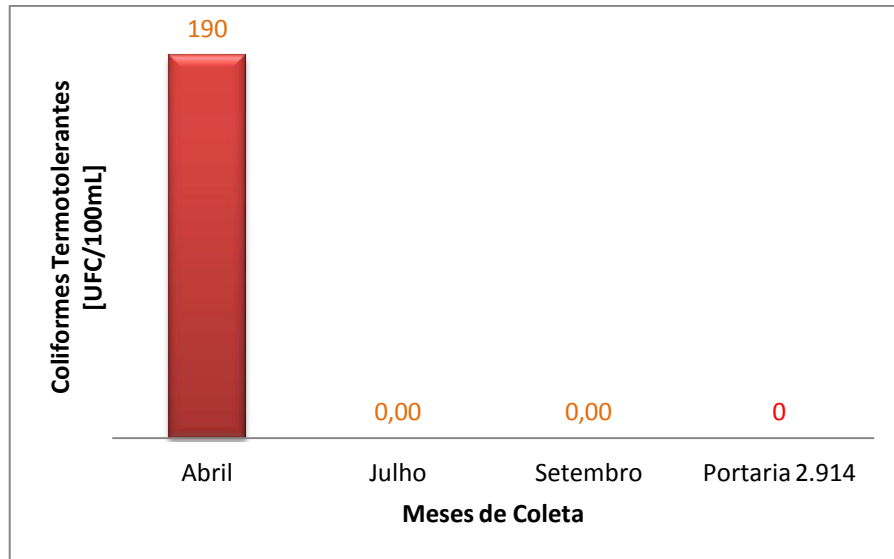


Figura 14- Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Volta Alegre e comparação com a legislação.

Devido ao fato de que o valor deste parâmetro proceder de uma contagem, não cabe a realização de uma média anual, com isso, a cada mês comparou-se o valor obtido com a legislação vigente a fim de verificar a situação do recurso.

Nos meses de abril e setembro, o poço da comunidade Rio Pedreiro, apresentou contagem de coliformes, diferindo do estabelecido na legislação vigente. Quanto ao poço da comunidade Rio Pedreirinho, apresentou contagem em todas as coletas realizadas. Já o poço da comunidade Volta Alegre, apresentou contagem apenas no mês de abril (Tabela 8).

Tabela 8: Resultados das análises para o parâmetro coliformes termotolerantes.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	11 UFC
	Julho	0,00 UFC
	Setembro	6 UFC
Pedreirinho	Abril	37 UFC
	Julho	23 UFC
	Setembro	1100 UFC
Volta Alegre	Abril	190 UFC
	Julho	0,00 UFC
	Setembro	0,00 UFC
	Portaria 2.914	Ausentes

A presença desses organismos na água pode estar associada a excrementos bovinos, uma vez que estes animais possuem contato com o local dos poços. Como a água não recebe nenhuma forma de tratamento, e foi identificada a presença desses organismos, é aconselhado que a mesma passe, no mínimo por um processo de desinfecção por cloro, através de bombas de cloro, dispositivos contínuos, conforme a captação de água do manancial (PHILIPPI et al., 2005).

Os coliformes são organismos que podem ter origem natural ou decorrente de contaminação por fezes, uma vez que estão presentes no intestino de animais de homeotermos, são utilizados como indicadores de contaminação fecal. A presença desses organismos pode indicar a presença de patógenos causadores de doenças de veiculação hídrica (VASCONCELLOS et al., 2006; LIBÂNIO, 2010).

De maneira geral, o recurso para os três poços apresenta boa qualidade, de acordo com os resultados físicos, químicos e biológicos em comparação com a legislação aplicável, sendo que apenas o requisito coliformes termotolerantes não atendeu o preconizado pela legislação, para as três localidades, além da turbidez para os poços das comunidades Rio Pedreirinho e Volta Alegre.

6.2 TESTES TOXICOLÓGICOS

A *artemia sp.* evidencia a toxicidade aguda das amostras, referente ao efeito que agentes podem causar a organismos vivos, efeito que se manifesta rapidamente e de forma severa, enquanto a *Allium cepa* pode ser utilizada para analisar a citotoxicidade e mutagenicidade das amostras (DEZOTTI et al., 2008).

A citotoxicidade em *Allium cepa* foi caracterizada pela frequência de células em processo de divisão celular, para a determinação da mesma foi calculado o percentual do índice mitótico, relação entre o número de células em divisão e número total de células, para cada grupo analisado nas três coletas realizadas, nos meses de abril (Figura 15), julho (Figura 16) e setembro (Figura 17).

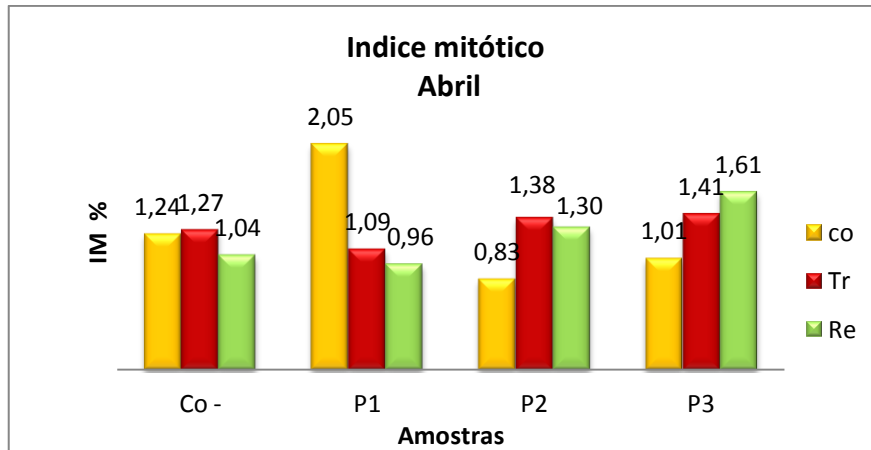


Figura 15 - Representação gráfica dos percentuais de índices mitóticos das amostras, referentes a primeira coleta, mês de julho. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

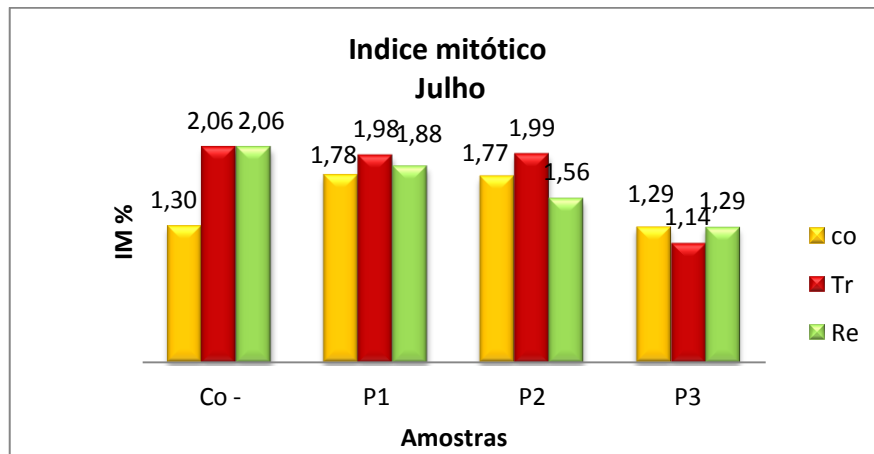


Figura 16 - Representação gráfica dos percentuais dos índices mitóticos das amostras, referentes à segunda coleta, mês de julho. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

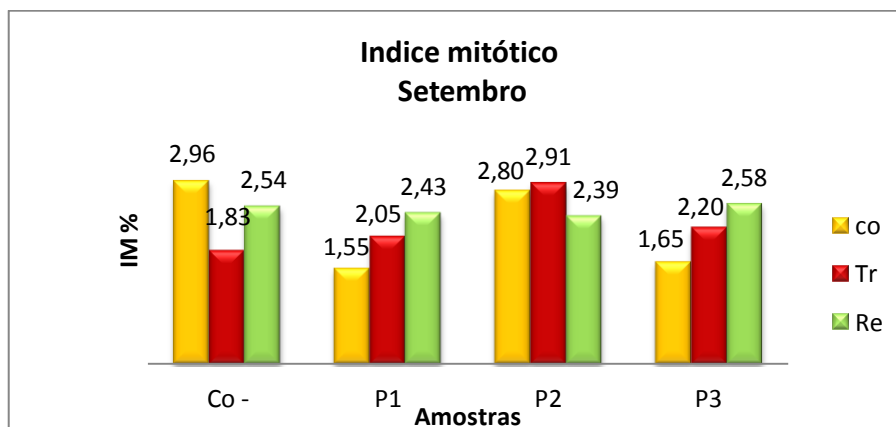


Figura 17 - Representação gráfica dos percentuais dos índices mitóticos das amostras, referentes a terceira coleta, mês de setembro. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

A partir do índice mitótico verificou-se estatisticamente por meio do teste de kruskal-wallis, com nível de significância de 5%, que as amostras de água do (Tr-24h) dos poços Rio Pedreiro, Rio Pedreirinho e Volta Alegre, não apresentaram variação significativa, ou seja, apresentaram valores de índices mitóticos estatisticamente semelhantes aos do controle negativo (CO-), do controle do próprio bulbo (CO-0 h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) de cada cebola, em todas as coletas realizadas, nos meses de abril (Tabela 9), julho (10) e setembro (11) (Apêndice E).

Tabela 9: Total de células analisadas, número total de células nas diferentes fases do ciclo celular e Índice Mitótico (IM) total obtidos para os diferentes grupos controle e tratado com as águas dos poços da primeira coleta (abril), em células de raiz de *Allium cepa* L.

Grupos	Amostragem	Células		Número de células				
		analisadas	IM%	I	P	M	A	T
CO-	Co	5256	1,24	5191	25	17	14	9
	Tr	5346	1,27	5278	29	15	16	8
	Re	5179	1,04	5125	21	10	14	9
P1	Co	5167	2,05	5061	35	31	28	12
	Tr	5120	1,09	5064	27	10	13	6
	Re	4066	0,96	4027	11	15	10	3
P2	Co	5086	0,83	5044	14	9	12	7
	Tr	5143	1,38	5072	27	17	26	1
	Re	5173	1,30	4106	30	15	14	4
P3	Co	5134	1,01	5082	25	8	13	6
	Tr	4177	1,41	4118	26	11	20	2
	Re	5202	1,61	5118	39	19	22	4

Grupos: CO⁻ – controle negativo, e tratado com as águas coletadas dos poços das comunidades de Rio Pedreiro (P1), Rio Pedreirinho (P2) e Volta Alegre (P3).

Tipo de Amostragem: Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h. I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase, T: Telófase.

Tabela 10: Total de células analisadas, número total de células nas diferentes fases do ciclo celular e Índice Mitótico (IM) total obtidos para os diferentes grupos controle e tratado com as águas dos poços da segunda coleta (julho), em células de raiz de *Allium cepa* L.

Grupos	Amostragem	Células analisadas	IM%	Número de células				
				I	P	M	A	T
CO-	Co	5094	1,30	5028	30	13	11	12
	Tr	5248	2,06	5140	59	22	23	4
	Re	5253	2,06	5145	34	31	23	20
P1	Co	5225	1,78	5132	34	24	22	13
	Tr	5265	1,98	5161	46	17	32	9
	Re	5223	1,88	5125	25	27	24	22
P2	Co	5256	1,77	5163	38	32	13	10
	Tr	5230	1,99	5126	56	16	23	9
	Re	5176	1,56	5095	37	21	12	11
P3	Co	5136	1,29	5070	24	18	18	6
	Tr	5104	1,14	5046	17	15	15	11
	Re	5106	1,29	4040	18	12	11	25

Grupos: CO⁻ – controle negativo, e tratado com as águas coletadas dos poços das comunidades de Rio Pedreiro (P1), Rio Pedreirinho (P2) e Volta Alegre (P3).

Tipo de Amostragem: Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h. I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase, T: Telófase.

Tabela 11: Total de células analisadas, número total de células nas diferentes fases do ciclo celular e Índice Mitótico (IM) total obtidos para os diferentes grupos controle e tratado com as águas dos poços da terceira coleta (setembro)a, em células de raiz de *Allium cepa* L.

Grupos	Amostragem	Células analisadas	IM%	Número de células				
				I	P	M	A	T
CO-	Co	5039	2,96	4890	76	31	31	11
	Tr	5090	1,83	4997	36	25	23	9
	Re	5081	2,54	4952	57	25	31	16
P1	Co	5167	1,55	5087	34	17	21	8
	Tr	5065	2,05	4961	49	27	17	11
	Re	5096	2,43	4972	53	19	30	22
P2	Co	5111	2,80	4968	87	23	18	15
	Tr	5147	2,91	4997	98	16	22	14
	Re	5109	2,39	4987	50	26	28	18
P3	Co	5086	1,65	5002	46	12	16	10
	Tr	4909	2,20	4801	56	24	22	6
	Re	4996	2,58	4867	72	12	34	11

Grupos: CO⁻ – controle negativo, e tratado com as águas coletadas dos poços das comunidades de Rio Pedreiro (P1), Rio Pedreirinho (P2) e Volta Alegre (P3). Tipo de Amostragem: Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h. I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase, T: Telófase.

Não ocorreu nem o estímulo nem a redução da mitose nas células, logo as amostras analisadas não apresentam características citotóxicas no sistema-teste com células meristemáticas de raiz de *Allium cepa*. O mesmo teste estatístico foi utilizado para verificar se houve variação do índice mitótico ao longo do ano, e pode-se observar que as amostras não apresentaram variação significativa ao longo do ano, comparando os índices mitóticos do controle do próprio bulbo (CO-0 h), do tratamento (Tr – 24h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) das três coletas.

A inibição da divisão celular pode ser acarretada, segundo Christofolletti (2008), devido à presença de compostos químicos na água, levando à diminuição do índice mitótico. Já o estímulo da divisão celular, segundo Amaral et al. (2007), pode ser consequência dos dejetos ricos em fósforo e nitrogênio, presentes em esgotos domésticos.

Corroboram com estes resultados os trabalhos de Düsman et al. (2011), Ferreira et al (2012) e Circunvis (2012), que não encontraram citotoxicidade em amostras de água de rios e córregos, utilizando o mesmo sistema-teste do presente estudo.

O efeito negativo da citotoxicidade observada no presente estudo pode evidenciado pelos resultados obtidos nas análises físicas e químicas, sendo que todos os parâmetros atendiam ao estabelecido na legislação. Segundo Silva et al.³ (2003 apud Düsman et al., 2014), valores de pH baixos podem favorecer o efeito tóxico de água, pois podem aumentar a dissolução dos íons metálicos e a sua concentração na água, fato que não foi observado no presente estudo. Além disso, Cabrera et al. (1999) evidenciaram que a taxa de precipitação possui influência sobre os compostos tóxicos, devido a maior diluição dos mesmos em períodos chuvosos, diminuindo o poder tóxico da amostra. Considerando que Francisco Beltrão é uma cidade com alto índice de precipitação, esta pode ter influenciado na ausência de citotoxicidade das amostras de água dos poços avaliados.

Quanto a mutagenicidade, referente à capacidade que um agente possui de causar ou aumentar a frequência de mutações em um organismo, foram analisadas as células com alterações em todos os grupos de todos os poços, nas coletas de abril (Tabela 12), julho (Tabela 13) e setembro (Tabela 14).

³ Silva, J.; Heuser, V.; Andrade, V. **Biomonitoramento Ambiental**. In J. Silva, B. Erdtmann, & J. A. P. Henriques (Eds.), *Genética Toxicológica* (pp. 166 – 180). Porto Alegre: Alcance, 2003.

Tabela 12: Tipos, números, total e percentual de alterações obtidas para o grupo controle negativo e os grupos tratados com as águas dos Poços durante a primeira coleta, no mês de abril.

Ponto de Coleta	Fases da Mitose						Total de Alterações	% Alterações	
	Metáfase			Anáfase					
	MC	MD	CS	CS	AP	MP			
Controle negativo	0h	2				1	3	0,05	
	24h		1				1	2	0,03
	48h						3	3	0,05
Poço 1	0h						5	5	0,09
	24h	3	2	1			1	7	0,14
	48h		2	2		1	1	6	0,15
Poço 2	0h	2	1				3	6	0,12
	24h	1	4	1			5	11	0,21
	48h	2	1	2	1	1	2	9	0,17
Poço 3	0h	1	1	1				3	0,05
	24h						3	3	0,07
	48h		2	1			2	5	0,09

MC= metáfase-colchicínica; MD= metáfase desorganizada; CS= cromossomo solto; AP = anáfase com ponte; MP= multipolar.

P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre.

Tabela 13: Tipos, números, total e percentual de alterações obtidas para o grupo controle negativo e os grupos tratados com as águas dos Poços durante a segunda coleta, no mês de julho.

Ponto de Coleta	Fases da Mitose						Total de Alterações	% Alterações	
	Metáfase			Anáfase					
	MC	MD	CS	CS	AP	MP			
Controle Negativo	0h	3	4				2	9	0,18
	24h	4	1	1			2	8	0,15
	48h	3	1	1			2	7	0,13
Poço 1	0h	4	3				2	9	0,17
	24h	4	5				1	10	0,02
	48h	3	2	1			2	8	0,15
Poço 2	0h	4	7	1			1	13	0,25
	24h	4					5	9	0,17
	48h		4					4	0,08
Poço 3	0h	3	1				1	5	0,10
	24h					2	2	4	0,08
	48h	5	2	1		1		9	0,18

MC= metáfase-colchicínica; MD= metáfase desorganizada; CS= cromossomo solto; AP = anáfase com ponte; MP= multipolar.

P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre.

Tabela 14: Tipos, números, total e percentual de alterações obtidas para o grupo controle negativo e os grupos tratados com as águas dos Poços durante a terceira coleta, mês de setembro

Ponto de Coleta		Fases da Mitose						Total de Alterações	% Alterações
		Metáfase			Anáfase				
		MC	MD	CS	CS	AP	MP		
Controle negativo	0h	9	1	2			2	14	0,28
	24h	2	3	1	1		1	8	0,16
	48h	1	2		1	1	3	8	0,16
Poço 1	0h	4	2			1	4	11	0,21
	24h	2	1	2	1		1	7	0,14
	48h	2	3	1			3	9	0,18
Poço 2	0h	24	1			1	2	28	0,55
	24h	2	1	3		1	3	10	0,19
	48h	1	1		1	2	3	8	0,16
Poço 3	0h	6	2				1	9	0,18
	24h	3	2	1			2	8	0,16
	48h	2		1	2	1	1	7	0,14

MC= metáfase-colchicínica; MD= metáfase desorganizada; CS= cromossomo solto; AP = anáfase com ponte; MP= multipolar.

P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre

De forma similar à citotoxicidade, para a avaliação da mutagenicidade das amostras, foi calculado um índice de mutagenicidade (IMG), levando em consideração a razão entre o número de células alteradas e o número total de células observadas em cada grupo, nas coletas de abril (Figura 18), julho (Figura 19) e setembro (Figura 20).

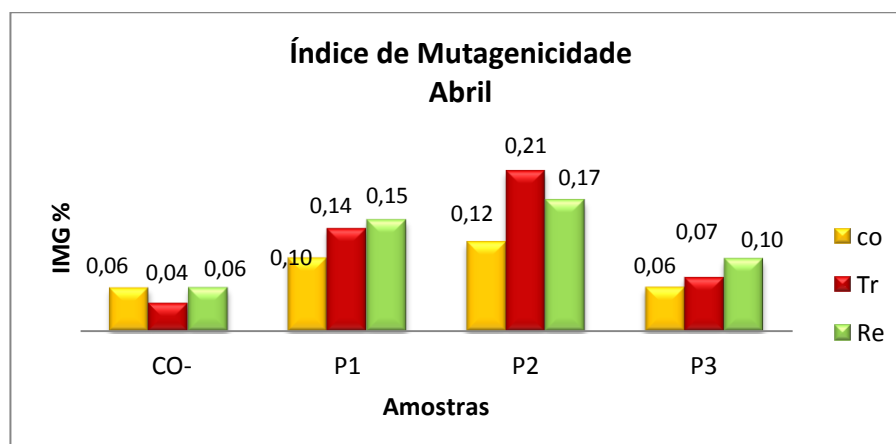


Figura 18 - Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes à primeira coleta, mês de abril. CO- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre. Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h.

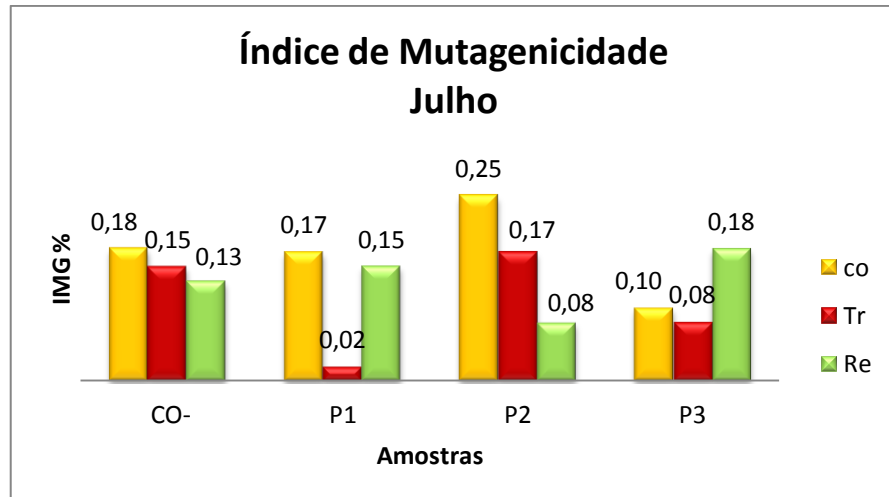


Figura 19 - Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes a segunda coleta, mês julho. CO⁻ - controle negativo, P1 - Rio Pedreiro , P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre. Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h.

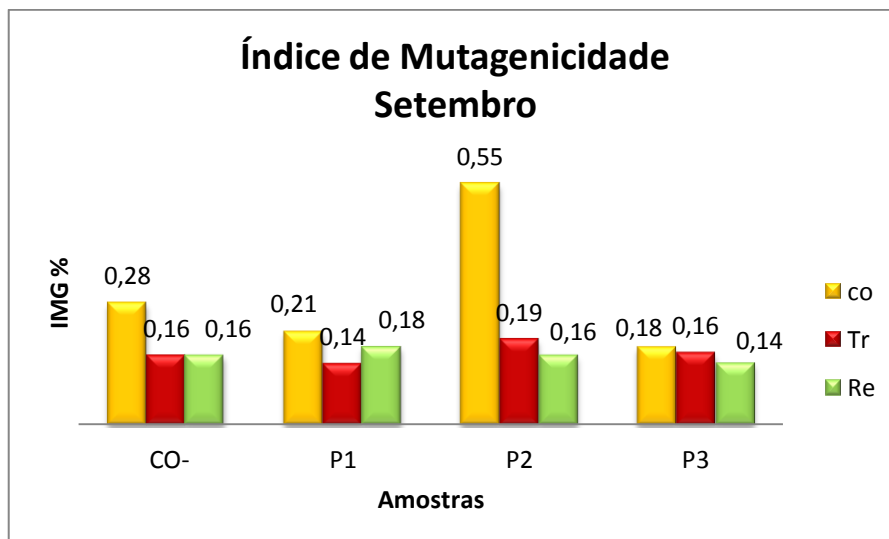


Figura 20 - Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes a terceira coleta, mês setembro. CO⁻ - controle negativo, P1 - Rio Pedreiro , P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre. Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h.

A partir do índice de mutagenicidade verificou-se estatisticamente, por meio do teste de kruskal-wallis, com nível de significância de 5%, que as amostras não apresentaram variação significativa, ou seja, apresentaram valores de índices de mutagenicidade estatisticamente semelhantes aos do controle negativo (CO-), do controle do próprio bulbo (CO-0 h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) de cada cebola. Além disso, estatisticamente, essa característica não variou de forma significativa ao longo do ano.

As alterações cromossômicas observadas no presente trabalho são similares as observadas por Costa et al. (2015), que analisaram as águas do Rio do Peixe em São Paulo, sendo metáfases colchicínicas e desorganizadas, anáfases multipolares e com perda de cromossomos, assim como o trabalho de Maschio (2009) que analisou a água da Represa Municipal de São José do Rio Preto em São Paulo. Além da semelhança nas alterações encontradas, os trabalhos citados em suas análises também não observaram características citotóxicas nas amostras.

Segundo Costa et al. (2015), as alterações observadas são em decorrência de alterações no processo de formação do fuso, que impede com que a placa equatorial se organize, resultando na alterações observadas no presente estudo (Figura 21). Esse processo é influenciado devido a compostos tóxicos que entram em contato com o organismo, como metais pesados, agroquímicos e compostos decorrentes do lançamento de efluentes industriais e domésticos (MASCHIO, 2009; PERON, 2009).

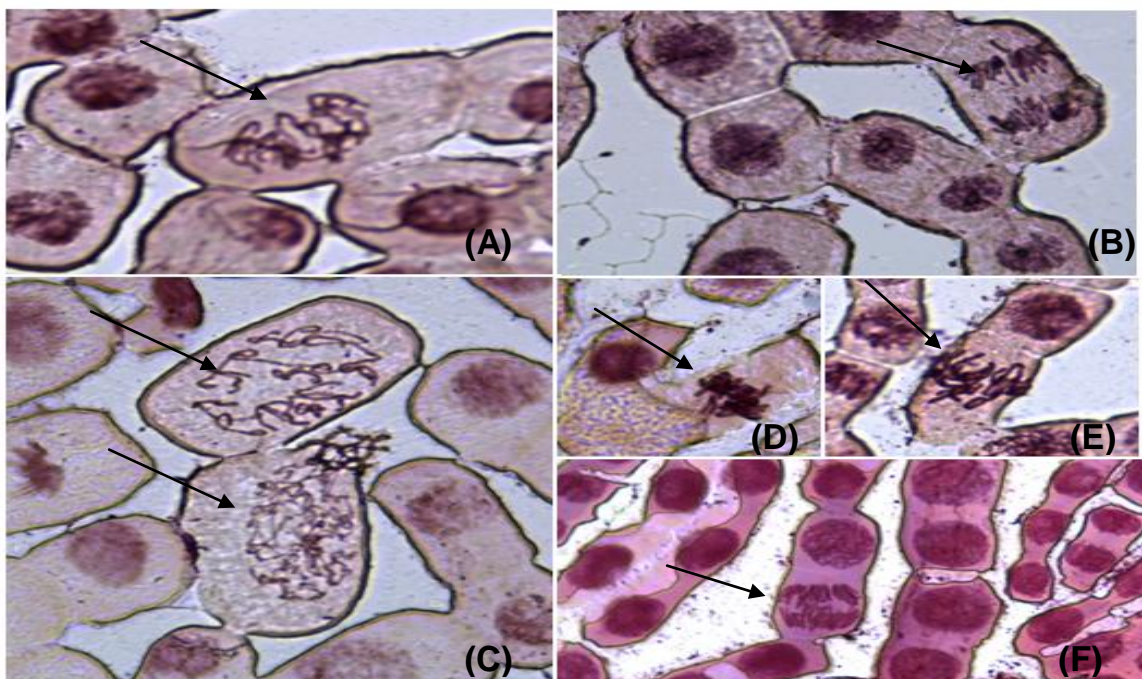


Figura 21 - Alterações cromossômicas encontradas nos tratamentos com as águas dos poços em estudo, em células de raiz de *Allium cepa* (microfotografias obtidas com a objetiva de 40 vezes). A) Metáfase-desorganizada ; B) Anáfase multipolar; C) 2 Metáfases-desorganizadas; D) Metáfase com cromossomo solto; E)Metáfase-colchicínica; F) Anáfase multipolar.

Os danos genéticos observados no presente estudo são similares aos encontrados no trabalho de Oliveira et al. (2011), segundo os autores, as anomalias relacionadas às quebras cromossômicas, como as pontes cromossômicas e fragmentos soltos, são indicativos da presença de substâncias clastogênicas (indutoras de quebras), já as alterações que interferem na formação do fuso acromático, dando origem as metáfases-colchicínicas e anáfases multipolares, são originadas de falhas no processo de disjunção dos cromossomos durante a divisão celular, efeito promovido por substâncias aneugênicas.

Para toxicidade aguda das amostras, avaliada pelo bioensaio utilizando o microcrustáceo *Artemia* sp. como organismo bioindicador, foi verificado por meio do teste de Dunnet, com nível de significância de 5%, que o número de organismos mortos em cada tratamento não apresentou variação em comparação ao controle negativo nos meses de coleta de abril (Figura 22), julho (Figura 23) e setembro (Figura 24), ou seja, as amostras não apresentaram ação tóxica aguda.

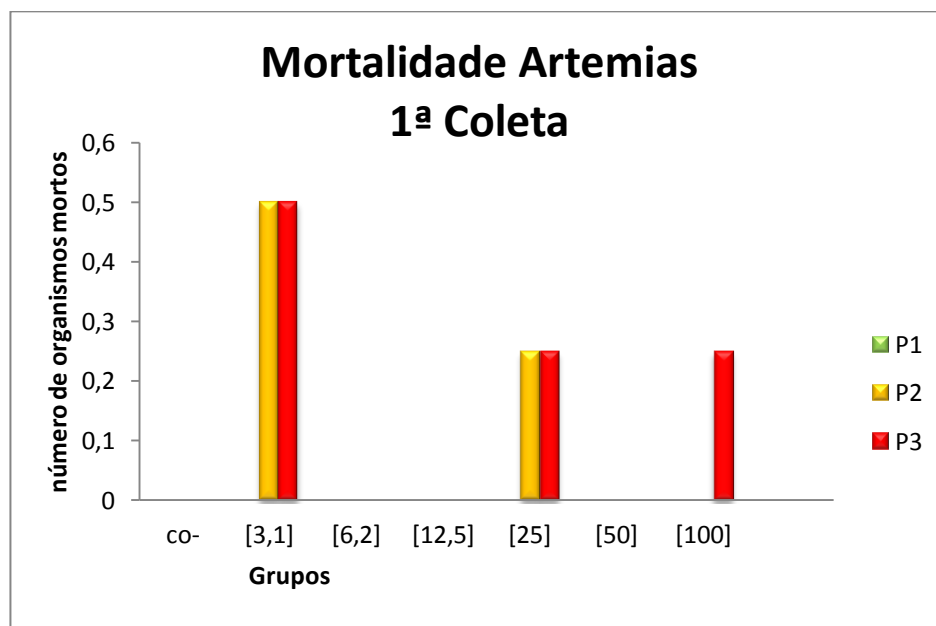


Figura 22 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na primeira coleta, realizada no mês de abril.

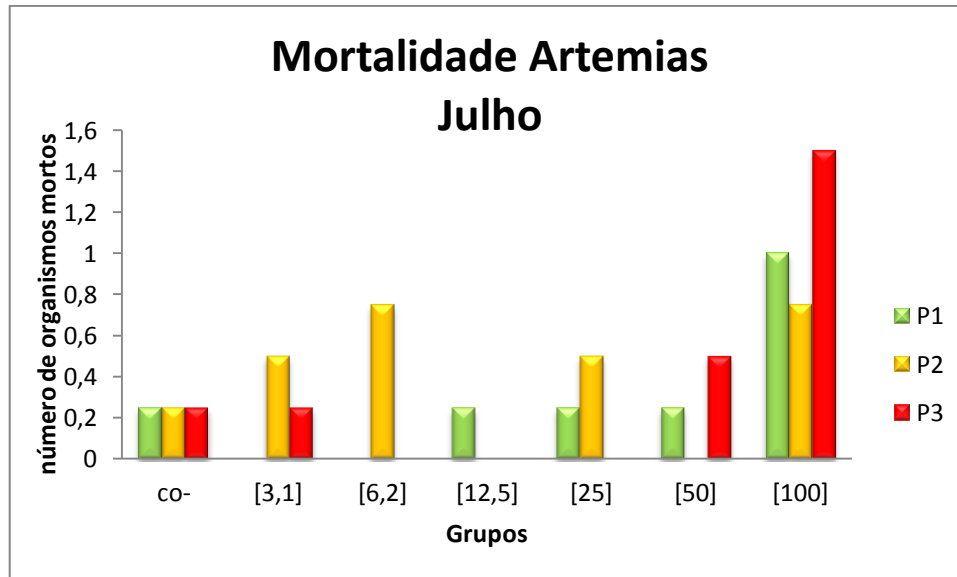


Figura 23 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na segunda coleta, realizada no mês de julho.

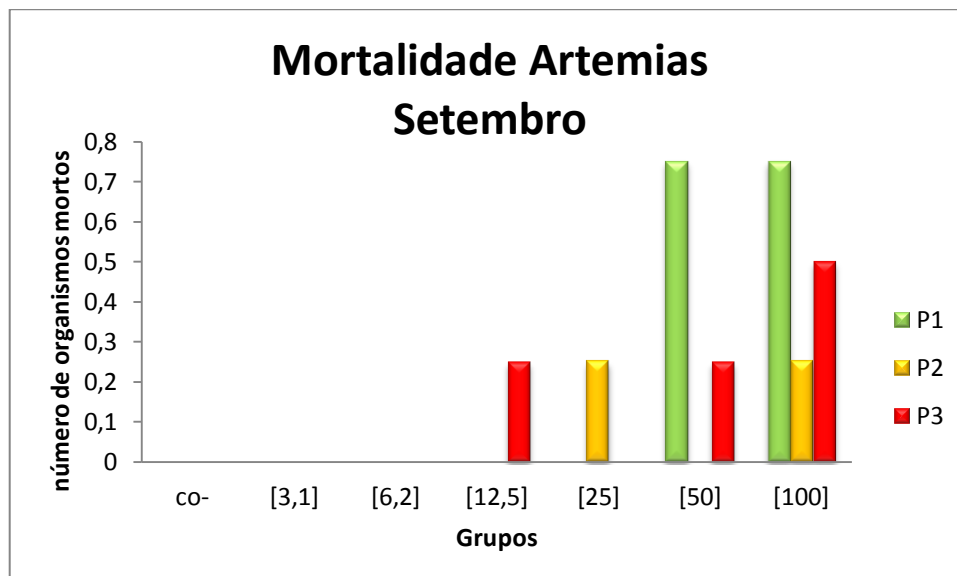


Figura 24 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na terceira coleta, realizada no mês de setembro.

No trabalho de Mendes et al. (2011), os autores utilizaram a *Artemia* sp. como organismo indicador em seus bioensaios, não verificou-se mortalidade significativa dos organismos, porém, foi confirmada a presença de agroquímicos nas amostras analisadas. Assim, para os autores, a letalidade é considerada um parâmetro drástico de avaliação de toxicidade e sugerem que ensaios

complementares podem ser realizados para indicar possíveis alterações nos organismos-teste frente à exposição às águas em estudo.

Para Figueiredo et al. (2013), os testes utilizando a *Artemia* sp. como organismo indicador são úteis, baratos e de fácil execução e podem ser utilizados para análise preliminar da toxicidade das amostras, sendo recomendado testes mais específicos para determinar de fato a existência de substâncias tóxicas na água.

Com os dados obtidos no presente trabalho pode-se observar que os resultados provenientes de bioensaios são relevantes, sendo que estes sistemas são de grande utilidade para identificação do potencial tóxico de amostras, auxiliando em pesquisas de qualidade de recursos hídricos. Uma vez que perturbações no índice de divisão celular e do material genético podem ser deletérias para o organismo e podem levar a consequências severas e irreversíveis à saúde, tanto de organismos simples como até de humanos.

6.3 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES

A partir da pesquisa realizada a respeito do uso e ocupação do solo do município de Francisco Beltrão no estado do Paraná, foram encontrados diversos trabalhos com as palavras chaves utilizadas, sendo estas: “Município de Francisco Beltrão”, “uso e ocupação do solo Paraná” e “uso e ocupação do solo Francisco Beltrão”. Foram considerados 20 trabalhos como relevantes, em relação ao assunto. Porém, os trabalhos encontrados não apresentavam dados consideráveis, uma vez que, a intenção era a obtenção de um dado geral a respeito do município, o que não foi encontrado.

Os trabalhos em geral se referem apenas a um local específico dentro do município, como o trabalho de Marchiore (2014), que faz menção do uso e ocupação do solo apenas da bacia do Rio Quatorze, assim como o trabalho de Daleffe (2010) e Marques (2010), ou o trabalho de Hoenig et al. (2012), que realizou uma análise do uso do solo em áreas de preservação permanente no alto curso da Bacia do Rio Cotegipe. Scalabrin (2014) menciona o uso e ocupação do solo dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão.

Além dos trabalhos que fazem menção a apenas, uma parcela do município, foram encontrados trabalhos com dados gerais do estado do Paraná. Devido à escala empregada os mesmos não auxiliaram na pesquisa, uma vez que o município de interesse apresenta, muitas vezes, apenas uma classificação de solo, o que de fato não ocorre.

A partir do mapa de uso e ocupação solo da área ao entorno do poço da comunidade Rio Pedreirinho, pode-se observar a predominância de áreas com vegetação de reflorestamento, sendo que estas recobrem 37,58%, ou seja, uma área igual 1,18 km²; seguida das lavouras, que cobrem 22,3% do total, com 0,70 km²; as superfícies cobertas por pastagens tem uma área igual a 0,67 km², ou seja, 21,34%; e por fim a vegetação nativa ocupa uma área de 0,59 km², que corresponde a 18,78% do total (Figura 25).

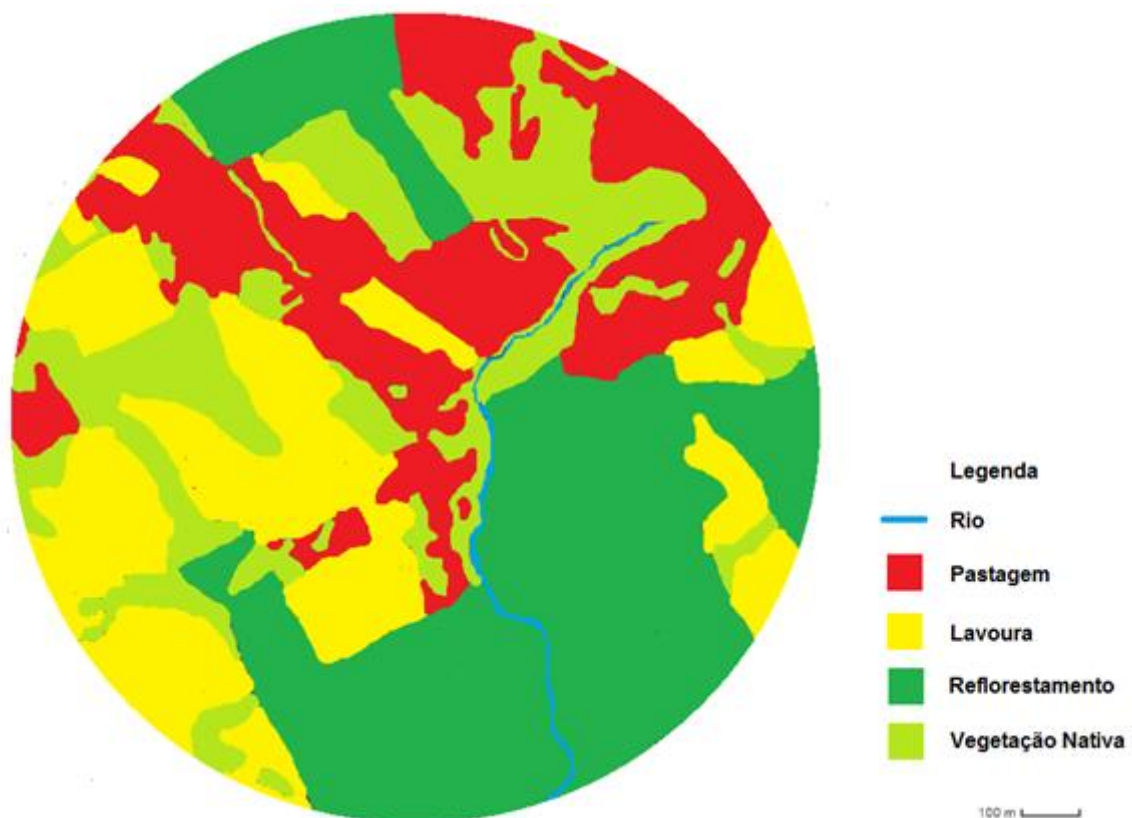


Figura 25 - Carta de uso do solo da comunidade Rio Pedreirinho.
Fonte: Modificação Imagem Goolzoom, 2015.

A área ao entorno do poço da comunidade Rio Pedreiro, tem predominância de Vegetação nativa, recobrando 1,19 km², ou seja, 37,9% da área em estudo; seguida das lavouras que correspondem a uma área equivalente a 1 km², o que representa 31,85%; em terceiro lugar se tem as áreas de reflorestamento com extensão de 0,53 km², perfazendo 16,88%, e por fim, as pastagens que representam 0,42 km² do território, ou seja, 13,37% (Figura 26).

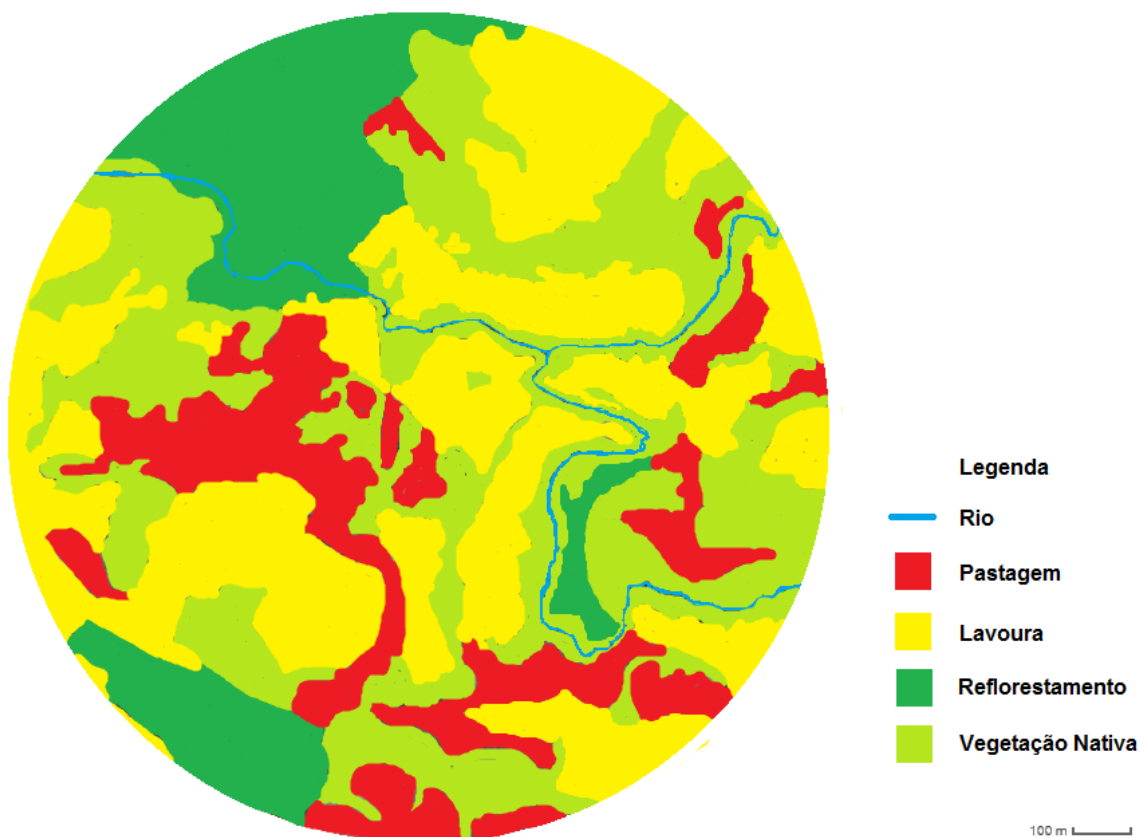


Figura 26 - Carta de uso do solo da comunidade Rio Pedreiro.

Fonte: Modificação Imagem Goolzoom, 2015.

Já a área ao entorno do poço da comunidade de Volta Alegre apresenta a predominância de lavouras que recobrem 36,62%, ou seja, uma área igual 1,15 km²; seguida da vegetação nativa, que representa 36,30% do total, com 1,14 km²; as superfícies cobertas por vegetação de reflorestamento tem uma área igual a 0,55 km², ou seja, 17,55%; e por fim as pastagens tem uma porcentagem de 9,53% do total, representando uma área de 0,30 km² (Figura 27).

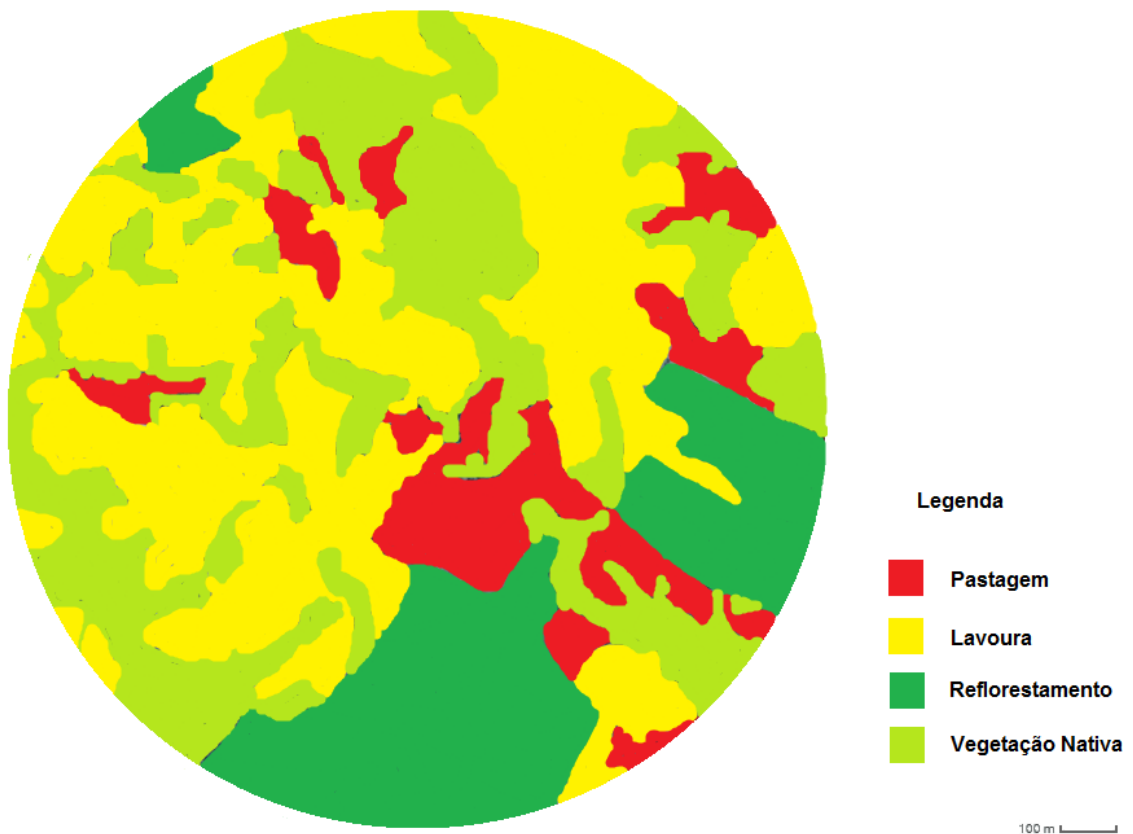


Figura 27 - Carta de uso do solo comunidade Volta Alegre.
Fonte: Modificação Imagem Goolzoom, 2015.

Para Campos et al. (2004), as técnicas de geoprocessamento são fundamentais para os processos de registros do uso da terra e a manutenção destes dados no decorrer do tempo. Os autores destacam ainda a importância das imagens de satélite, pois, a partir das mesmas, pode-se avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região e num dado período, possibilitando a avaliação da situação do local.

Para Silva (2011), os mapeamentos de solos auxiliam nos processos de planejamento agrícola, levantamentos do uso da terra, estudos de terras para irrigação, monitoramentos ambientais, entre outros.

Nesse sentido, destaca-se a importância da avaliação do uso e ocupação do solo, pois a partir do mesmo é possível se ter uma noção sobre a situação de uso e preservação de uma região de interesse.

Além das informações obtidas com os mapas de uso e ocupação do solo, as observações *in loco*, permitiram identificar que todas as residências dentro da área de abrangência estudada, possuem fossas negras como sistema de descarte de efluentes domésticos, um potencial contaminante das águas subterrâneas (SILVA et al., 2009). O trabalho de Tosti et al. (2014), também identificou um grande número de fossas negras em propriedades rurais no município de Santa Fé do Sul, em São Paulo. Uma realidade de quase todos os municípios brasileiros (SOUSA et al., 2010).

As três localidades em estudo são ocupadas por pecuária leiteira e a agricultura, sendo o plantio de soja e milho predominantes, o que pode ser observado nos mapas de uso e ocupação do solo apresentados.

Os agricultores em geral não utilizam práticas de manejo e conservação do solo, de acordo com as visitas a campo realizadas. Foi observado erosão laminar nas áreas agricultáveis e pastagens.

De forma similar aos resultados observados no presente trabalho, Campos et al. (2004) analisaram uma região com características agrícolas no município de Botucatu, em São Paulo, sendo que em geral as regiões com pastagem e lavouras se sobressaiam em relação as outras. Segundo os autores os agricultores da região analisada não também não faziam uso de praticas de conservação do solo, comprometendo a qualidade do solo local.

Com a realização desta caracterização e comparação à literatura, pode-se perceber que o ideal para a avaliação do uso e ocupação do solo de uma região é a análise temporal dos dados, ou seja, verificar se o processo de uso e ocupação do solo tem-se alterado com o passar do tempo, sendo assim melhor identificado a influência da ocupação sobre o uso do solo.

Nas observações a campo, foi possível ainda observar o estado de conservação e preservação ao entorno dos poços, sendo que os três situam-se no meio de pastagens, dividindo espaço com os animais. Apesar de os três poços serem cercados, os animais tem contato com o local, o que pode justificar a presença de coliformes termotolerantes nas amostras analisadas (Figura 28; 29 e 30).



Figura 28 - Poço Rio Pedrerinho.



Figura 29 - Poço Rio Pedreiro.



Figura 30 - Poço Volta Alegre.

Segundo Freitas et al. (2001), os poços deve possuir de uma área delimitada em sua volta, sempre que possível com raio de 10 m, definido como perímetro de proteção do poço. Para que seja assegurada a proteção contra a poluição superficial. Ainda segundo o autor, o acabamento de boca do poço deve ser feito com laje de proteção de cimento, medindo aproximadamente 1,00 m de largura por 1,00 m de comprimento e 0,30 m de altura com caimento superficial para as bordas.

Visto a situação de preservação dos poços sugere-se um isolamento mais efetivo da área ao entorno dos três poços a fim de evitar o contato dos animais.

6.4 RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES E QUALIDADE DA ÁGUA DAS MESMAS

A partir dos resultados do teste de correlação de Pearson, realizada para verificar se os parâmetros analisados possuíam relação com as classes de uso e ocupação do solo, foi possível verificar que os mesmos não possuíam correlação significativa, ao nível de 5% de significância, apesar de possuírem uma forte relação (Apêndice F), ou seja, neste caso, não foi possível detectar relação direta entre o uso e ocupação do solo das comunidades com a qualidade dos recursos analisados.

A análise das componentes principais em geral para todas as variáveis explicou 100% da variância acumulada para as duas componentes principais. A primeira componente contribuiu com 81,78% da variância explicada, a segunda componente explicou 18,22% da variância explicada dos dados.

Foi entendido como relação positiva os parâmetros e classes de uso e ocupação do solo pertencentes ao mesmo quadrante do poço, e relação negativa os parâmetros e classes que se encontravam no quadrante oposto.

Pela análise de componentes principais (Figura 31), pode-se observar que o Poço 3 (comunidade Volta Alegre), tem maior influência de áreas com lavouras, e apresenta os maiores valores médios para os parâmetros sólidos totais dissolvidos e turbidez. Por outro lado, possui menor área com pastagens.

Para o Poço 2 (comunidade Rio Pedreirinho), existe uma relação positiva para os parâmetros ferro, nitrato e a classe reflorestamento, se opondo aos parâmetros condutividade, dureza e pH; a classe vegetação nativa e ao Poço 1 (comunidade Rio

Pedreiro). Assim, fica evidente que, os parâmetros associados positivamente ao Poço 2 se opõem ao Poço 1.

A relação apresentada acima expressa que, onde os parâmetros e classes apresentam relação positiva (estão no mesmo quadrante), os valores são mais representativos.

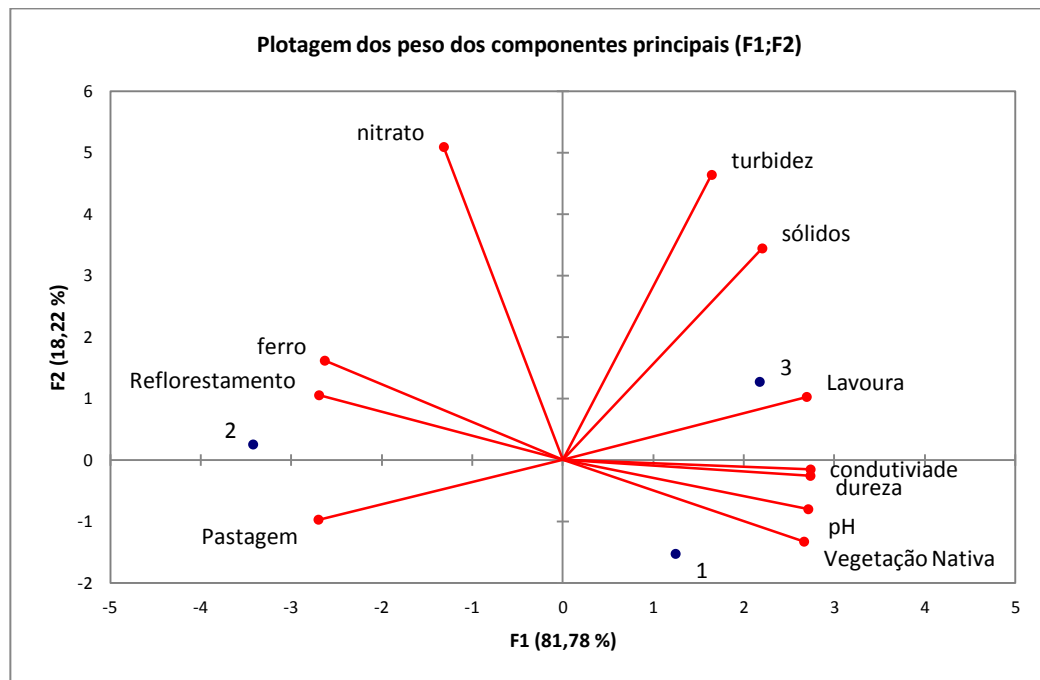


Figura 31- Representação gráfica da análise dos componentes principais. 1: Poço Rio Pedreiro; 2: Poço Rio Pedreirinho; 3: Poço Volta Alegre.

6.5 REUNIÃO COM OS MORADORES E ENTREGA DO RELATÓRIO A PREFEITURA MUNICIPAL

Na reunião realizada com os moradores no mês de outubro de 2015, no dia 17, as 14:30 horas, no pavilhão da comunidade Rio Pedreiro, foram apresentados informações a respeito da qualidade da água proveniente dos poços comunitários destas localidades, além de uma breve ação de educação ambiental a respeito de qualidade da água para abastecimento.

Cerca de 30 pessoas estavam presentes, os moradores se mostraram interessados sobre o assunto, fazendo alguns questionamentos a respeito de características que observam na água, relatando, por exemplo, que percebiam diferença de turbidez na água em dias muito chuvosos, questionando o motivo pelo mesmo (Figura 32).



Figura 32 - Imagens da Reunião com os moradores das três comunidades

Os moradores das três comunidades concordam com o proposto no abaixo assinado, desde que a instalação das bombas de cloro e a construção da casa de química, sejam realizadas pela prefeitura municipal de Francisco Beltrão e não traga gastos financeiros para os mesmos.

Com essa visita, pode-se perceber que muitos moradores tinham entendimento da importância do tratamento da água, porém, parte dos moradores não concordava com o processo de desinfecção das águas de abastecimento. Para eles, a desinfecção da água provocaria alterações dos padrões organolépticos, acarretando na busca por novas fontes para suprimento de suas necessidades.

Com a explicação da importância que o processo de tratamento apresenta, todos os moradores concordaram que o processo de desinfecção deveria ser realizado, acarretando na assinatura do abaixo assinado.

Segundo Brasil (2009), no Brasil, o acesso aos benefícios gerados pelo saneamento ainda são um desafio a ser alcançado; sua promoção requer o envolvimento de vários segmentos do poder público, dificultando o processo.

Os serviços de saneamento estão relacionados à promoção da qualidade de vida, assim como a proteção dos ambientes naturais, em especial dos recursos hídricos. Nesse sentido, é imprescindível desenvolver ações educativas que possibilitem a compreensão e estimulem a participação popular no enfrentamento dessa questão (BRASIL, 2009).

Para tanto, é fundamental estimular um olhar atento à realidade em que se vive, uma vez que para transformá-la é essencial que a população conheça os diferentes aspectos relacionados ao saneamento. Sendo este o objetivo principal em disponibilizar as informações obtidas no presente estudo para as comunidades envolvidas.

Nesse contexto, a Educação Ambiental em Saneamento tem a capacidade em despertar o protagonismo popular na condução das transformações esperadas. O que foi manifestado pelo abaixo assinado pelos moradores das comunidades reivindicando a desinfecção da água utilizada para abastecimento.

A fim de informar ao poder público sobre a situação da qualidade da água dos três poços analisados, no mês de novembro foi entregue um relatório contendo os resultados obtidos no presente para os responsáveis das Secretarias de Saúde e

Desenvolvimento Rural (Apêndice B), juntamente com uma carta de consentimento do recebimento do relatório (Apêndice C; D).

7 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que os recursos analisados possuem uma qualidade satisfatória, atendendo ao especificado na legislação, de acordo com os parâmetros físicos, químicos verificados, bem como por meio dos testes toxicológicos, sendo possível constatar que, em nenhum dos poços analisados, as amostras apresentaram características tóxicas.

As três comunidades possuem seus solos ocupados por pastagens, lavouras e fragmentos de vegetação nativa e áreas de reflorestamento. As áreas são consorciadas entre a pecuária leiteira e o cultivo de grãos.

Os três poços não possuem mecanismos efetivos de isolamento da área. Devido a esses fatos recomendam-se medidas que promovam o melhor isolamento da área ao entorno dos poços, como a construção de um cercado.

As características de uso e ocupação do solo das regiões analisadas não apresentaram relação significativa com os parâmetros da qualidade da água analisados.

Os três poços apresentaram contagem de coliformes termotolerantes, o que desperta atenção sobre os recursos, uma vez que os mesmos não possuem um processo de desinfecção. Com isso, recomenda-se a instalação de uma bomba de cloro nos poços das três comunidades, medida posta em prática, por meio da solicitação da instalação de bombas de cloro a prefeitura municipal, através de um abaixo assinado pelos moradores das comunidades.

Ressalta-se ainda a importância de ações de educação ambiental, principalmente em situações como as vivenciadas, pois é de fundamental importância por parte da população o conhecimento da realidade em que se vive, despertando o interesse pela mudança para um ambiente mais seguro sanitariamente.

8 REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 10664 Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 13934 Água - Determinação de ferro - Método colorimétrico da ortofenantrolina.** Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 14339 Água - Determinação de pH - Método eletrométrico.** Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 14340 Água - Determinação da condutividade e da resistividade elétrica.** Rio de Janeiro, 1999.
- ADDINSOFT. Data analysis and statistical application version 2015.3. New York: Addinsoft SARL, 2015. Trial version. Disponível em: < <https://www.xlstat.com/en/download>>. Acesso: 05 nov. 2015.
- ALVES, Eliane C.; SILVA, César F.; COSSICH, Eneida S.; TAVARES, Célia R. G.; SOUZA FILHO, Edvard E.; CARNIEL, Ademir. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, pag. 39-48, 2008.
- AMARAL, Alexandre M.; BARBÉRIO, Agnes, VOLTOLINI; Julio C.; BARROS, Layra. Avaliação preliminar da citotoxicidade e genotoxicidade, da água da bacia do rio Tapanhon (SP- Brasil) através do teste Allium (*Allium cepa*). **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v. 20, n.1–2, p.65–72, 2007.
- AMARAL, Luiz A.; NADER FILHO, Antonio; ROSSI JUNIOR, Oswaldo. D.; FERREIRA, Fernanda L. A.; BARROS, Ludimila S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.4, n.37, p. 510-514, 2003.
- APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 22 ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.

BAHIA, Vânia E.; FENZL, Norbert; LEAL, Luíz R. B.; MORALES, Gundisalvo P.; LUÍZ, José Gouvêa. Caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas na área de abrangência do reservatório de abastecimento público do Utinga – Belém (PA). **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v.25, n.1, p.43-56, 2011.

BARBOSA, Cátia F. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ**. 2005. 93 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BARCELLOS, Christiane M.; ROCHA, Magalhães; RODRIGUES, Luciano S.; COSTA, Claudionor C.; OLIVEIRA, Paulo R.; SILVA, Israel J.; JESUS, Éder F. M.; ROLIM, Renata G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.9, set., 2006.

BERTOSSI, Ana P. A.; CECÍLIO, Roberto A.; NEVES, Mirna A.; GARCIA, Giovanni O. Qualidade da água em microbacias hidrográficas com diferentes coberturas do solo no sul do espírito santo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37 n.1, Jan./Feb. 2013.

BRAGA, Fernando P. **Validação de desempenho de uma estação de tratamento de água do Município de Juiz de fora – MG**. 70 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. **Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2.914 de 4 de dezembro de 2011. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília: Ministério da Saúde; Diário Oficial da União 2011; 12 Dez. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 18 mar. 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a 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.** Brasília: conselho nacional de meio ambiente; Diário Oficial da União 2005. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.** Brasília: conselho nacional de meio ambiente; Diário Oficial da União 2008. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

BRITO NETO, Vicente O. **Análise in vitro do grau de toxicidade do extrato etanólico de *Azadiracta indica* A. Juss em *Artemia salina* e em larvas infectantes de *Haemonchus contortus*.** 2013. 27 f. Monografia (Curso de Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2013. Disponível em: < http://www.cstr.ufcg.edu.br/grad_med_vet/mono_2013_2/monografia_vicente_oliveira_brito_netto.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2015.

BRUCHCHEN, Livia M. **Qualidade do Rio Criciúma, Santa Catarina, através da avaliação de toxicidade e genotoxicidade, utilizando *artemia sp.* e *geophagus brasiliensis* (quoy; gaymard, 1824) como bioindicadores.** 2008. 87f. Trabalho de conclusão de curso. (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade do extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008. Disponível em: < <http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000039/00003986.pdf>>. Acesso: 19 mai. de 2015.

CABRERA, G. L.; RODRIGUEZ, D. M. G. Genotoxicity of leachates from a landfill using three bioassays. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 426, n. 2, p. 207-210, 1999.

CAMPOS, Sérgio; ARAÚJO JÚNIOR, Armindo A. ; BARRO, Zacarias X.; CARDOSO, Lincoln G.; PIROLI, Edson L. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, botucatu - sp. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.431-435, maio/ago. 2004.

CAR – **Cadastro ambiental rural.** Disponível em: < <http://www.car.gov.br/>>. Acesso: 19 mai. de 2015.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; ANA – Agência Nacional de Águas. **Guia Nacional De Coleta e Preservação De Amostras: Água, Sedimentos, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos**. Brasília, 2012. Disponível em: < www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/.../guia-nacional-coleta-2012.pdf >. Acesso: 07 abr. 2015.

CHRISTOFOLETTI, Cintya A. **Avaliação dos potenciais citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas de um ambiente lêntico, por meio dos sistemas-teste de *Allium cepa* E *Oreochromis niloticus***. 129f. 2008. Dissertação de mestrado (Ciências Biológicas) - universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

CIRCUNVIS, Bruno C.; HECK, Michele C.; VICENTINI, Veronica E. P. Investigação do potencial citotóxico das águas superficiais do Ribeirão Atlântico (Madaguaçu-PR) em *Allium cepa* L. **Revista Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v.7, n.3, p.7-14, set.-dez., 2012.

COLVARA, Júlia G.; LIMA, Andréia S.; SILVA, Wladimir P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v.11, jan. 2009.

COSTA, Alessandra C.; DOMINGUES, Giovana; DÜSMAN, Elisângela; ALMEIDA, Igor V.; VICENTINI, Veronica E. P. Citotoxicidade das águas do Rio do Peixe (São Paulo-Brasil), em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 248-258, Jan./Feb. 2015.

COSTA, Carla R.; OLIVI, Paulo; BOTTA, Clarice M. R; ESPINDOLA, Evaldo L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 7, p.1820-1830, 2008.

D'AGUILA, Paulo S.; ROQUE, Odir C. C.; MIRANDA, Carlos A. S.; FERREIRA, Aldo P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.16, n.3, p.791-798, jul-set, 2000.

DALEFFE, Ediane C. **Geoinformação aplicada no estudo ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Catorze**. 2010. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR, 15. , 2010, Curitiba. Anais do SICITE 2010. Curitiba: Editora da UTFPR, 2010.

DEZOTTI, Marcia (Cord.). **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro : E-papers, 2008.

DONADIO, Nicole M. M.; GALBIATTI, João A.; PAULA, Rinaldo C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, jan./abr. 2005.

DÜSMAN, Elisângela; FARIA, Juliana S.; TOLEDO, Fabiana; MAZETI, Camila M.; GONÇALVES, Marcus E. K.; VICENTINI, Veronica E. P. Vegetal test-system investigation on cytotoxicity of water from urban streams located in the northeastern region of Maringá, Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n.1, p. 71-77, jan./mar. 2011.

DÜSMAN, Elisângela; LUZZA, Michel; SAVEGNAGO, Leoberto; LAUXEN, Daiana; VICENTINI, Veronica E. P.; TONIAL, Ivane B.; SAUER, Ticiane P. *Allium cepa* L. as a bioindicator to measure cytotoxicity of surface water of the Quatorze River, located in Francisco Beltrão, Paraná, Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, Dordrecht, v. 186, p. 1793-1800, 2014.

EQUIPE ESTATCAMP. Software Action. Estatcamp- Consultoria em estatística e qualidade. São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/>>. Acesso: 05 nov. 2015.

FERREIRA, Adriana N. P.; LIMA, Claudia F.; CARDOSO, Fabrício B. F.; KETTELHUT, Júlio T. **Águas Subterrâneas um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília, 2007. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/downloads/%C3%81GUAS%20SUBTERR%C3%82NEAS.pdf>>. Acesso: 07 abr. 2015.

FERREIRA, Carlos F.; FRUEH, Andréia B.; DÜSMAN, Elisângela; HECK, Michele C.; VICENTINI, Veronica E. P. Avaliação da citotoxicidade das águas dos ribeirões Varginha (Califórnia-PR) e Tabatinga (Mandaguari-PR), EM *Allium cepa* L. **Revista Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v.7, n.2, p.46-54, mai./ago., 2012.

FIGUEIREDO, Renata F.; OLIVEIRA, Daniel A. F.; DINIZ, Susana N.; MENDONÇA, Sérgio; OKUYAMA, Cristina E. Avaliação da toxicidade e análise microbiológica de águas minerais de Caxambu – MG. **Revista pesquisa inovação farmacêutica**, São Paulo, v.5, n.1, p.23-30, 2013.

FISKESJÖ, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. **Hereditas**, Landskrona, v. 102, n. 1, p. 99-112, 1985.

FRECCIA, Bárbara. **Avaliação da toxicidade e fitotoxicidade das águas do rio Urussanga antes e após o tratamento com sedimento gerados em estação de tratamento de efluente de mineração de carvão**. 2011. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel no Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

FREITAS, Marcos A.; ECKERT, Roque M.; CAYE; Bráulio R. **Captações de água subterrânea no oeste do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/SDM/EPAGRI, 2001.

GEBIOMET- Grupo de Estudos em Biometeorologia. **Boletim Agrometeorológico**. v. 2 , n. 5 , Maio de 2015. Disponível em : <<http://www.gebiomet.com.br/boletins.php>>. Acesso: 04 nov. 2015.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em <<http://www.google.com/earth/>>. Acesso: 07 abr. 2015.

GOOLZOOM. **Goolzoom**. Disponível em <<http://es.goolzoom.com/>>. Acesso: 23 set. 2015.

GRAPHPAD Software, Inc. Software InStat 3 version Demo. San Diego, 2015. Disponível em: <<http://www.graphpad.com/>>. Acesso: 05 nov. 2015.

GRÜTZMACHER, Douglas D.; GRÜTZMACHER, Anderson D.; AGOSTINETTO, Dirceu; LOECK ,Alci E.; ROMAN, Roman; PEIXOTO, Sandra C.; ZANELLA, Renato. Monitoramento de agrotóxicos em dois mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.632–637, 2008.

GUERRA, R. Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents. **Chemosphere**, Oxford, v. 44, n. 8, p. 1737-1747, 2001.

HOENIG, Lucas R.; CANDIOTTO, Luciano Z. P. Análise do uso do solo em áreas de preservação permanente no alto curso da bacia do Rio Cotegipe, Francisco Beltrão – PR. In: XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. **XXI ENGA**. Disponível em: <http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/eixos/1388_1.pdf >. Acesso em: 23 set. 2015.

HOROWITZ, Adam; KITSIS, Edward. **Once up a Time**. Burbank: ABC, 2011.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2014. Disponível em : < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410840&search=||infor%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas> >. Acesso: 07 abr. 2015.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental por bacias hidrográficas do estado do Paraná**. Curitiba : IPARDES, 2010.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno estatístico município de Francisco Beltrão**. Abril de 2015. Disponível em: < <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85600&btOk=ok> > . Acesso: 07 abr. 2015.

ITCG. **Instituto de Terra, Cartografia e geociências**. Disponível em: < <http://www.geo.pr.gov.br/ms4/itcg/geo.html> >. Acesso: 07 jun. 2015.

KRÜGER, Rosangela A. **Análise da toxicidade e da genotoxicidade de agrotóxicos utilizados na agricultura utilizando bioensaios com *Allium cepa***. 2009. 58f. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) - Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, 2009.
LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3.ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

LIMA, José O. G.; FRANÇA, Antonia M. M.; LOIOLA, Helena G. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Revista Virtual Química**, Rio de Janeiro, V. 6, N. 2, p.279-292, 2013. Disponível em: < <http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/viewFile/471/417> >. Acesso: 30 mai. 2015.

MANASSES, Fabio; ROSA FILHO, Ernani F.; HINDI, Eduardo C.; BITTENCOURT, André V. L. Estudo hidrogeológico da Formação Serra Geral na região sudoeste do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 64-65, p. 59-67, 2011.

MARCHIORE, Jakcemara. **Avaliação hidrossedimentológica da bacia hidrográfica do Rio Quatorze, Francisco Beltrão (PR), por meio de modelo hidrológico computacional**. 2014. 102 f. Trabalho de conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

MARQUES, Paulo Jorge P. **Riscos de erosão do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Quatorze, Município de Francisco Beltrão – PR, por meio de**

geoprocessamento. 2010. 54 f. Monografia (Especialização em Gestão de Defesa Agropecuária) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.

MASCHIO, Lucilene R. **Avaliação do potencial citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas do Rio Preto na área de influência da região de São José do Rio Preto/SP**. 2009. Tese (Doutorado em Genética) – Curso de Pós-Graduação em Genética, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2009.

MENDES, Beatriz G.; BUDZIAK, Dilma; STOLBERG; Joni; PEIXER, Zilma I.; DALMARCO, Juliana B.; SIMIONATTO, Edesio L.; PEDROSA, Rozangela C.; FELIPE, Karina B.; OGAWA, Juliano; PEGORARO, Camilo; SCHEFFER, Larissa; BESEN, Marcos R.; OLIVEIRA, Leonardo J. G. G.; GEREMIAS, Reginaldo. Estudo da qualidade das águas do Rio Marombas (SC/Brasil), utilizando parâmetros físico-químicos e bioensaios. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.5, n.2, p. 43-58, 2011.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002.
MURADÁS, Kellen; WOJAHN, Daniel; WÖHL COELHO, Osmar G. Levantamento de dados geomorfológicos e hidrogeológicos para mapeamento de vulnerabilidade de contaminação do Aquífero Guarani nos municípios de Portão e Estância Velha/RS utilizando o método DRASTIC. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 5, n. 3, p. 172-194, 2010.

OLIVEIRA, Clélia N.; CAMPOS, Vânia P.; MEDEIROS, Yvonilde D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano. Estudo de caso: bacia hidrográfica do rio Salitre. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.33 n.5, 2010.

OLIVEIRA, L. M., VOLTOLINI, J. C.; BARBÉRIO, A. Potencial mutagênico dos poluentes na água do rio Paraíba do Sul em Tremembé, SP, Brasil, utilizando o teste *Allium cepa*. **Ambiente & Água**, Taubaté, v.6, n.1, p. 90-103, 2011.

PERON, Ana P.; CANESIN, Edmilson A.; CARDOSO, Cristiano M. V. Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159, abr./jun. 2009.

PHILIPPI Jr, Arlindo. (Edit.). **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

PINTO, Nelson L. S.; HOLTZ, Antonio C. T.; MARTINS, José A.; GOMIDE, Francisco L. S. **Hidrologia Básica**. São Paulo: Edgard Blucher, 1976.

POPP, José H. **Geologia geral**. 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

Prefeitura municipal de Almirante Tamandaré. **Dados da Cidade**, 2014. Disponível em: <<http://tamandare.pr.gov.br/sobre-a-cidade>>. Acesso: 04 jun. 2015.

Prefeitura municipal de Francisco Beltrão. **Dados do Município**, 2014. Disponível em: <<http://franciscobeltrao.pr.gov.br/secretarias/agricultura/geral/dados-do-municipio/>>. Acesso: 07 abr. 2015.

RAGAZZON, Daniela; GRABASKI, Christine N. Qualidade da água na região rural de Francisco Beltrão, PR, pela utilização de banco de dados: 1995 a 2005. **Revista Faz Ciência**, Francisco Beltrão, v.11, n.13, pp. 175-190, Jan./Jun. 2009.

RAMOS, Sonia A. G.; FOLLADOR, Franciele A. C.; HENDGES, Elvis R.; GRABASKI, Christine N.; TOGNON, Flávia A. B. Criação de um banco de dados geográfico e implicações da qualidade da água na bacia hidrográfica do marrecas visando o planejamento ambiental. In: II Congresso Nacional de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas Francisco Beltrão/PR, outubro de 2013. **II CONAPE**. Disponível em: <http://cac.php.unioeste.br/eventos/conape/anais/ii_conape/Arquivos/medicina/Artigo18_7.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2015.

REIS, Ludimila R.; BEVILACQUA, Paula D.; CARMO, Rose F. Água envasada: qualidade microbiológica e percepção dos consumidores no município de Viçosa (MG). **Caderno Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.22, n.3, 2014.

RESENDE, Álvaro V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Embrapa Cerrados: Planaltina, 2002. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/546464/1/doc57.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

RICHTER, Carlos A.; AZEVEDO NETTO, José M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Blucher, 1991.

ROA, O.; YEBER, MC.; VENEGAS, W. Genotoxicity and toxicity evaluations of ECF cellulose bleaching effluents using the *Allium cepa* L. Test. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v.72, n.3, Aug. 2012.

RODRIGUES, Luiz C. A. **Toxicidade da água e sedimento do córrego do pântano, ALFENASMG: um estudo temporal e espacial**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal de Alfenas. Alfenas, 2012. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/ppgecoambiental/sites/default/files/file/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Luiz%20Carlos.pdf>>. Acesso: 20 mai. 2015.

ROSA FILHO, Ernani F.; HINDI, Eduardo C.; MANTOVANI, Luiz E.; BITTENCOURT, André V. L. **Aquíferos do estado do Paraná**. Curitiba: edição do autor, 2010.

SANCHES, Sérgio M.; VIEIRA, Eny M.; PRADO, Eliana L.; TAKAYANAGUI, Angela M. M. Qualidade da água de abastecimento público de Ribeirão Preto em área de abrangência do Aquífero Guarani: determinação de metais e nitrato. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.5, n.2, p. 202-216, 2010.

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. **Monitoramento KARST**. Disponível em: <<http://site.sanepar.com.br/sustentabilidade/monitoramento-karst>>. Acesso: 04 jun. 2015.

SANTOS, Francielle R. **Qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, estado do Paraná, a partir da utilização de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. 46 f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

SCALABRIN, Ediane C. D. **Avaliação da ocupação das encostas por meio de geoprocessamento nos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão da cidade de Francisco Beltrão – PR**. 2014. 91f. Trabalho de conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

SERIANI, Robson, SILVEIRA, Fabiana L., ROMANO, Priscila, PINNA, Fernanda V., ABESSA, Denis M. S. Toxicidade de água e sedimentos e comunidade bentônica do estuário do rio Itanhaém, SP, Brasil: bases para a educação ambiental. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v.30, n.4, p. 628-633, out/dez, 2006.

SILVA, Ariveltom C.; DOURADO, João C.; KRUSCHE, Alex V.; GOMES, Beatriz M. Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Jiparaná- RO. **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, v.11, n. 2, p. 101-112, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1569/1202>>. Acesso: 12 nov. 2015.

SILVA, Elaine E. L. **Mapeamento do uso do solo da bacia ribeirão engenho de ferro – Ibiporã – PR, entre 1990 e 2010**. 2010. 37 f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

SILVA, Rita C. A.; ARAÚJO, Tânia M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.8, n.4, p. 1019-1028, 2003.

SOUSA, Luciano A.; ANTONELI, Valdemir. O problema da falta de saneamento básico na área rural do Município de Irati PR e a implementação das fossas Biodigestoras como alternativa. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Anais: **Crise, práxis e autonomia: espaços de residências e de esperanças espaços de diálogos e práticas**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=4397>. Acesso: 12 nov. 2015.

SPERLING, Marcos V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

TELLES, Dirceu D.; COSTA, Regina P. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2010.

TOSTI, Reinaldo S.; CARVALHO, Sérgio L.; LIMA, Elizete A. C. F. Condições ambientais de algumas propriedades agrícolas de Santa Fé do Sul - SP e região. In: **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 12, 2014, pp. 184-196. Disponível em: <http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/914/938>. Acesso: 12 nov. 2015.

UMBUZEIRO, Gisela A. (Cor.). **Guia de potabilidade para substâncias químicas**. São Paulo: Limiar, 2012.

VASCONCELLOS, F.C. da S.; IGANCI, J.R.V.; RIBEIRO, G.A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.2, p.177-181, abr./jun., 2006.

WICANDES, Reed.; MONROE, James S. **Fundamentos da geologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

APÊNDICE A - Slides apresentados aos moradores

Qualidade da Água

Camila Ester Hollas

- Avaliação da qualidade da água subterrânea utilizada para abastecimento na zona rural no município de Francisco Beltrão - Paraná

- A água é essencial para a realização das diversas atividades humanas;



- No Brasil, as águas para o abastecimento público provêm basicamente de duas fontes, os mananciais superficiais e os subterrâneos;



- Essa água de abastecimento deve obedecer ao padrão de potabilidade (legislação vigente);

Água Potável:

Água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e não ofereça riscos à saúde.



IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DA ÁGUA

Veiculação de inúmeras doenças - (ingestão):

- Doenças causadas por bactérias (gastroenterites)
- Doenças causadas por vírus (enteroviroses, hepatite A e E)
- Doenças causadas por protozoários (amebíase, giardíase e criptosporidiose)
- Doenças causadas por Helmintos (esquistossomose e ascaridíase)



80% das doenças que ocorrem nos países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água

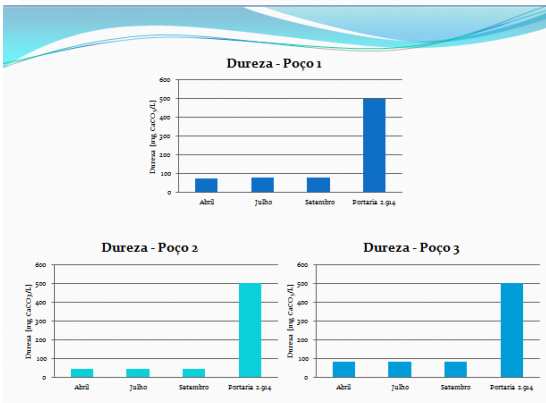
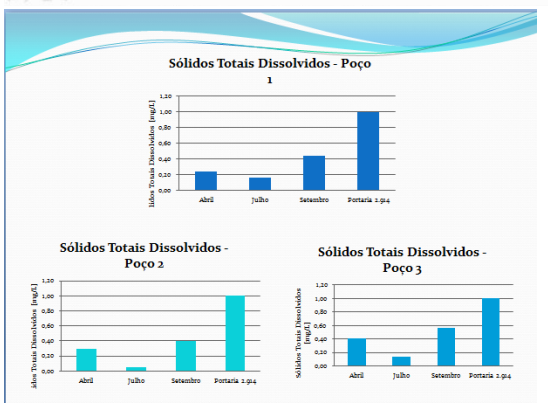
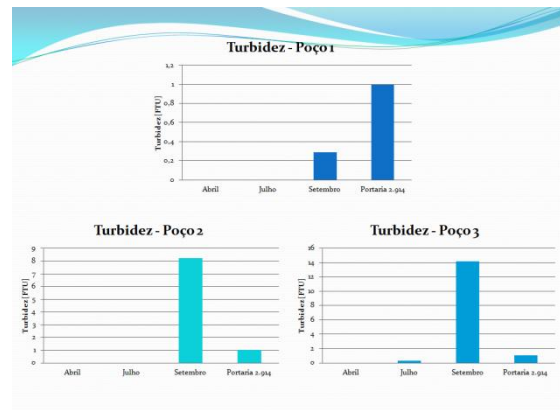
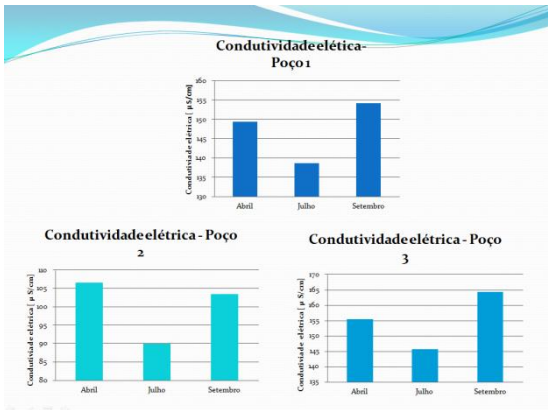
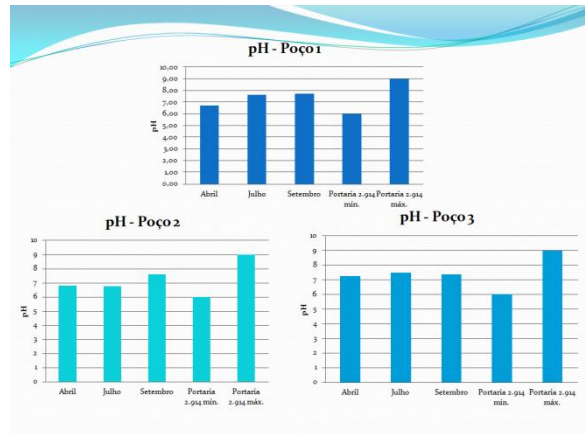


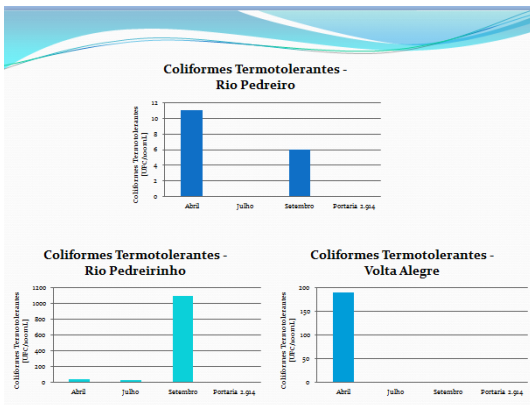
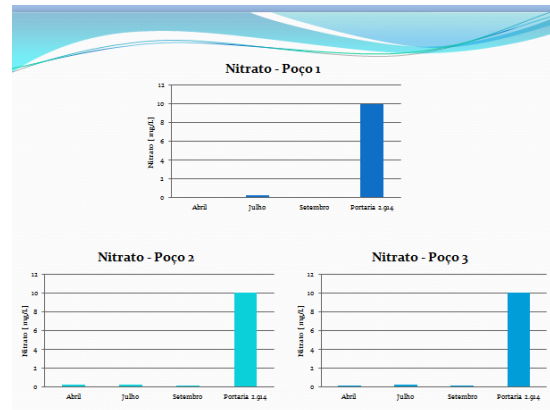
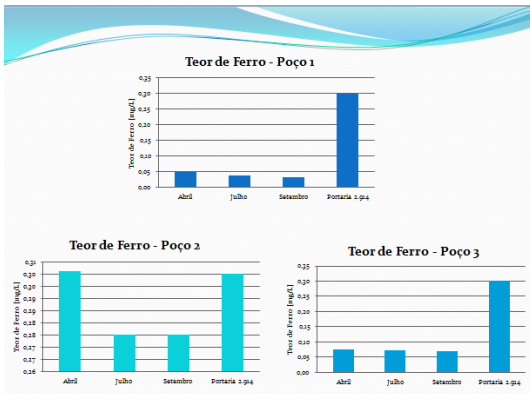
• Padrão de Potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano;

PADRÕES DE POTABILIDADE DA ÁGUA

- Microbiológicos
- Inorgânicos
- Orgânicos
- Agrotóxicos

- pH,
- condutividade elétrica,
- turbidez,
- dureza,
- ferro total,
- sólidos totais dissolvidos,
- nitrato,
- coliformes termotolerantes e
- Testes toxicológicos.





- Qualidade atende quase na totalidade a norma ;
- Necessário tratamento do recurso prevenção de doenças

Duvidas ???

OBRIGADA PELA ATENÇÃO !

APÊNDICE B - Relatório entregue a Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Francisco Beltrão
Curso de Engenharia Ambiental



**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA
PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO BELTRÃO – PARANÁ**

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

FRANCISCO BELTRÃO

2015

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA
PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE
FRANCISCO BELTRÃO - PARANÁ**

Relatório com apresentação dos resultados obtidos da avaliação da qualidade da água da zona rural de três comunidades abastecidas por poços comunitários instalados pela Prefeitura municipal de Francisco Beltrão.

Elaboração: Camila Ester Hollas

Orientadora: Prof.^a M.^a Priscila Soraia da Conceição

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Elisângela Düsman

FRANCISCO BELTRÃO

2015

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	98
2 OBJETIVOS	100
2.1 OBJETIVO GERAL.....	100
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	100
3 MATERIAIS E MÉTODOS	101
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	101
3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DAS COMUNIDADES EM ESTUDO	103
3.2.1 Coleta das Amostras	103
3.2.2.1 Testes Toxicológicos	104
3.3 DETERMINAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	104
3.4 REUNIÃO COM MORADORES	105
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	106
4.1 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS	106
4.2 TESTES TOXICOLÓGICOS	119
4.3 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES	128
4.4 RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES E QUALIDADE DA ÁGUA DAS MESMAS.....	134
4.5 REUNIÃO COM OS MORADORES	135
5 CONCLUSÃO	138
6 REFERÊNCIAS	139
APÊNDICE A - Abaixo assinado pelos moradores	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

A água é essencial para a realização das diversas atividades humanas, dentre as quais se destacam a irrigação, uso industrial, geração de energia elétrica e entre todos os usos, o mais nobre, o abastecimento público.

No Brasil, as águas para o abastecimento público provêm basicamente de duas fontes, os mananciais superficiais e os subterrâneos que, independentemente da origem, devem obedecer aos requisitos estabelecidos pela Portaria 2.914, de 2011, do Ministério da Saúde, que estabelece o padrão de potabilidade vigente, ou seja, os limites de diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos que devem ser controlados e vigiados, bem como os valores de referência para cada parâmetro (BRASIL, 2011).

Do total da água doce disponível no planeta, as águas subterrâneas representam uma parcela significativa, em torno de 30% do total. Quanto à utilização para fins de abastecimento público, cerca da metade da população mundial é abastecida por águas provenientes de mananciais subterrâneos (FERREIRA et al., 2007).

A Resolução CONAMA nº 396, de 2008, classifica os mananciais subterrâneos em cinco classes, conforme o uso pretendido, além de estabelecer valores de referência, aplicáveis para parâmetros físicos, químicos e biológicos, de cada classe (BRASIL, 2008).

As águas dos mananciais subterrâneos, habitualmente, não necessitam de sofisticados métodos de tratamento, em muitos casos apenas desinfecção. Isso devido ao fato de passarem por um processo natural de filtração proporcionado pelo solo que retém determinados contaminantes, ao contrário de águas superficiais que, em geral, necessitam de tratamento convencional⁴ para potabilização.

Contudo, o crescimento populacional, aliado ao processo progressivo de urbanização e a diversidade de usos da água, traz como consequência o aumento pela demanda desse recurso, bem como a deterioração do meio. Nesse cenário, as águas subterrâneas são prejudicadas, principalmente, pelo lançamento indevido de

⁴ Tratamento convencional pode ser entendido como processo de tratamento de água que envolve as seguintes etapas: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH (BRASIL, 2005).

efluentes em corpos hídricos que podem atingir o manancial subterrâneo, devido a ligação entre esses mananciais; instalações de fossas negras; uso de agrotóxicos na agricultura; instalações e operações inadequadas de aterros sanitários; bem como atividades industriais que dispõem de forma errônea seus resíduos e/ou realizam de forma ineficiente o tratamento, lançando seus efluentes em corpos hídricos.

Devido ao processo de filtração que o solo oferece à água que recarrega o aquífero, muitas vezes, a população tem a percepção de que a água proveniente de mananciais subterrâneos não apresenta riscos ao seu consumo e possa ser consumida sem preocupação, porém, diante do cenário atual, de diversas fontes e formas de contaminação, o processo de filtragem que o solo oferece nem sempre é eficiente, sendo indispensável a avaliação e o posterior monitoramento desse recurso.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e relacionar ao uso e ocupação do solo a qualidade da água subterrânea proveniente de poços comunitários que abastecem as comunidades Rio Pedreiro; Volta Alegre e Rio Pedreirinho, localizadas no perímetro rural do município de Francisco Beltrão, Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza, ferro total, sólidos totais dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes, bem como a toxicidade das águas de abastecimento das comunidades Rio Pedreiro, Volta Alegre e Rio Pedreirinho;
- Comparar os valores obtidos ao padrão de potabilidade vigente;
- Caracterizar o uso e ocupação do solo da área das comunidades que compõe o local de estudo;
- Relacionar o uso e ocupação do solo com a qualidade da água das comunidades em estudo;
- Disponibilizar a sociedade as informações de qualidade de água dos locais avaliados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Francisco Beltrão, localizado no sudoeste do Paraná (Figura 1) possuía em 2010, segundo Censo realizado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), uma população de 78.943 habitantes, sendo que aproximadamente 13% desta população total residia na área rural do município (IBGE, 2014).



Figura 1 – Mapa de localização do município de Francisco Beltrão.

Fonte: IPARDES, 2015.

O aquífero que abastece Francisco Beltrão é denominado Serra Geral, e segundo Rosa Filho et al. (2011), a água proveniente deste manancial, em geral, não apresenta restrições ao consumo, salvo exceções de contaminações pontuais.

O município possui 75 comunidades rurais, contudo, o presente trabalho tem como objeto de estudo as comunidades Rio Pedreiro, Rio Pedreirinho e Volta Alegre, devido à proximidade que as mesmas possuem, facilitando a realização do uso e ocupação do solo local. As três comunidades estão localizadas cerca de 18 km do centro da cidade de Francisco Beltrão (Figura 2 e 3) (PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCISCO BELTRÃO, 2014).

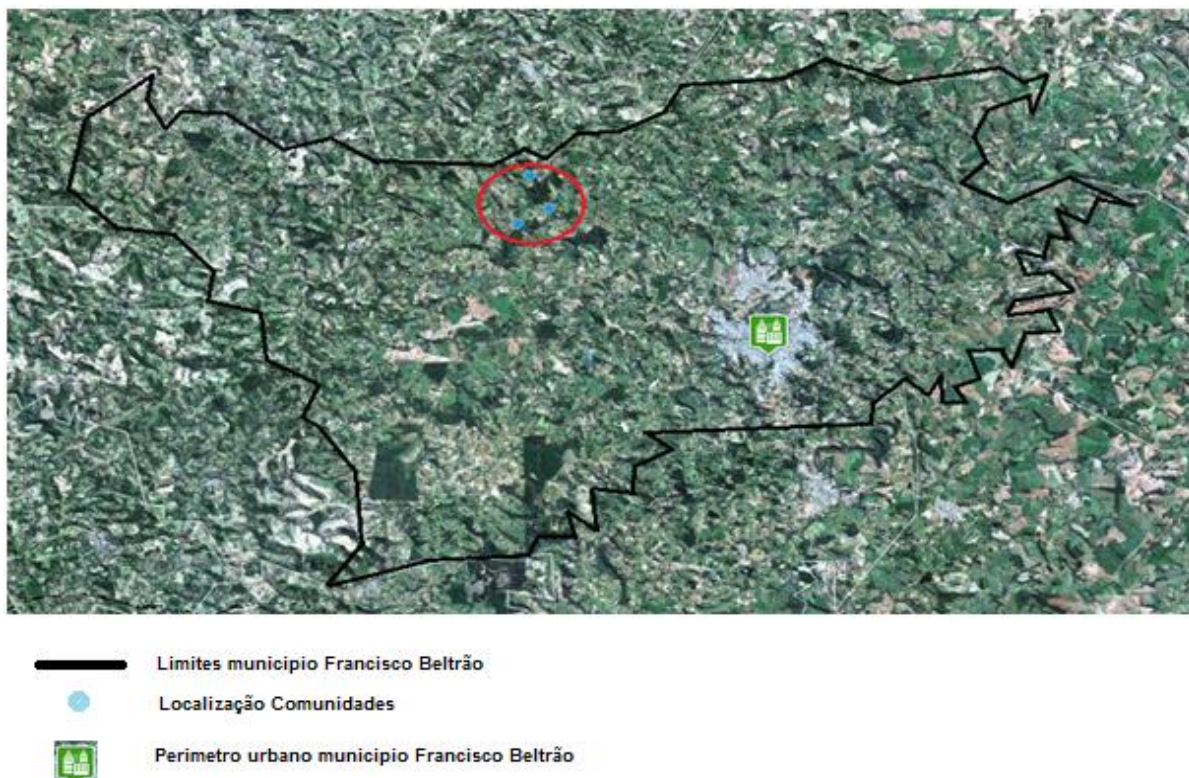


Figura 2 – Mapa de localização das comunidades.
 Fonte: Modificação de imagem do CAR.



Figura 3 – Mapa de localização dos centros comunitários e os poços.
 Fonte: Modificação imagem Google earth.

Cada comunidade é abastecida por um poço coletivo, do tipo tubular profundo, construídos com recursos da Prefeitura Municipal de Francisco Beltrão. Das 75 comunidades rurais cerca de 60 contam com esse tipo de sistema de

abastecimento. Nas comunidades em estudo a água proveniente desses poços não possui tratamento, ou seja, é oferecida *in natura* à população local (PREFEITURA MUNICIPAL DE FRANCISCO BELTRÃO, 2014).

3.2 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DAS COMUNIDADES EM ESTUDO

3.2.1 Coleta das Amostras

A coleta das amostras de água de abastecimento foi realizada na saída do poço, conforme recomendação do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB; ANA, 2012). A água foi bombeada por tempo suficiente para eliminar o conteúdo estagnado na tubulação, com posterior coleta e armazenamento das amostras em recipientes plásticos previamente limpos. O transporte foi realizado sob refrigeração, assim como a etapa de armazenamento até o momento dos ensaios.

Foram realizadas três coletas ao longo do ano de 2015 nos meses de abril, julho e setembro, com o intuito de verificar se ocorrem variações na qualidade do recurso.

3.2.2 Parâmetros Analisados

Para avaliação da qualidade da água, foram realizadas análises de pH, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvido, dureza total, ferro total e ensaios de toxicidade, no Laboratório de Águas e Resíduos Líquidos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Francisco Beltrão.

Além das análises de nitrato e coliformes termotolerantes que foram realizadas no laboratório LGQ, localizado no município de Francisco Beltrão, Paraná.

Os testes foram realizados em triplicata, considerando-se a média entre os resultados obtidos.

As metodologias empregadas para as análises de pH, condutividade, ferro total e sólidos totais dissolvidos foram de acordo com as NBR's correspondentes. No caso do pH pela NBR 14339 (ABNT, 1999), condutividade NBR 14340 (ABNT, 1999), NBR 10664 (ABNT, 1989), para sólidos totais dissolvidos e o ferro total foi determinado seguindo a metodologia descrita pela NBR 13934 (ABNT, 1997).

Já as análises de turbidez, dureza total, nitrato e coliformes termotolerantes, seguiram metodologias descritas pela American Public Health Association (APHA, 2012).

A partir dos resultados das análises, realizou-se a comparação dos valores encontrados com a legislação vigente, Resolução CONAMA 396 e Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, por meio de análises estatísticas das médias, a fim de verificar a situação que se encontra o manancial.

3.2.2.1 Testes Toxicológicos

A citotoxicidade e mutagenicidade das amostras foram avaliadas utilizando como sistema-teste as células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. (cebola), preparadas pela reação de Feulgen e coradas com o reativo de Schiff, seguindo a metodologia proposta por Fiskesjö (FISKESJÖ, 1985).

Já o teste de toxicidade aguda que utilizou as *Artemia* sp. foi conduzido pelo método proposto por Guerra (2001).

3.3 DETERMINAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Foi realizada a caracterização do uso e ocupação do solo da área por meio de observações *in loco*, verificando a área ao entorno dos poços num raio de 1 km, observando a existência de fossas negras, proximidade com lavouras, situação de

preservação/conservação do ecossistema natural que se encontra o local em que o poço está instalado. Além da construção de mapas de uso e ocupação do solo.

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica, buscando informações complementares referentes ao uso e ocupação do solo local. Para isso foram pesquisados em banco de dados Scielo, Google acadêmico, bem como banco de dados de entidades com ITCG, IAP, IPARDES; trabalhos que abordem o assunto e sirvam de base para a compreensão do uso e ocupação do solo.

3.4 REUNIÃO COM MORADORES

Em posse dos resultados foi realizada uma reunião com os moradores das comunidades Rio Pedreirinho, Volta Alegre e Rio Pedreiro, em novembro de 2015, no pavilhão da capela da comunidade Rio Pedreiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS

Para os três poços analisados, o parâmetro pH apresentou variação significativa ao longo do ano (Figura 4), segundo o teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%.

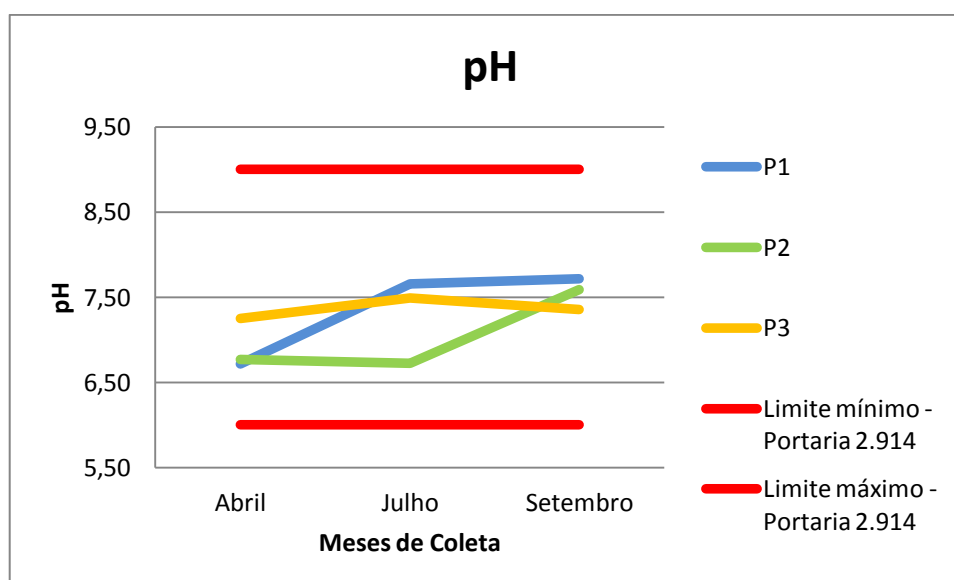


Figura 4 - Representação gráfica da variação do pH ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual de pH para a água do poço da comunidade de Rio Pedreiro foi de 7,36, de 7,03 para a água da comunidade Rio Pedreirinho e de 7,37 para a água do poço da comunidade de Volta Alegre (Tabela 1). A Portaria 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), estabelece que os valores do pH, para consumo, devem situarem-se entre 6,0 e 9,0, assim, na comparação com os dados do presente estudo, pelo teste – T amostra única, com nível de significância de 5%, a média anual obtida, para os três poços, atende ao estabelecido na legislação.

Tabela 15: Resultados das análises para o parâmetro pH.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	6,71
	Julho	7,66
	Setembro	7,71
Pedreirinho	Abril	6,77
	Julho	6,73
	Setembro	7,59
Volta Alegre	Abril	7,25
	Julho	7,49
	Setembro	7,36

O pH está relacionado aos íons de hidrogênio dissolvidos na água. Em águas subterrâneas, está diretamente ligado à geologia do ambiente. Como a região em estudo tem predomínio de rochas do tipo basáltico, segundo Manasses et al. (2011), a água tende a ter pH em torno da neutralidade (LIBÂNIO, 2010, SANCHES, et al., 2010).

Segundo Alves et al. (2008), a variação de pH depende das relações existentes entre a matéria orgânica, os seres vivos, rochas, ar e água. Sendo que os valores mais baixos de pH podem estar associados com a decomposição da matéria orgânica, presente nas amostras.

A condutividade elétrica assim como o pH, apresentou variação significativa ao longo do ano para os três poços de acordo com o teste estatístico realizado (Figura 5).

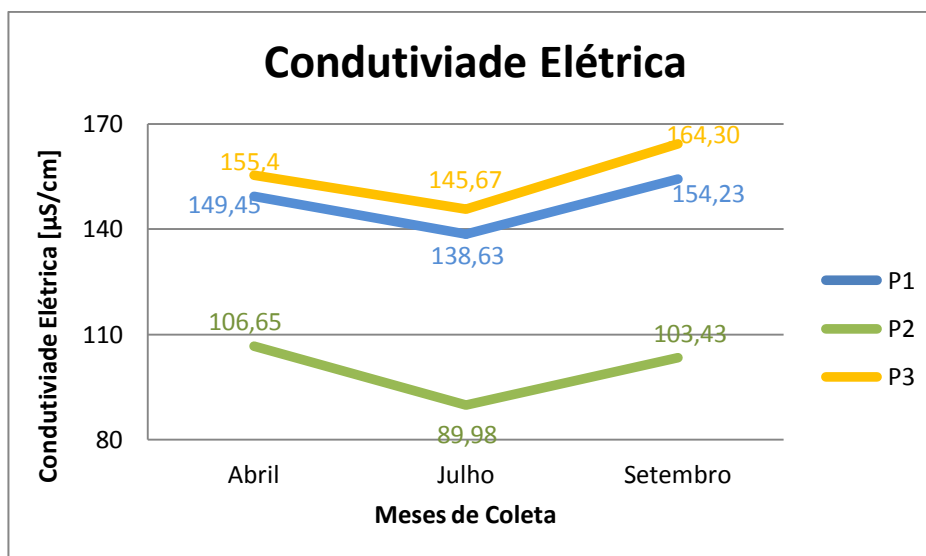


Figura 5- Representação gráfica dos resultados de condutividade elétrica obtidos nos três poços, nas distintas coletas realizadas.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual para a água do poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 147,44 $\mu\text{S/cm}$, de 100,02 $\mu\text{S/cm}$ para a água do poço da comunidade Rio Pedreirinho e 155,12 $\mu\text{S/cm}$ para água da comunidade de Volta Alegre (Tabela 2).

Tabela 16: Resultados das análises para o parâmetro condutividade elétrica.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	149,45 $\mu\text{S/cm}$
	Julho	138,63 $\mu\text{S/cm}$
	Setembro	154,23 $\mu\text{S/cm}$
Pedreirinho	Abril	106,65 $\mu\text{S/cm}$
	Julho	89,98 $\mu\text{S/cm}$
	Setembro	103,43 $\mu\text{S/cm}$
Volta Alegre	Abril	155,4 $\mu\text{S/cm}$
	Julho	145,67 $\mu\text{S/cm}$
	Setembro	164,30 $\mu\text{S/cm}$

Segundo Libânio (2010), a condutividade elétrica pode ser entendida como a capacidade da água em transmitir corrente elétrica devido a substâncias dissolvidas, ou seja, é decorrente das condições geológicas locais. Segundo Bahia et al. (2011),

a condutividade é um parâmetro que proporciona uma indicação das alterações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral.

A condutividade elétrica não é um parâmetro integrante do padrão de potabilidade, porém, é usual a utilização do mesmo para análises a respeito da qualidade da água, devido a associação que a mesma possui com os sólidos totais dissolvidos, sendo possível, segundo Libânio (2010), fazer a seguinte relação: os sólidos totais dissolvidos são aproximadamente 0,9 vezes o valor da condutividade elétrica.

O parâmetro turbidez, segundo o teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%, apresentou variação significativa, ao longo do ano, apenas nos poços da comunidade Volta Alegre e Rio Pedreirinho, não variando para o poço da comunidade Rio Pedreiro (Figura 6).

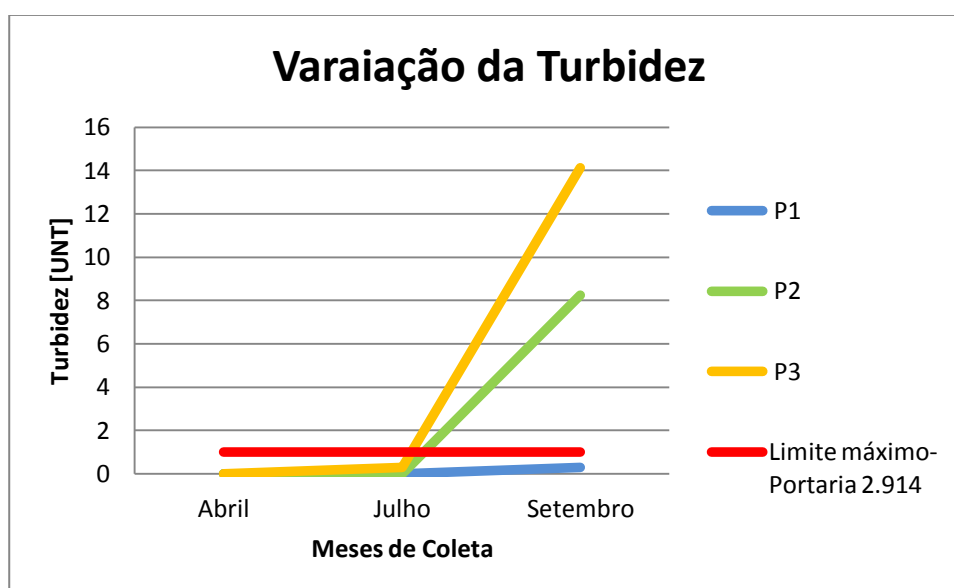


Figura 6- Representação gráfica da variação da turbidez ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual da turbidez do poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 0,10 FTU, o poço da comunidade Rio Pedreirinho apresentou uma turbidez média igual a 2,75 FTU T e o poço da comunidade de Volta Alegre uma turbidez de 4,81 FTU (Tabela 3).

Tabela 17: Resultados das análises para o parâmetro Turbidez.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0 UNT
	Julho	0 UNT
	Setembro	0,29 UNT
Pedreirinho	Abril	0 UNT
	Julho	0 UNT
	Setembro	8,25 UNT
Volta Alegre	Abril	0 UNT
	Julho	0,29 UNT
	Setembro	14,14 UNT

Conforme Braga (2014), a turbidez corresponde à fração de matéria suspensa na água, é influenciada pelo regime de chuvas da região e pelas características geológicas. Geralmente, estão associados à turbidez em águas naturais fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica particulada.

Em comparação com ao padrão de potabilidade, que estabelece o valor de 1,0 uT para águas de abastecimento (BRASIL, 2011), foi possível constatar pelo teste – T amostra única, com nível de significância de 5%, que apenas a média anual da turbidez do poço da comunidade de Rio Pedreiro atende ao estabelecido pela legislação. Foi possível observar que a média anual da turbidez dos demais poços se elevou em decorrência da última coleta, realizada logo após um evento chuvoso, o que pode ter influenciado nos valores, pois como já mencionado o regime de chuvas tem influência direta neste parâmetro.

Os sólidos totais dissolvidos, para os três poços não apresentaram variação significativa ao longo do ano, conforme verificado pelo teste estatístico (Figura 7).

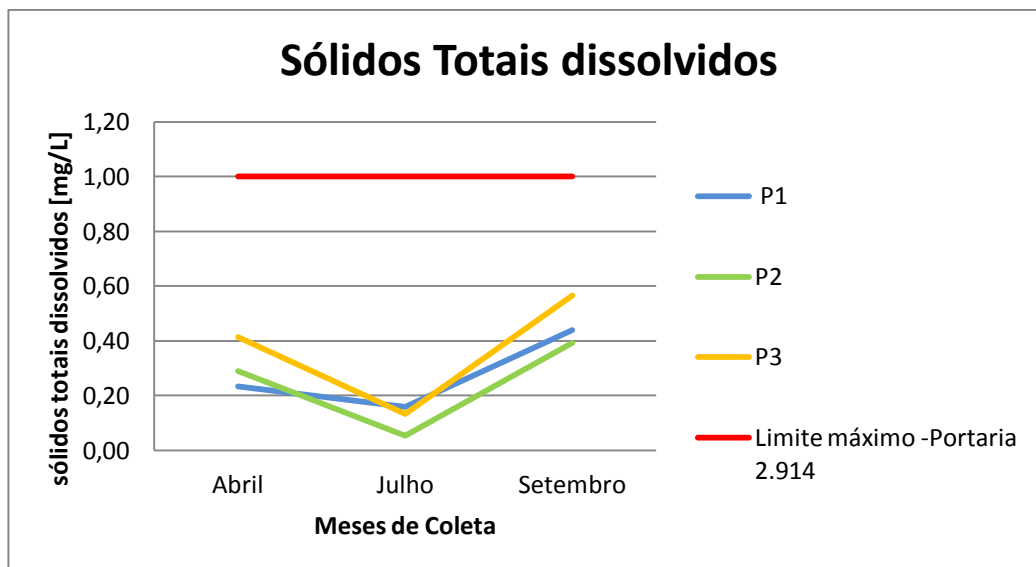


Figura 7- Representação gráfica da variação dos sólidos totais dissolvidos ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

No poço da comunidade Rio Pedreiro os sólidos totais dissolvidos apresentaram média anual igual a 0,28 mg/L, o poço da comunidade Rio Pedreirinho apresentou 0,25 mg/L e o poço da comunidade de Volta Alegre possui em média 0,37 mg/L de sólidos totais dissolvidos (Tabela 4).

Tabela 18: Resultados das análises para o parâmetro sólidos totais dissolvidos.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0,23 mg/L
	Julho	0,16 mg/L
	Setembro	0,44 mg/L
Pedreirinho	Abril	0,29 mg/L
	Julho	0,05 mg/L
	Setembro	0,39
Volta Alegre	Abril	0,41 mg/L
	Julho	0,13 mg/L
	Setembro	0,57 mg/L

Conforme Manasses et al. (2011), os sólidos totais dissolvidos possuem relação direta com a composição mineralógica do ambiente. Para Rosa Filho et al. (2010), os sólidos dissolvidos totais, podem ser entendidos como a soma de todas as substâncias minerais dissolvidas na água.

Segundo a Portaria 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde, a água para abastecimento deve possuir no máximo 1 mg/L de sólidos totais dissolvidos. A partir do teste – T amostra única, com nível de significância de 5%, foi possível observar que as amostras atendem a legislação (BRASIL, 2011).

A dureza das amostras não apresentou variação significativa ao longo do ano, de acordo com o teste de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5% (Figura 8).

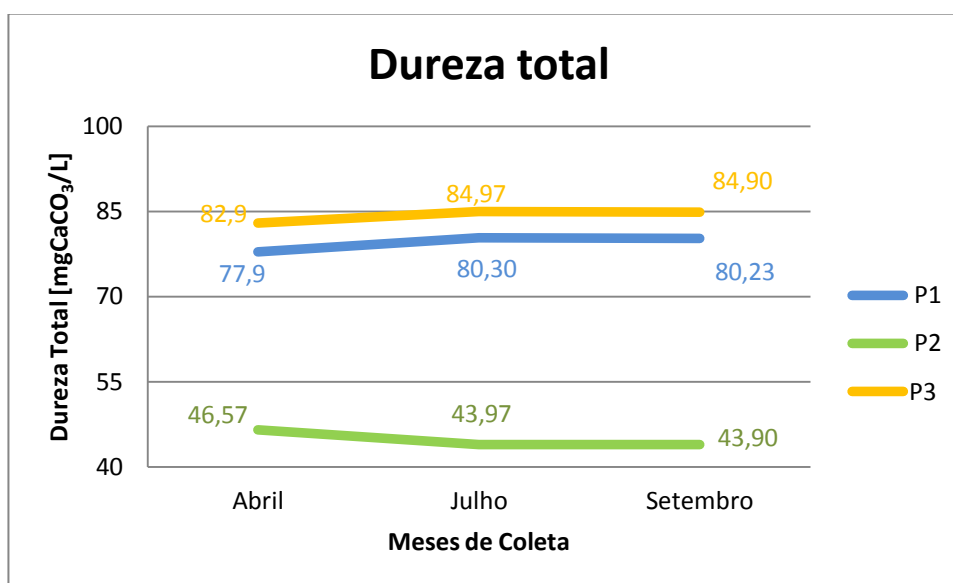


Figura 8 - Representação gráfica dos resultados da dureza total, obtidos nos três poços nas distintas coletas realizadas.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A média anual dos resultados da dureza para o poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 79,48 mgCaCO₃/L, de 44,81 mgCaCO₃/L para o poço da comunidade Rio Pedreirinho e 84,26 mgCaCO₃/L para o poço da comunidade de Volta Alegre (Tabela 5).

Tabela 19: Resultados das análises para o parâmetro dureza total.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	77,9 mgCaCO ₃ /L
	Julho	80,30 mgCaCO ₃ /L
	Setembro	80,23 mgCaCO ₃ /L
Pedreirinho	Abril	46,57 mgCaCO ₃ /L
	Julho	43,97 mgCaCO ₃ /L
	Setembro	43,90 mgCaCO ₃ /L
Volta Alegre	Abril	82,9 mgCaCO ₃ /L
	Julho	84,97 mgCaCO ₃ /L
	Setembro	84,90 mgCaCO ₃ /L

O padrão de potabilidade estabelece que a dureza de águas para abastecimento deva ser de no máximo 500 mgCaCO₃/L (BRASIL, 2011). A dureza não possui restrições sanitárias, sendo que o valor máximo estipulado é devido a aceitação da população, que tende a rejeitar águas com valores mais elevados de dureza, além de ter influência na reação de saponificação (BRASIL, 2011; LIBÂNIO, 2010).

Segundo Rosa Filho et al. (2010), a dureza é soma dos íons cálcio e magnésio sob a forma de carbonato. Sua presença na água também está relacionada às características do solo da bacia.

Em comparação do valor da dureza da água dos poços com o valor estabelecido na legislação, pode-se constatar que todos atendem ao estabelecido na Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde, conforme os resultados obtidos do teste – T amostra única, com nível de significância de 5% (BRASIL, 2011).

O parâmetro ferro total também não apresentou variação significativa ao longo do ano para as amostras analisadas, isso de acordo com o teste estatístico realizado (Figura 9).

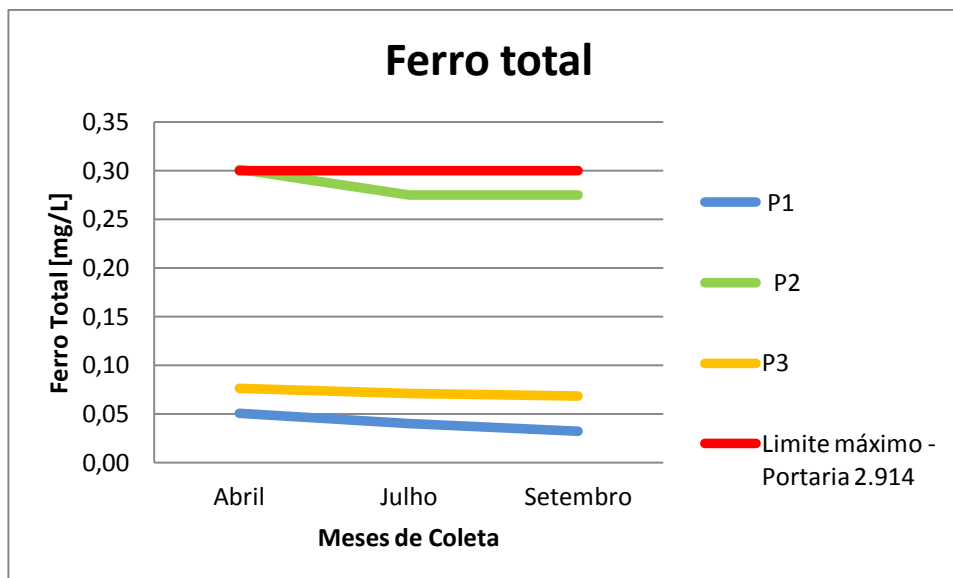


Figura 9- Representação gráfica da variação do ferro total das amostras ao longo do ano e comparação com a legislação.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

Em média o ferro total para a água do poço da comunidade Rio Pedreiro apresentou 0,04 mg/L, a água do poço da comunidade Rio Pedreirinho 0,28 mg/L e a água do poço da comunidade de Volta Alegre 0,07 mg/L (Tabela 6).

Tabela 20: Resultados das análises para o parâmetro ferro total.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0,05 mg/L
	Julho	0,04 mg/L
	Setembro	0,03 mg/L
Pedreirinho	Abril	0,30 mg/L
	Julho	0,28 mg/L
	Setembro	0,28 mg/L
Volta Alegre	Abril	0,08 mg/L
	Julho	0,07 mg/L
	Setembro	0,07 mg/L

Na água, o ferro é principalmente originado a partir da dissolução de rochas e solo. Não apresenta implicações na saúde, mas dependendo da concentração na

água pode conferir uma coloração amarelada a mesma, e devido a isso, o padrão de potabilidade estabelece o máximo de 0,3 mg/L de ferro (BRASIL, 2011). Comparando o valor das amostras com o estabelecido na Portaria 2.914, foi possível constatar, pelo teste – T amostra única, com nível de significância de 5%, que todas as amostras atendem ao estabelecido na legislação.

Segundo Rosa Filho et al. (2010), o nitrato tem facilidade de migração através dos poros do solo. Para Santos (2013), o nitrato em águas em áreas similares ao do estudo, é proveniente principalmente pelos resíduos da atividade agrícola, como a lixiviação de fertilizantes, bem como de excrementos de animais como bovinos.

Com relação ao parâmetro nitrato, a média anual de nitrato na água do poço da comunidade Rio Pedreiro foi de 0,14 mg/L, de 0,16 mg/L na água do poço da comunidade Rio Pedreirinho e 0,16 mg/L na água da comunidade Volta Alegre (Tabela 7).

Tabela 21: Resultados das análises para o parâmetro nitrato.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	0,1 mg/L
	Julho	0,24 mg/L
	Setembro	0,07 mg/L
Pedreirinho	Abril	0,2 mg/L
	Julho	0,19 mg/L
	Setembro	0,09 mg/L
Volta Alegre	Abril	0,1 mg/L
	Julho	0,25 mg/L
	Setembro	0,12 mg/L

Graficamente foi possível observar que a concentração de nitrato presente nas amostras apresentou variação ao longo do ano (Figura 10).

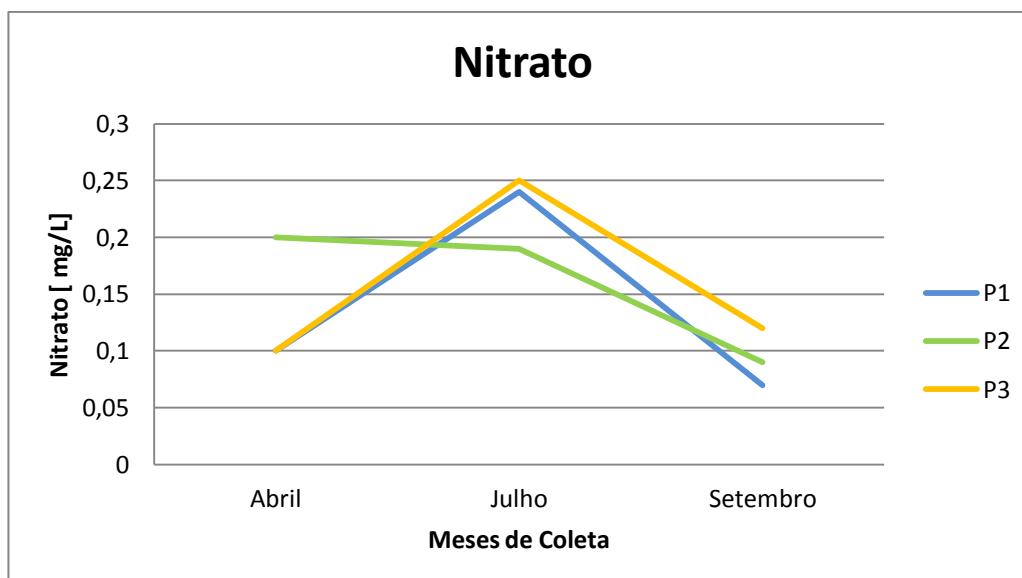


Figura 10- Representação gráfica dos resultados de nitrato das amostras, obtidos nos três poços nas distintas coletas realizadas.

P1 – Poço Rio Pedreiro; P2 – Poço Rio Pedreirinho; P3 – Poço Volta Alegre.

A variação da concentração de nitrato, observada no presente estudo, pode ter sofrido influência da precipitação, pois o mês com maior valor de nitrato, julho, foi o que teve precipitação mais elevada, com precipitação acumulada de 304,2 mm para Francisco Beltrão, segundo dados do boletim do GEBIOMET- (Grupo de Estudos em Biometeorologia). Resultados semelhantes foram observados por Barbosa (2005), que observou valores mais elevados de nitrato em suas amostras em períodos chuvosos, uma vez que o nível do lençol freático sobre ficando mais vulnerável a agentes externos.

Esse composto na água, em concentrações elevadas pode acarretar na doença conhecida como metahemoglobinemia, ou síndrome do bebe azul, doença que causa complicações no transporte de oxigênio na corrente sanguínea e acometa principalmente bebês, devido a esse fato, a Portaria 2.914 de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece o valor máximo de 10 mg/L de nitrato em águas para abastecimento. Comparando a media anual com o valor estabelecido na legislação, as amostras atendem ao exigido, conforme o teste –T amostra única com nível de significância de 5%.

Para o parâmetro coliforme termotolerante, foi possível observar graficamente que este apresentou variação ao longo do ano (Figura 11, 12 e 13).

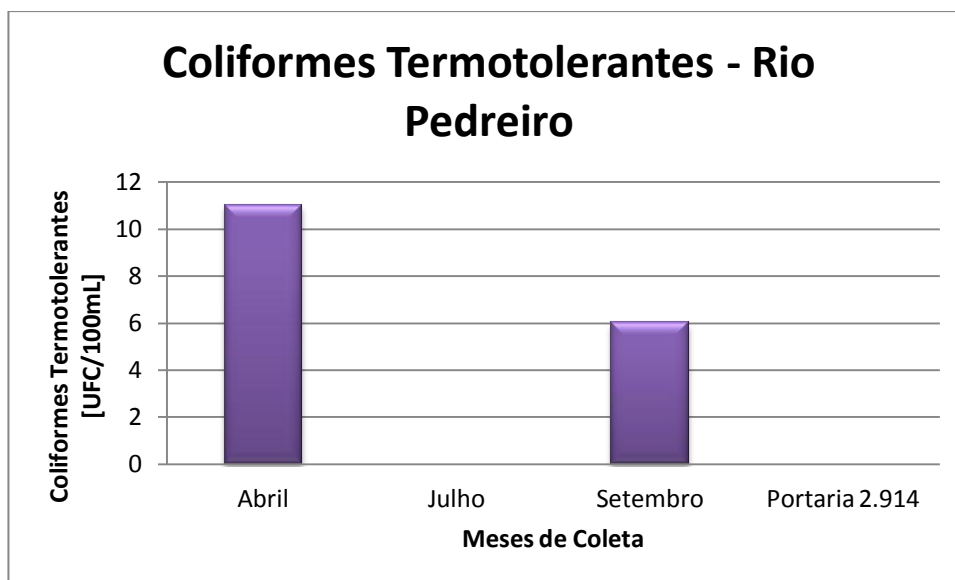


Figura 11 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Rio Pedreiro e comparação com a legislação.

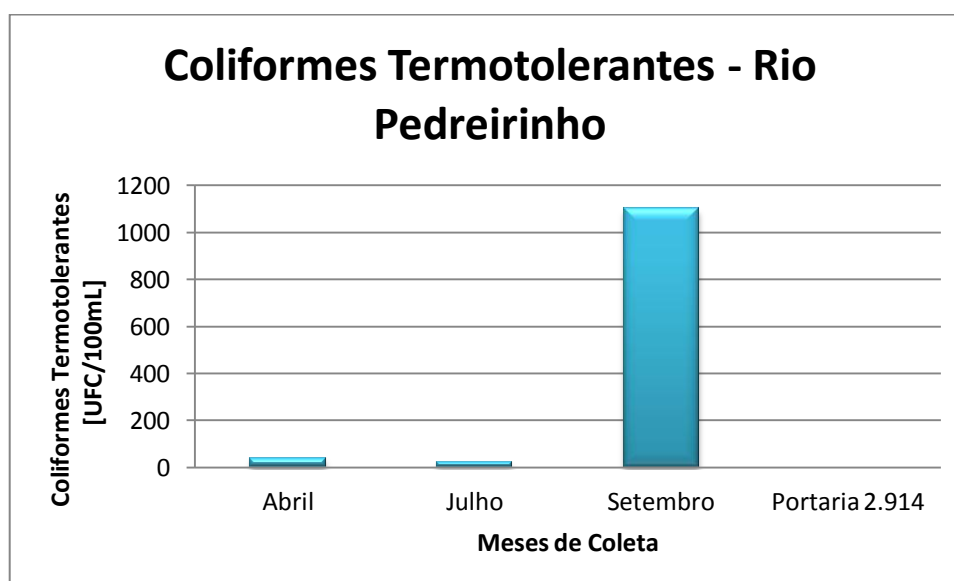


Figura 12 - Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Rio Pedreirinho e comparação com a legislação.

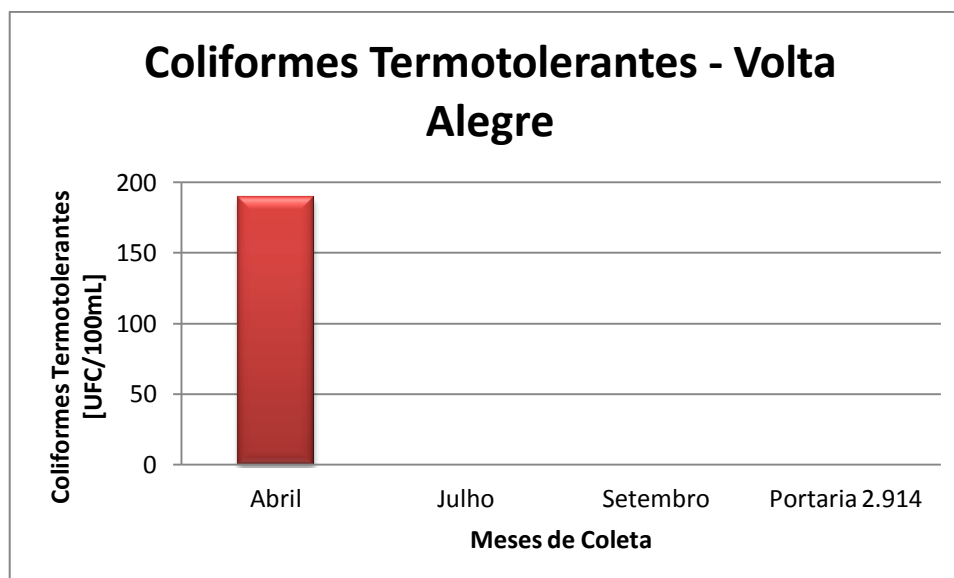


Figura 13- Representação gráfica da variação da contagem de coliformes termotolerantes ao longo do ano para o Ponto Volta Alegre e comparação com a legislação.

Devido ao fato de que o valor deste parâmetro proceder de uma contagem, não cabe a realização de uma média anual, com isso, a cada mês comparou-se o valor obtido com a legislação vigente a fim de verificar a situação do recurso.

Nos meses de abril e setembro, o poço da comunidade Rio Pedreiro, apresentou contagem de coliformes, diferindo do estabelecido na legislação vigente. Quanto ao poço da comunidade Rio Pedreirinho, apresentou contagem em todas as coletas realizadas. Já o poço da comunidade Volta Alegre, apresentou contagem apenas no mês de abril (Tabela 8).

Tabela 22: Resultados das análises para o parâmetro coliformes termotolerantes.

Poço	Mês	Resultado
Pedreiro	Abril	11 UFC
	Julho	0,00 UFC
	Setembro	6 UFC
Pedreirinho	Abril	37 UFC
	Julho	23 UFC
	Setembro	1100 UFC
Volta Alegre	Abril	190 UFC
	Julho	0,00 UFC
	Setembro	0,00 UFC

A presença desses organismos na água pode estar associada a excrementos bovinos, uma vez que estes animais possuem contato com o local dos poços. Como a água não recebe nenhuma forma de tratamento, e foi identificada a presença desses organismos, é aconselhado que a mesma passe, no mínimo por um processo de desinfecção por cloro, através de bombas de cloro, dispositivos contínuos, conforme a captação de água do manancial (PHILIPPI et al., 2005).

Os coliformes são organismos que podem ter origem natural ou decorrente de contaminação por fezes, uma vez que estão presentes no intestino de animais de homeotermos, são utilizados como indicadores de contaminação fecal. A presença desses organismos pode indicar a presença de patógenos causadores de doenças de veiculação hídrica (LIBÂNIO, 2010; VASCONCELLOS et al., 2006).

De maneira geral, o recurso para os três poços apresenta boa qualidade, de acordo com os resultados físicos, químicos e biológicos em comparação com a legislação aplicável, sendo que apenas o requisito coliformes termotolerantes não atendeu o preconizado pela legislação, para as três localidades, além da turbidez para os poços das comunidades Rio Pedreirinho e Volta Alegre.

4.2 TESTES TOXICOLÓGICOS

A *artemia sp.* evidencia a toxicidade aguda das amostras, referente ao efeito que agentes podem causar a organismos vivos, efeito que se manifesta rapidamente e de forma severa, enquanto a *Allium cepa* pode ser utilizada para analisar a citotoxicidade e mutagenicidade das amostras (DEZOTTI et al., 2008).

A citotoxicidade em *Allium cepa* foi caracterizada pela frequência de células em processo de divisão celular, para a determinação da mesma foi calculado o percentual do índice mitótico, relação entre o número de células em divisão e número total de células, para cada grupo analisado nas três coletas realizadas, nos meses de abril (Figura 14), julho (Figura 15) e setembro (Figura 16).

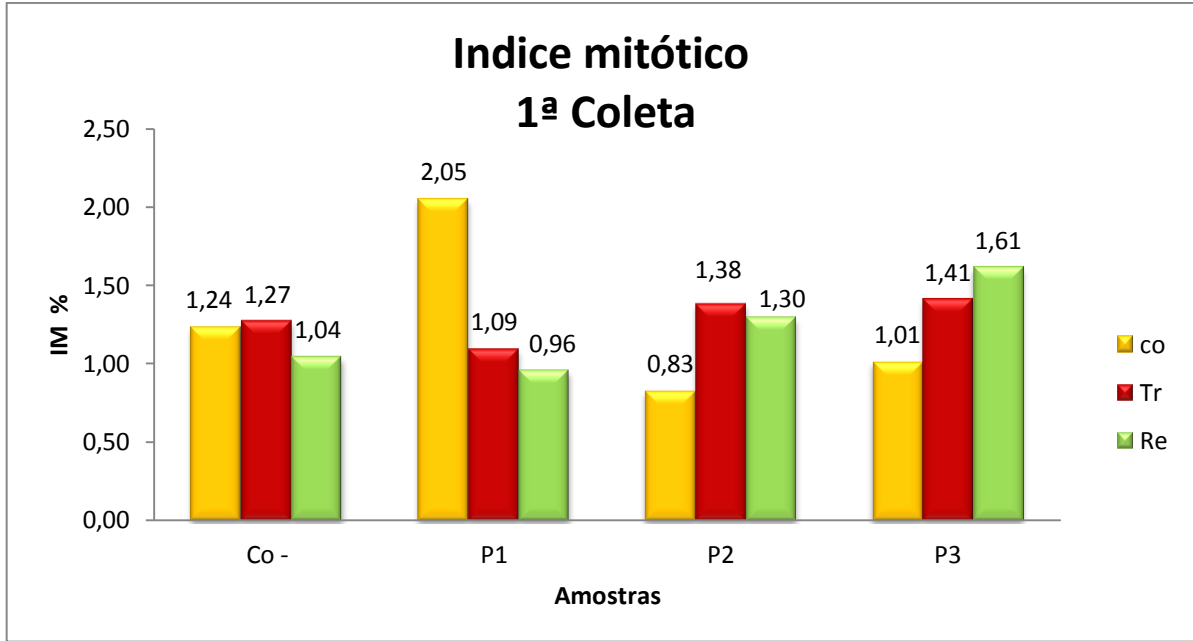


Figura 14- Representação gráfica dos percentuais de índices mitóticos das amostras, referentes a primeira coleta , mês de julho. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

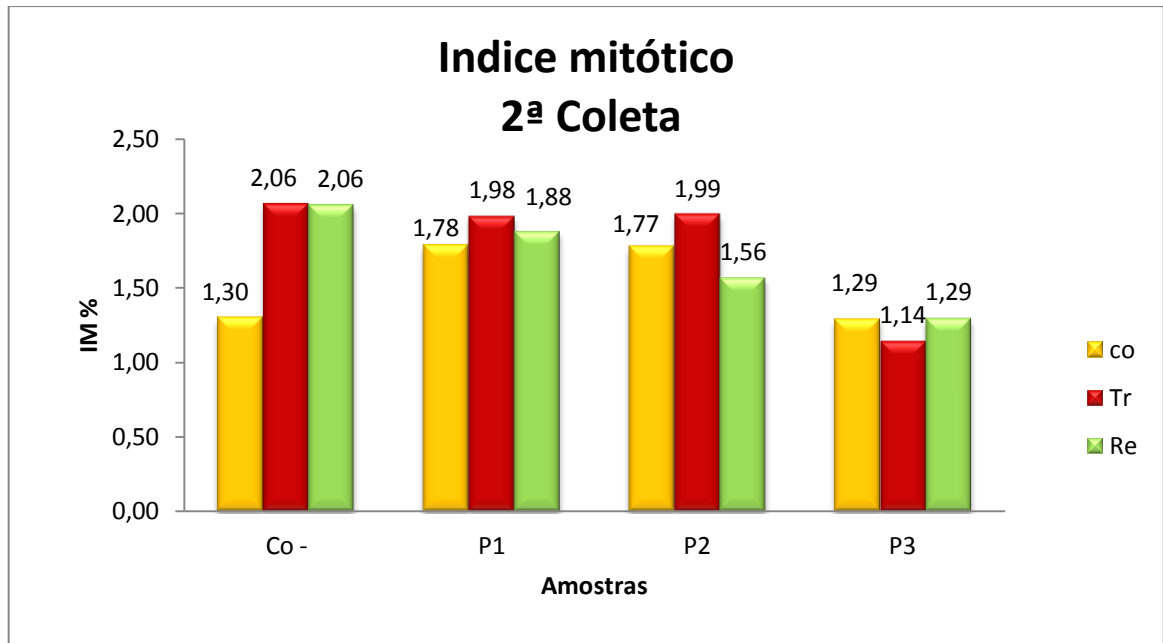


Figura 15- Representação gráfica dos percentuais dos índices mitóticos das amostras, referentes à segunda coleta, mês de julho. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

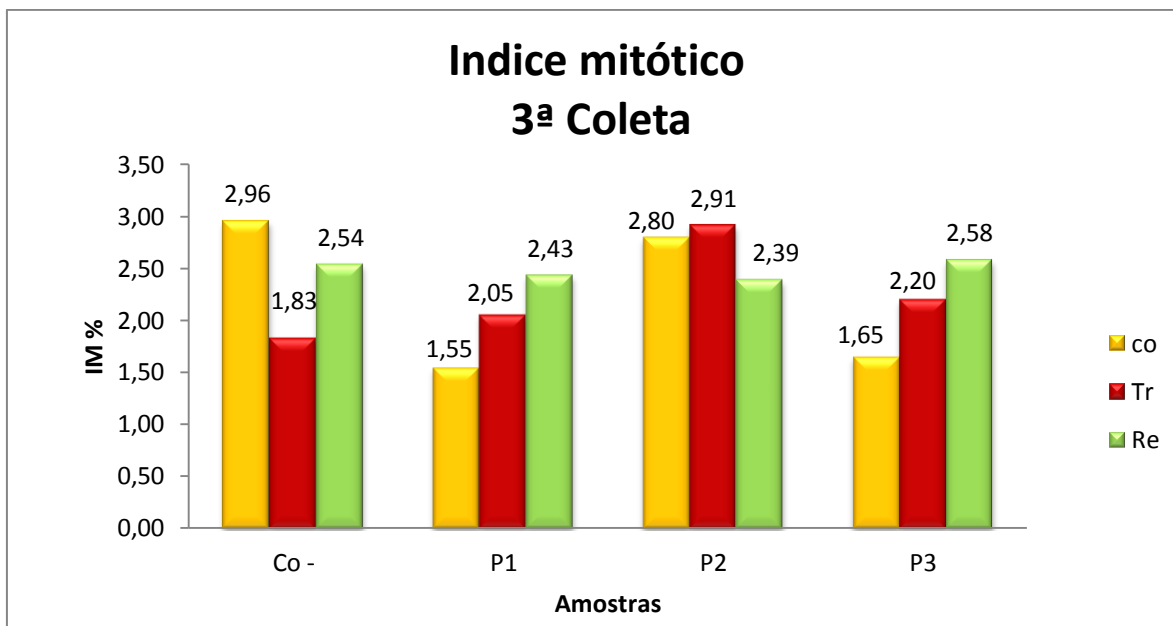


Figura 16 - Representação gráfica dos percentuais dos índices mitóticos das amostras, referentes a terceira coleta, mês de setembro. Co- – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

A partir do índice mitótico verificou-se estatisticamente por meio do teste de kruskal-wallis, com nível de significância de 5%, que as amostras de água do (Tr- 24h) dos poços Rio Pedreiro, Rio Pedreirinho e Volta Alegre, não apresentaram variação significativa, ou seja, apresentaram valores de índices mitóticos estatisticamente semelhantes aos do controle negativo (CO-), do controle do próprio bulbo (CO-0 h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) de cada cebola, em todas as coletas realizadas, nos meses de abril, julho e setembro.

Não ocorreu nem o estímulo nem a redução da mitose nas células, logo as amostras analisadas não apresentam características citotóxicas no sistema-teste com células meristemáticas de raiz de *Allium cepa*. O mesmo teste estatístico foi utilizado para verificar se houve variação do índice mitótico ao longo do ano, e pode-se observar que as amostras não apresentaram variação significativa ao longo do ano, comparando os índices mitóticos do controle do próprio bulbo (CO-0 h), do tratamento (Tr – 24h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) das três coletas.

A inibição da divisão celular pode ser acarretada, segundo Christofolletti (2008), devido à presença de compostos químicos na água, levando à diminuição do índice mitótico. Já o estímulo da divisão celular, segundo Amaral et al. (2007), pode ser consequência dos dejetos ricos em fósforo e nitrogênio, presentes em esgotos domésticos.

Corroboram com estes resultados os trabalhos de Düsman et al. (2011), Ferreira et al (2012) e Circunvis (2012), que não encontraram citotoxicidade em amostras de água de rios e córregos, utilizando o mesmo sistema-teste do presente estudo.

O efeito negativo da citotoxicidade observada no presente estudo pode evidenciado pelos resultados obtidos nas análises físicas e químicas, sendo que todos os parâmetros atendiam ao estabelecido na legislação. Segundo Silva et al.⁵ (2003 apud Düsman et al., 2014), valores de pH baixos podem favorecer o efeito tóxico de água, pois podem aumentar a dissolução dos íons metálicos e a sua concentração na água, fato que não foi observado no presente estudo. Além disso, Cabrera et al. (1999) evidenciaram que a taxa de precipitação possui influência sobre os compostos tóxicos, devido a maior diluição dos mesmos em períodos chuvosos, diminuindo o poder tóxico da amostra. Considerando que Francisco Beltrão é uma cidade com alto índice de precipitação, esta pode ter influenciado na ausência de citotoxicidade das amostras de água dos poços avaliados.

Quanto a mutagenicidade, referente à capacidade que um agente possui de causar ou aumentar a frequência de mutações em um organismo, foram analisadas as células com alterações em todos os grupos de todos os poços, nas coletas de abril, julho e setembro.

De forma similar à citotoxicidade, para a avaliação da mutagenicidade das amostras, foi calculado um índice de mutagenicidade (IMG), levando em consideração a razão entre o número de células alteradas e o número total de células observadas em cada grupo, nas coletas de abril (Figura 17), julho (Figura 18) e setembro (Figura 19).

⁵ Silva, J.; Heuser, V.; Andrade, V. **Biomonitoramento Ambiental**. In J. Silva, B. Erdtmann, & J. A. P. Henriques (Eds.), *Genética Toxicológica* (pp. 166 – 180). Porto Alegre: Alcance, 2003.

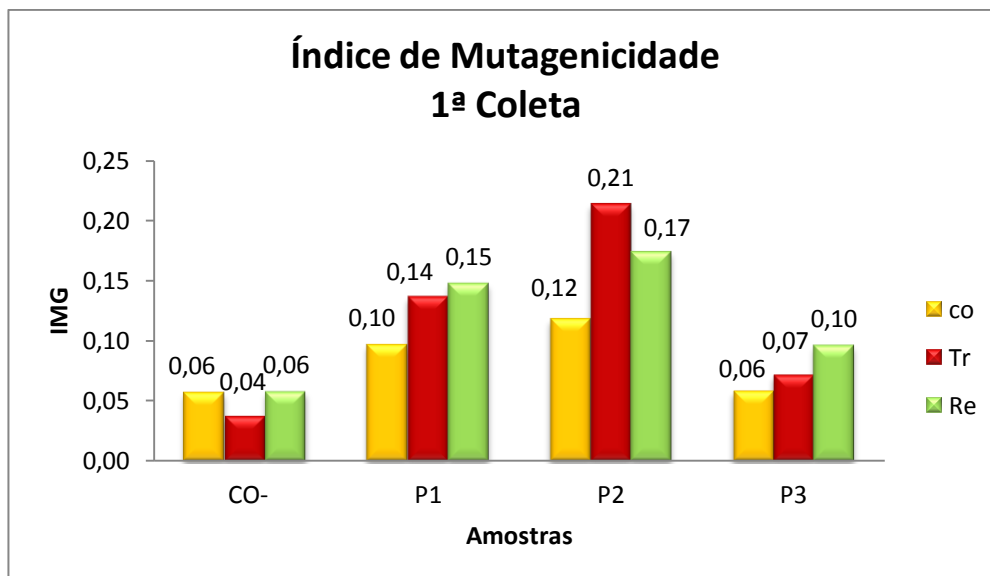


Figura 17- Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes à primeira coleta, mês de abril.

CO⁻ – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h.

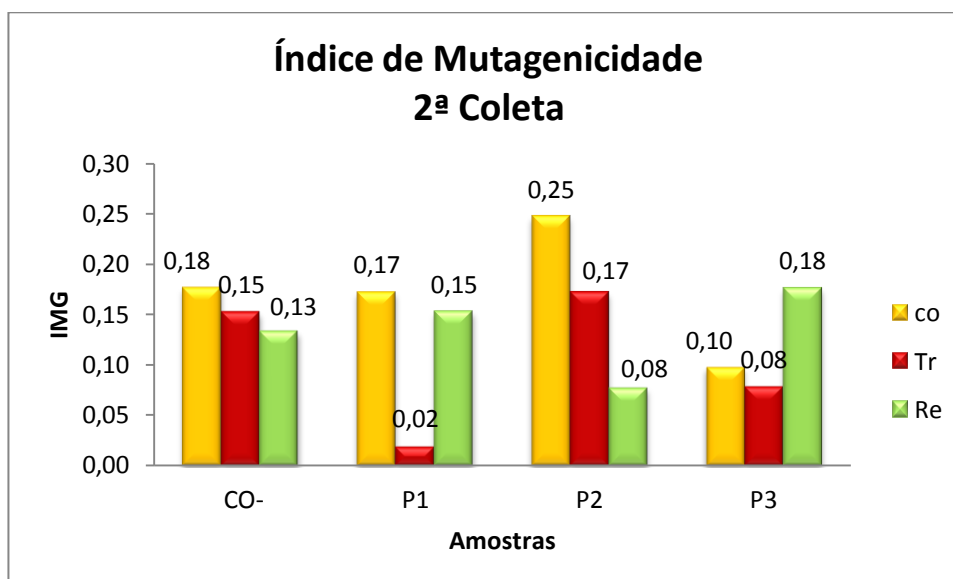


Figura 18- Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes a segunda coleta, mês julho.

CO⁻ – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro, P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h.

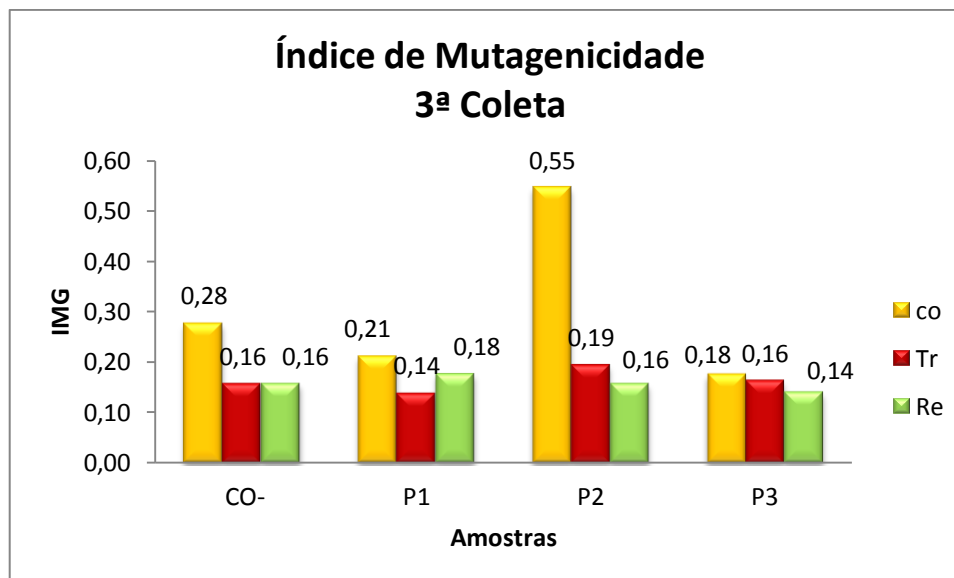


Figura 19- Representação gráfica dos índices mutagênicos das amostras, referentes a terceira coleta, mês setembro.

CO⁻ – controle negativo, P1 - Rio Pedreiro , P2 - Rio Pedreirinho e P3 - Volta Alegre.

Controle (Co) = 0h, Tratamento (TR) = 24h, Recuperação (Re) = 24h.

A partir do índice de mutagenicidade verificou-se estatisticamente, por meio do teste de kruskal-wallis, com nível de significância de 5%, que as amostras não apresentaram variação significativa, ou seja, apresentaram valores de índices de mutagenicidade estatisticamente semelhantes aos do controle negativo (CO-), do controle do próprio bulbo (CO-0 h) e do tempo de recuperação (Re- 24 h) de cada cebola. Além disso, estatisticamente, essa característica não variou de forma significativa ao longo do ano.

As alterações cromossômicas observadas no presente trabalho são similares as observadas por Costa et al. (2015), que analisaram as águas do Rio do Peixe em São Paulo, sendo metáfases colchicínicas e desorganizadas, anáfases multipolares e com perda de cromossomos, assim como o trabalho de Maschio (2009) que analisou a água da Represa Municipal de São José do Rio Preto em São Paulo. Além da semelhança nas alterações encontradas, os trabalhos citados em suas análises também não observaram características citotóxicas nas amostras.

Segundo Costa et al. (2015), as alterações observadas são em decorrência de alterações no processo de formação do fuso, que impede com que a placa equatorial se organize, resultando na alterações observadas no presente estudo (Figura 20). Esse processo é influenciado devido a compostos tóxicos que entram

em contato com o organismo, como metais pesados, agroquímicos e compostos decorrentes do lançamento de efluentes industriais e domésticos (MASCHIO, 2009; PERON, 2009).

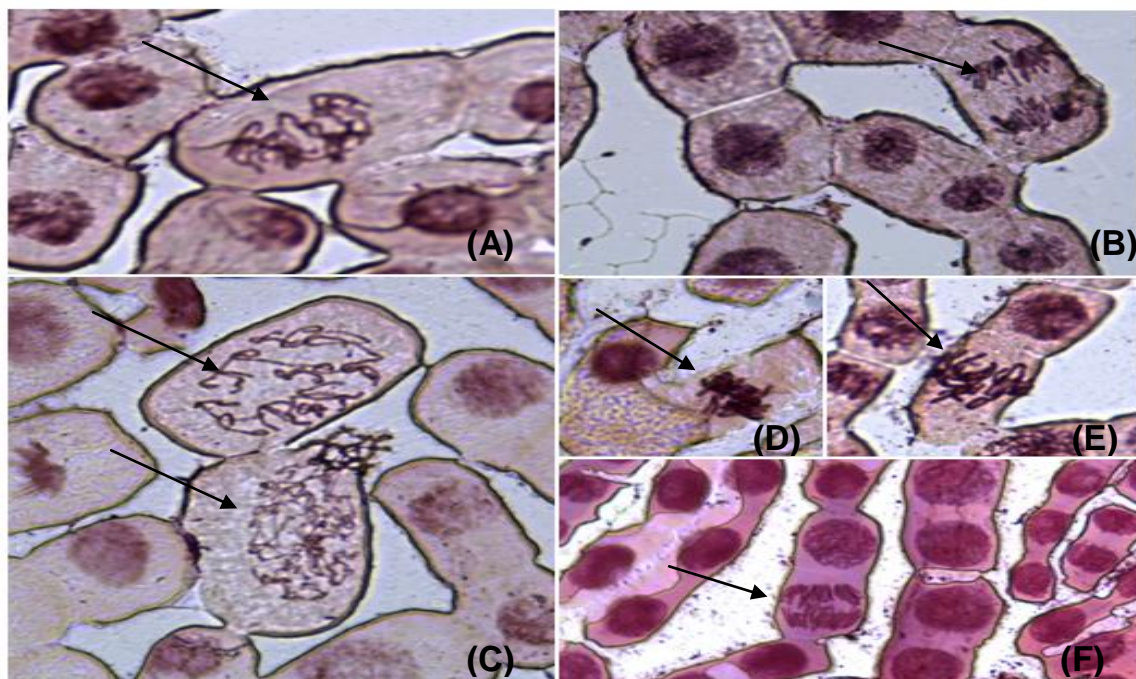


Figura 20 - Alterações cromossômicas encontradas nos tratamentos com as águas dos poços em estudo, em células de raiz de *Allium cepa* (microfotografias obtidas com a objetiva de 40 vezes). A) Metáfase-desorganizada ; B) Anáfase multipolar; C) 2 Metáfases-desorganizadas; D) Metafase com cromossomo solto; E) Metafase-colchicínica; F) Anáfase multipolar.

Os danos genéticos observados no presente estudo são similares aos encontrados no trabalho de Oliveira et al. (2011), segundo os autores, as anomalias relacionadas às quebras cromossômicas, como as pontes cromossômicas e fragmentos soltos, são indicativos da presença de substâncias clastogênicas (indutoras de quebras), já as alterações que interferem na formação do fuso acromático, dando origem as metáfases-colchicínicas e anáfases multipolares, são originadas de falhas no processo de disjunção dos cromossomos durante a divisão celular, efeito promovido por substâncias aneugênicas.

Para toxicidade aguda das amostras, avaliada pelo bioensaio utilizando o microcrustáceo *Artemia* sp. como organismo bioindicador, foi verificado por meio do teste de Dunnet, com nível de significância de 5%, que o número de organismos mortos em cada tratamento não apresentou variação em comparação ao controle

negativo nos meses de coleta de abril (Figura 21), julho (Figura 22) e setembro (Figura 23), ou seja, as amostras não apresentaram ação tóxica aguda.

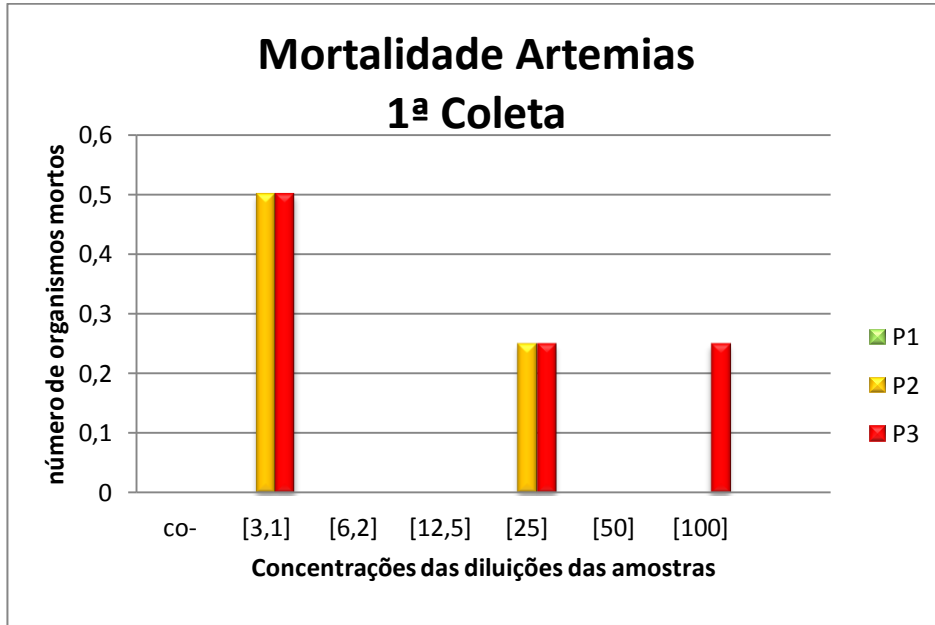


Figura 21- Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na primeira coleta, realizada no mês de abril.

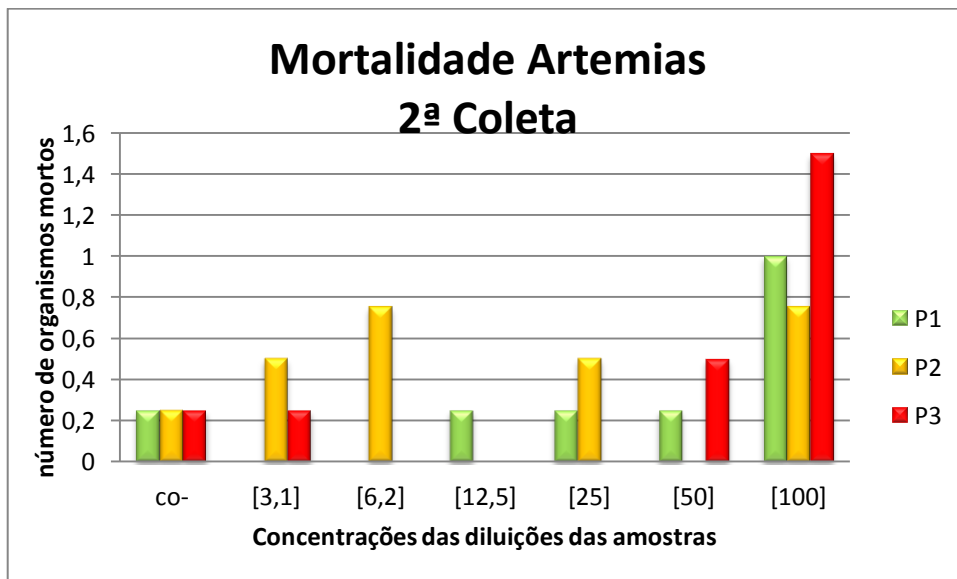


Figura 332 - Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na segunda coleta, realizada no mês de julho.

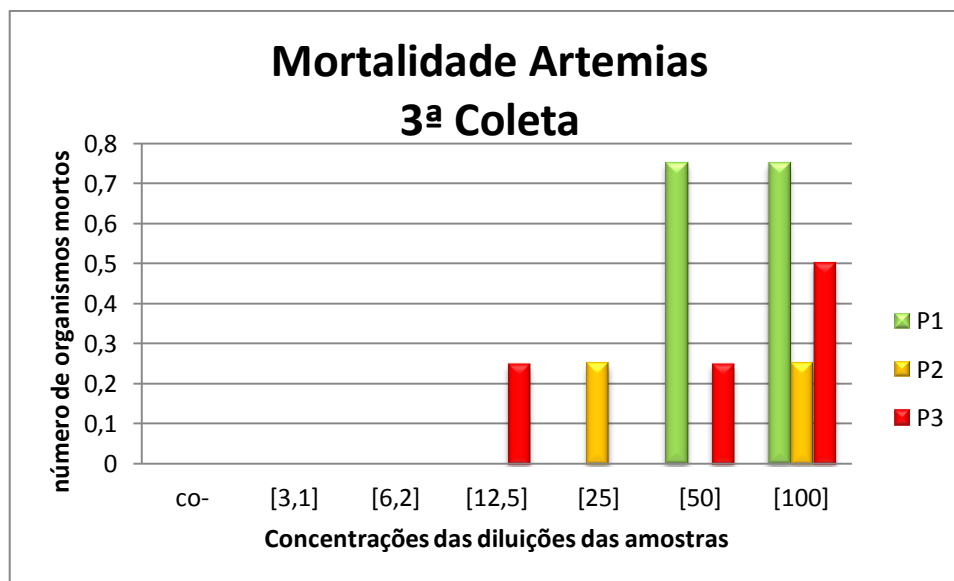


Figura 23- Representação gráfica do número de organismos mortos, observado em cada concentração e tratamento (CO-: Controle Negativo; P1: Poço Rio Pedreiro; P2: Poço Rio Pedreirinho; P3: Poço Volta Alegre), na terceira coleta, realizada no mês de setembro.

No trabalho de Mendes et al. (2011), os autores utilizaram a *Artemia* sp. como organismo indicador em seus bioensaios, não verificou-se mortalidade significativa dos organismos, porém, foi confirmada a presença de agroquímicos nas amostras analisadas. Assim, para os autores, a letalidade é considerada um parâmetro drástico de avaliação de toxicidade e sugerem que ensaios complementares podem ser realizados para indicar possíveis alterações nos organismos-teste frente à exposição às águas em estudo.

Para Figueiredo et al. (2013), os testes utilizando a *Artemia* sp. como organismo indicador são úteis, baratos e de fácil execução e podem ser utilizados para análise preliminar da toxicidade das amostras, sendo recomendado testes mais específicos para determinar de fato a existência de substâncias tóxicas na água.

Com os dados obtidos no presente trabalho pode-se observar que os resultados provenientes de bioensaios são relevantes, sendo que estes sistemas são de grande utilidade para identificação do potencial tóxico de amostras, auxiliando em pesquisas de qualidade de recursos hídricos. Uma vez que perturbações no índice de divisão celular e do material genético podem ser deletérias para o organismo e podem levar a consequências severas e irreversíveis à saúde, tanto de organismos simples como até de humanos.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES

A partir da pesquisa realizada a respeito do uso e ocupação do solo do município de Francisco Beltrão no estado do Paraná, foram encontrados diversos trabalhos com as palavras chaves utilizadas, sendo estas: “Município de Francisco Beltrão”, “uso e ocupação do solo Paraná” e “uso e ocupação do solo Francisco Beltrão”. Foram considerados 20 trabalhos como relevantes, em relação ao assunto. Porém, os trabalhos encontrados não apresentavam dados consideráveis, uma vez que, a intenção era a obtenção de um dado geral a respeito do município, o que não foi encontrado.

Os trabalhos em geral se referem apenas a um local específico dentro do município, como o trabalho de Marchiore (2014), que faz menção do uso e ocupação do solo apenas da bacia do Rio Quatorze, assim como o trabalho de Daleffe (2010) e Marques (2010), ou o trabalho de Hoenig et al. (2012), que realizou uma análise do uso do solo em áreas de preservação permanente no alto curso da Bacia do Rio Cotequipe. Scalabrin (2014) menciona o uso e ocupação do solo dos bairros Industrial, Jardim Seminário e São Cristóvão.

Além dos trabalhos que fazem menção a apenas, uma parcela do município, foram encontrados trabalhos com dados gerais do estado do Paraná. Devido à escala empregada os mesmos não auxiliaram na pesquisa, uma vez que o município de interesse apresenta, muitas vezes, apenas uma classificação de solo, o que de fato não ocorre.

A partir do mapa de uso e ocupação solo da área ao entorno do poço da comunidade Rio Pedreirinho, pode-se observar a predominância de áreas com vegetação de reflorestamento, sendo que estas recobrem 37,58%, ou seja, uma área igual 1,18 km²; seguida das lavouras, que cobrem 22,3% do total, com 0,70 km²; as superfícies cobertas por pastagens tem uma área igual a 0,67 km², ou seja, 21,34%; e por fim a vegetação nativa ocupa uma área de 0,59 km², que corresponde a 18,78% do total (Figura 24).

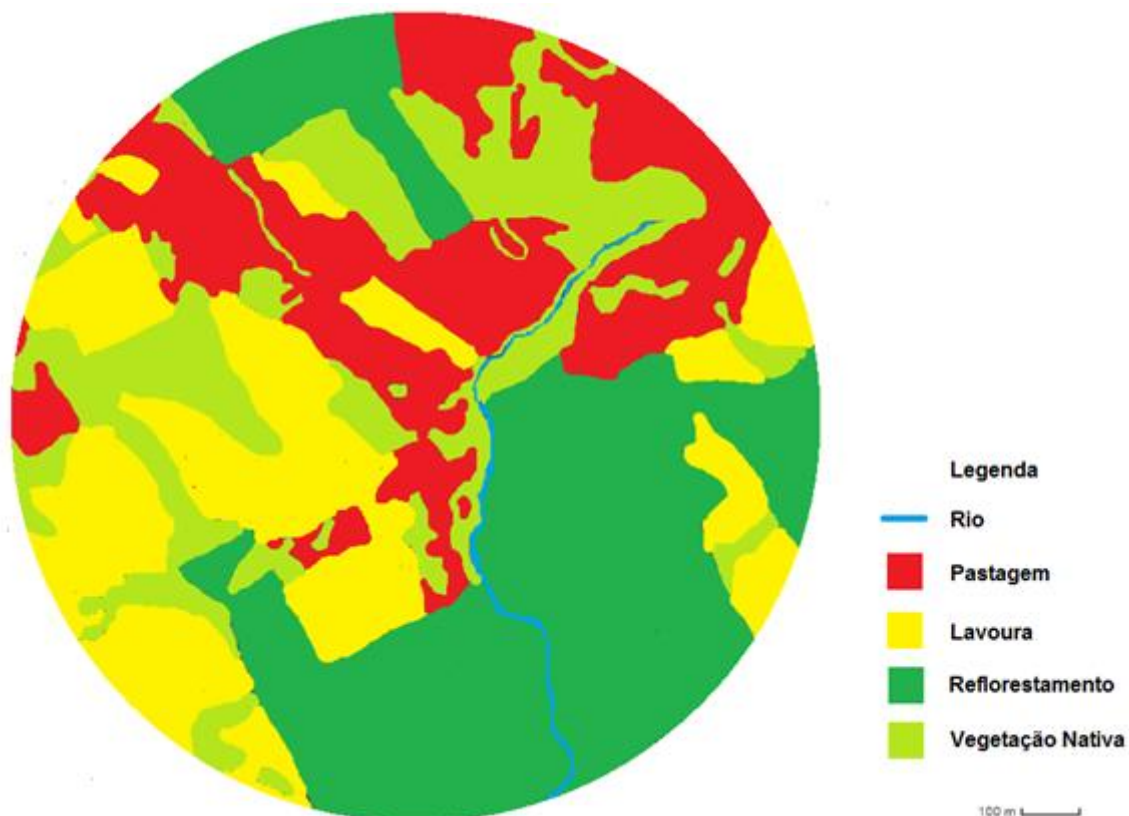


Figura 24- Carta de uso do solo da comunidade Rio Pedreirinho.
 Fonte: Modificação Imagem Goolzoom, 2015.

A área ao entorno do poço da comunidade Rio Pedreiro, tem predominância de Vegetação nativa, recobrando 1,19 km², ou seja, 37,9% da área em estudo; seguida das lavouras que correspondem a uma área equivalente a 1 km², o que representa 31,85%; em terceiro lugar se tem as áreas de reflorestamento com extensão de 0,53 km², perfazendo 16,88%, e por fim, as pastagens que representam 0,42 km² do território, ou seja, 13,37% (Figura 25).

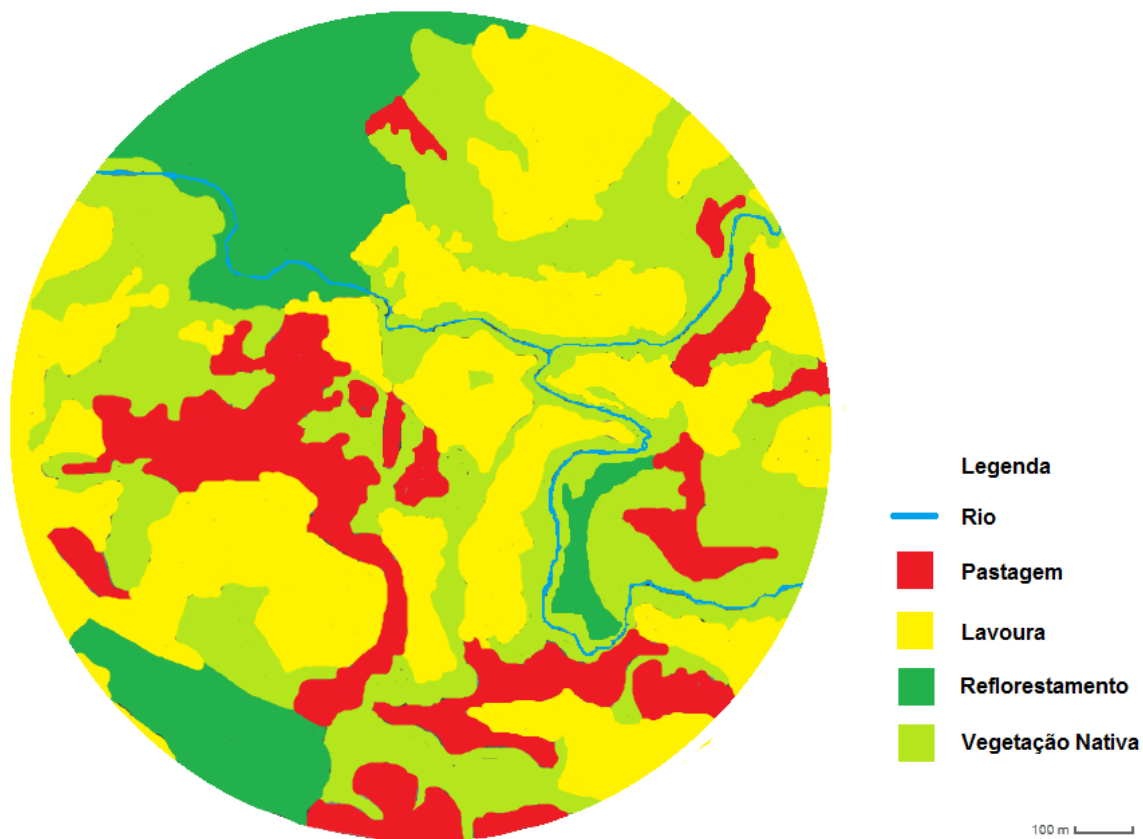


Figura 25- Carta de uso do solo da comunidade Rio Pedreiro.
Fonte: Modificação Imagem Goolzoom, 2015.

Já a área ao entorno do poço da comunidade de Volta Alegre apresenta a predominância de lavouras que recobrem 36,62%, ou seja, uma área igual 1,15 km²; seguida da vegetação nativa, que representa 36,30% do total, com 1,14 km²; as superfícies cobertas por vegetação de reflorestamento tem uma área igual a 0,55 km², ou seja, 17,55%; e por fim as pastagens tem uma porcentagem de 9,53% do total, representando uma área de 0,30 km² (Figura 26).

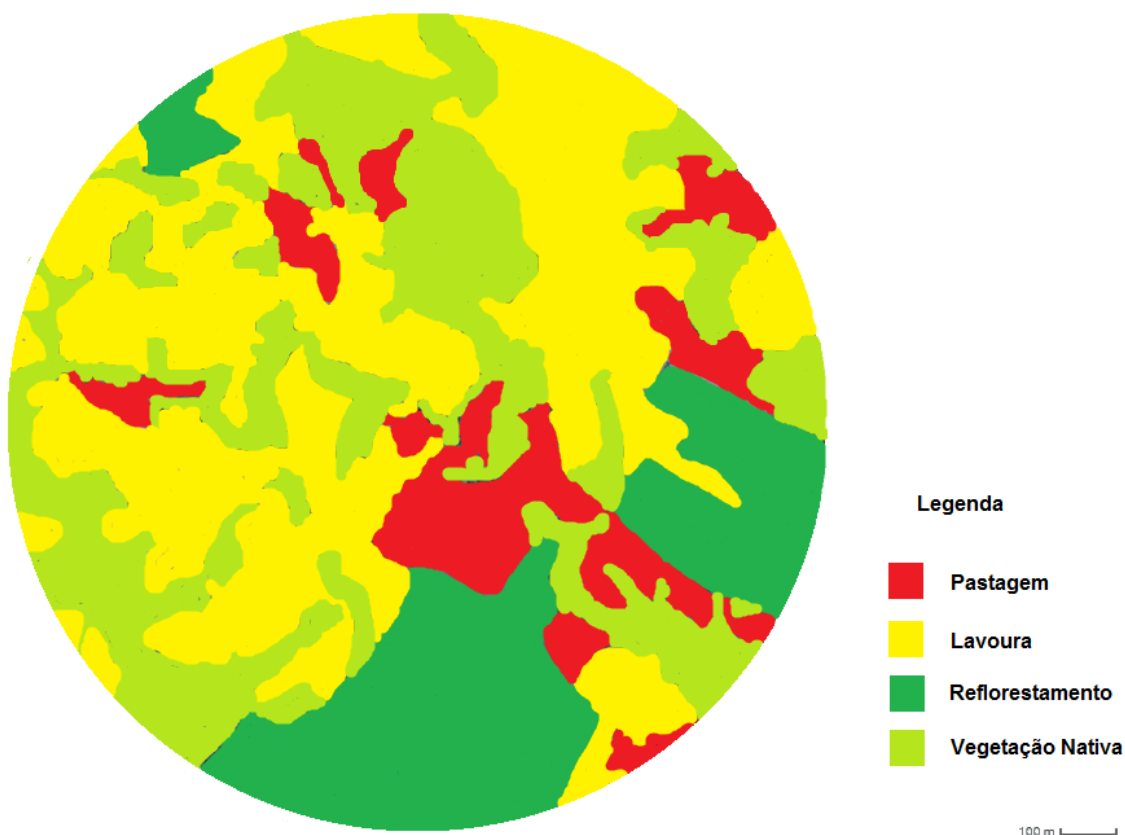


Figura 26 - Carta de uso do solo comunidade Volta Alegre.

Fonte: Modificação Imagem Goolzoom, 2015.

Para Campos et al. (2004), as técnicas de geoprocessamento são fundamentais para os processos de registros do uso da terra e a manutenção destes dados no decorrer do tempo. Os autores destacam ainda a importância das imagens de satélite, pois, a partir das mesmas, pode-se avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região e num dado período, possibilitando a avaliação da situação do local.

Para Silva (2011), os mapeamentos de solos auxiliam nos processos de planejamento agrícola, levantamentos do uso da terra, estudos de terras para irrigação, monitoramentos ambientais, entre outros.

Nesse sentido, destaca-se a importância da avaliação do uso e ocupação do solo, pois a partir do mesmo é possível se ter uma noção sobre a situação de uso e preservação de uma região de interesse.

Além das informações obtidas com os mapas de uso e ocupação do solo, as observações *in loco*, permitiram identificar que todas as residências dentro da área de abrangência estudada, possuem fossas negras como sistema de descarte de efluentes domésticos, um potencial contaminante das águas subterrâneas (SILVA et al., 2009). O trabalho de Tosti et al. (2014), também identificou um grande número de fossas negras em propriedades rurais no município de Santa Fé do Sul, em São Paulo. Uma realidade de quase todos os municípios brasileiros (SOUSA et al., 2010).

As três localidades em estudo são ocupadas por pecuária leiteira e a agricultura, sendo o plantio de soja e milho predominantes, o que pode ser observado nos mapas de uso e ocupação do solo apresentados.

Os agricultores em geral não utilizam práticas de manejo e conservação do solo, de acordo com as visitas a campo realizadas. Foi observado erosão laminar nas áreas agricultáveis e pastagens.

De forma similar aos resultados observados no presente trabalho, Campos et al. (2004) analisaram uma região com características agrícolas no município de Botucatu, em São Paulo, sendo que em geral as regiões com pastagem e lavouras se sobressaiam em relação as outras. Segundo os autores os agricultores da região analisada não também não faziam uso de praticas de conservação do solo, comprometendo a qualidade do solo local.

Com a realização desta caracterização e comparação à literatura, pode-se perceber que o ideal para a avaliação do uso e ocupação do solo de uma região é a análise temporal dos dados, ou seja, verificar se o processo de uso e ocupação do solo tem-se alterado com o passar do tempo, sendo assim melhor identificado a influência da ocupação sobre o uso do solo.

Nas observações a campo, foi possível ainda observar o estado de conservação e preservação ao entorno dos poços, sendo que os três situam-se no meio de pastagens, dividindo espaço com os animais. Apesar de os três poços serem cercados, os animais tem contato com o local, o que pode justificar a presença de coliformes termotolerantes nas amostras analisadas (Figura 27; 28 e 29).



Figura 27- Poço Rio Pedrerinho.



Figura 28 - Poço Rio Pedreiro.



Figura 29 - Poço Volta Alegre.

Segundo Freitas et al. (2001), os poços deve possuir de uma área delimitada em sua volta, sempre que possível com raio de 10 m, definido como perímetro de proteção do poço. Para que seja assegurada a proteção contra a poluição superficial. Ainda segundo o autor, o acabamento de boca do poço deve ser feito com laje de proteção de cimento, medindo aproximadamente 1,00 m de largura por 1,00 m de comprimento e 0,30 m de altura com caimento superficial para as bordas.

Visto a situação de preservação dos poços sugere-se um isolamento mais efetivo da área ao entorno dos três poços a fim de evitar o contato dos animais.

4.4 RELAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS COMUNIDADES E QUALIDADE DA ÁGUA DAS MESMAS

A partir dos resultados do teste de correlação de Pearson, realizada para verificar se os parâmetros analisados possuíam relação com as classes de uso e ocupação do solo, foi possível verificar que os mesmos não possuíam correlação significativa, ao nível de 5% de significância, apesar de possuírem uma forte relação, ou seja, neste caso, não foi possível detectar relação direta entre o uso e ocupação do solo das comunidades com a qualidade dos recursos analisados.

A análise das componentes principais em geral para todas as variáveis explicou 100% da variância acumulada para as duas componentes principais. A primeira componente contribuiu com 81,78% da variância explicada, a segunda componente explicou 18,22% da variância explicada dos dados.

Foi entendido como relação positiva os parâmetros e classes de uso e ocupação do solo pertencentes ao mesmo quadrante do poço, e relação negativa os parâmetros e classes que se encontravam no quadrante oposto.

Pela análise de componentes principais (Figura 30), pode-se observar que o Poço 3 (comunidade Volta Alegre), tem maior influência de áreas com lavouras, e apresenta os maiores valores médios para os parâmetros sólidos totais dissolvidos e turbidez. Por outro lado, possui menor área com pastagens.

Para o Poço 2 (comunidade Rio Pedreirinho), existe uma relação positiva para os parâmetros ferro, nitrato e a classe reflorestamento, se opondo aos parâmetros condutividade, dureza e pH; a classe vegetação nativa e ao Poço 1 (comunidade Rio

Pedreiro). Assim, fica evidente que, os parâmetros associados positivamente ao Poço 2 se opõem ao Poço 1.

A relação apresentada acima expressa que, onde os parâmetros e classes apresentam relação positiva (estão no mesmo quadrante), os valores são mais representativos.

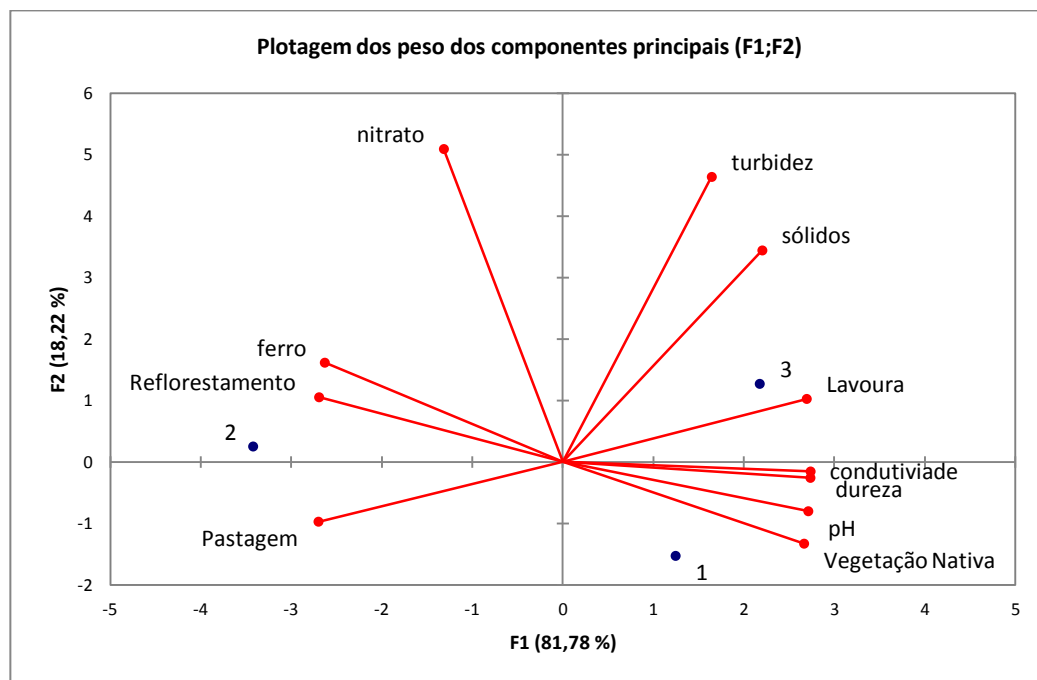


Figura 30 - Representação gráfica da análise dos componentes principais.

4.5 REUNIÃO COM OS MORADORES

Na reunião realizada com os moradores no mês de outubro de 2015, no dia 17, as 14:30 horas, no pavilhão da comunidade Rio Pedreiro, foram apresentadas informações a respeito da qualidade da água proveniente dos poços comunitários destas localidades, além de uma breve ação de educação ambiental a respeito de qualidade da água para abastecimento.

Cerca de 30 pessoas estavam presentes, os moradores se mostraram interessados sobre o assunto, fazendo alguns questionamentos a respeito de características que observam na água, relatando, por exemplo, que percebiam

diferença de turbidez na água em dias muito chuvosos, questionando o motivo pelo mesmo (Figura 31).



Figura 31 - Imagens da Reunião com os moradores das três comunidades

Os moradores das três comunidades concordam com o proposto no abaixo assinado, desde que a instalação das bombas de cloro e a construção da casa de química, sejam realizadas pela prefeitura municipal de Francisco Beltrão e não traga gastos financeiros para os mesmos.

Com essa visita, pode-se perceber que muitos moradores tinham entendimento da importância do tratamento da água, porém, parte dos moradores não concordava com o processo de desinfecção das águas de abastecimento. Para eles, a desinfecção da água provocaria alterações dos padrões organolépticos, acarretando na busca por novas fontes para suprimento de suas necessidades.

Com a explicação da importância que o processo de tratamento apresenta, todos os moradores concordaram que o processo de desinfecção deveria ser realizado, acarretando na assinatura do abaixo assinado.

Segundo Brasil (2009), no Brasil, o acesso aos benefícios gerados pelo saneamento ainda são um desafio a ser alcançado; sua promoção requer o envolvimento de vários segmentos do poder público, dificultando o processo.

Os serviços de saneamento estão relacionados à promoção da qualidade de vida, assim como a proteção dos ambientes naturais, em especial dos recursos hídricos. Nesse sentido, é imprescindível desenvolver ações educativas que possibilitem a compreensão e estimulem a participação popular no enfrentamento dessa questão (BRASIL, 2009).

Para tanto, é fundamental estimular um olhar atento à realidade em que se vive, uma vez que para transformá-la é essencial que a população conheça os diferentes aspectos relacionados ao saneamento. Sendo este o objetivo principal em disponibilizar as informações obtidas no presente estudo para as comunidades envolvidas.

Nesse contexto, a Educação Ambiental em Saneamento tem a capacidade em despertar o protagonismo popular na condução das transformações esperadas. O que foi manifestado pelo abaixo assinado pelos moradores das comunidades reivindicando a desinfecção da água utilizada para abastecimento.

A fim de informar ao poder público sobre a situação da qualidade da água dos três poços analisados, no mês de novembro foi entregue um relatório contendo os resultados obtidos no presente para os responsáveis das Secretarias de Saúde (Secretária Rose Mari Guarda) e Desenvolvimento Rural (Secretária Daniela Celuppi), juntamente com uma carta de consentimento do recebimento do relatório.

5 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que os recursos analisados possuem uma qualidade satisfatória, atendendo ao especificado na legislação, de acordo com os parâmetros físicos, químicos verificados, bem como por meio dos testes toxicológicos, sendo possível constatar que, em nenhum dos poços analisados, as amostras apresentaram características tóxicas.

As três comunidades possuem seus solos ocupados por pastagens, lavouras e fragmentos de vegetação nativa e áreas de reflorestamento. As áreas são consorciadas entre a pecuária leiteira e o cultivo de grãos.

Os três poços não possuem mecanismos efetivos de isolamento da área. Devido a esses fatos recomendam-se medidas que promovam o melhor isolamento da área ao entorno dos poços, como a construção de um cercado.

As características de uso e ocupação do solo das regiões analisadas não apresentaram relação significativa com os parâmetros da qualidade da água analisados.

Os três poços apresentaram contagem de coliformes termotolerantes, o que desperta atenção sobre os recursos, uma vez que os mesmos não possuem um processo de desinfecção. Com isso, recomenda-se a instalação de uma bomba de cloro nos poços das três comunidades, medida posta em prática, por meio da solicitação da instalação de bombas de cloro a prefeitura municipal, através de um abaixo assinado pelos moradores das comunidades.

Ressalta-se ainda a importância de ações de educação ambiental, principalmente em situações como as vivenciadas, pois é de fundamental importância por parte da população o conhecimento da realidade em que se vive, despertando o interesse pela mudança para um ambiente mais seguro sanitariamente.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 10664 Águas - Determinação de resíduos (sólidos) - Método gravimétrico - Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1989.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 13934 Água - Determinação de ferro - Método colorimétrico da ortofenantrolina**. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 14339 Água - Determinação de pH - Método eletrométrico**. Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT, Associação Brasileira de normas técnicas. **NBR 14340 Água - Determinação da condutividade e da resistividade elétrica**. Rio de Janeiro, 1999.
- ALVES, Eliane C.; SILVA, César F.; COSSICH, Eneida S.; TAVARES, Célia R. G.; SOUZA FILHO, Edvard E.; CARNIEL, Ademir. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 30, n. 1, pag. 39-48, 2008.
- AMARAL, Alexandre M.; BARBÉRIO, Agnes, VOLTOLINI; Julio C.; BARROS, Layra. Avaliação preliminar da citotoxicidade e genotoxicidade, da água da bacia do rio Tapanhon (SP- Brasil) através do teste Allium (*Allium cepa*). **Revista Brasileira de Toxicologia**, São Paulo, v. 20, n.1–2, p.65–72, 2007.
- APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.
- BAHIA, Vânia E.; FENZL, Norbert; LEAL, Luíz R. B.; MORALES, Gundisalvo P.; LUÍZ, José Gouvêa. Caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas na área de abrangência do reservatório de abastecimento público do Utinga – Belém (PA). **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v.25, n.1, p.43-56, 2011.
- BARBOSA, Cátia F. **Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropédica-RJ**. 2005. 93 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BRAGA, Fernando P. **Validação de desempenho de uma estação de tratamento de água do Município de Juiz de fora – MG**. 70 f. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2014.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2009.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. **Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2.914 de 4 de dezembro de 2011. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília: Ministério da Saúde; Diário Oficial da União 2011; 12 Dez. Disponível em: <
http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 18 mar. 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Educação Ambiental e Mobilização Social em Saneamento. **Caderno metodológico para ações de educação ambiental e mobilização social em saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**. Brasília: conselho nacional de meio ambiente; Diário Oficial da União 2008. Disponível em: <
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 18 mar. 2015.

CABRERA, G. L.; RODRIGUEZ, D. M. G. Genotoxicity of leachates from a landfill using three bioassays. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 426, n. 2, p. 207-210, 1999.

CAMPOS, Sérgio; ARAÚJO JÚNIOR, Armindo A .; BARRO, Zacarias X.; CARDOSO, Lincoln G.; PIROLI, Edson L. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, botucatu - sp. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.431-435, maio/ago. 2004.

CAR – **Cadastro ambiental rural**. Disponível em: < <http://www.car.gov.br/>>. Acesso: 19 mai. de 2015.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; ANA – Agência Nacional de Águas. **Guia Nacional De Coleta e Preservação De Amostras: Água, Sedimentos, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos**. Brasília, 2012. Disponível em: < www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/.../guia-nacional-coleta-2012.pdf >. Acesso: 07 abr. 2015.

CHRISTOFOLETTI, Cintya A. **Avaliação dos potenciais citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas de um ambiente lêntico, por meio dos sistemas-teste de *Allium cepa* E *Oreochromis niloticus***. 129f. 2008. Dissertação de mestrado (Ciências Biológicas) - universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

CIRCUNVIS, Bruno C.; HECK, Michele C.; VICENTINI, Veronica E. P. Investigação do potencial citotóxico das águas superficiais do Ribeirão Atlântico (Madaguaçu-PR) em *Allium cepa* L. **Revista Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v.7, n.3, p.7-14, set.-dez., 2012.

COSTA, Alessandra C.; DOMINGUES, Giovana; DÜSMAN, Elisângela; ALMEIDA, Igor V.; VICENTINI, Veronica E. P. Citotoxicidade das águas do Rio do Peixe (São Paulo-Brasil), em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 248-258, Jan./Feb. 2015.

DEZOTTI, Marcia (Cord.). **Processos e técnicas para o controle ambiental de efluentes líquidos**. Rio de Janeiro : E-papers, 2008.

DÜSMAN, Elisângela; FARIA, Juliana S.; TOLEDO, Fabiana; MAZETI, Camila M.; GONÇALVES, Marcus E. K.; VICENTINI, Veronica E. P. Vegetal test-system investigation on cytotoxicity of water from urban streams located in the northeastern region of Maringá, Paraná State, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 33, n.1, p. 71-77, jan./mar. 2011.

DÜSMAN, Elisângela; LUZZA, Michel; SAVEGNAGO, Leoberto; LAUXEN, Daiana; VICENTINI, Veronica E. P.; TONIAL, Ivane B.; SAUER, Ticiane P. *Allium cepa* L. as a bioindicator to measure cytotoxicity of surface water of the Quatorze River, located in Francisco Beltrão, Paraná, Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, Dordrecht, v. 186, p. 1793-1800, 2014.

FERREIRA, Adriana N. P.; LIMA, Claudia F.; CARDOSO, Fabrício B. F.; KETTELHUT, Júlio T. **Águas Subterrâneas um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília, 2007. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/downloads/%C3%81GUAS%20SUBTERR%C3%82NEAS.pdf> >. Acesso: 07 abr. 2015.

FERREIRA, Carlos F.; FRUEH, Andréia B.; DÜSMAN, Elisângela; HECK, Michele C.; VICENTINI, Veronica E. P. Avaliação da citotoxicidade das águas dos ribeirões Varginha (Califórnia-PR) e Tabatinga (Mandaguari-PR), EM *Allium cepa* L. **Revista Saúde e Biologia**, Campo Mourão, v.7, n.2, p.46-54, mai./ago., 2012.

FIGUEIREDO, Renata F.; OLIVEIRA, Daniel A. F.; DINIZ, Susana N.; MENDONÇA, Sérgio; OKUYAMA, Cristina E. Avaliação da toxicidade e análise microbiológica de águas minerais de Caxambu – MG. **Revista pesquisa inovação farmacêutica**, São Paulo, v.5, n.1, p.23-30, 2013

FISKESJÖ, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring. **Hereditas**, Landskrona, v. 102, n. 1, p. 99-112, 1985.

FREITAS, Marcos A.; ECKERT, Roque M.; CAYE; Bráulio R. **Captações de água subterrânea no oeste do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM/SDM/EPAGRI, 2001.

GEBIOMET- Grupo de Estudos em Biometeorologia. **Boletim Agrometeorológico**. v. 2 , n. 5 , Maio de 2015. Disponível em : < <http://www.gebiomet.com.br/boletins.php>>. Acesso: 04 nov. 2015.

GOOGLE. **Google Earth**. Disponível em <<http://www.google.com/earth/>>. Acesso: 07 abr. 2015.

GOOLZOOM. **Goolzoom**. Disponível em < <http://es.goolzoom.com/>>. Acesso: 23 set. 2015.

GUERRA, R. Ecotoxicological and chemical evaluation of phenolic compounds in industrial effluents. **Chemosphere**, Oxford, v. 44, n. 8, p. 1737-1747, 2001.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2014. Disponível em : < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410840&search=||info%20-%20informa%20-%20completas>>. Acesso: 07 abr. 2015.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental por bacias hidrográficas do estado do Paraná**. Curitiba : IPARDES, 2010.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno estatístico município de Francisco Beltrão**. Abril de 2015. Disponível em: <

<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85600&btOk=ok>
. Acesso: 07 abr. 2015.

ITCG. **Instituto de Terra, Cartografia e geociências**. Disponível em: <
<http://www.geo.pr.gov.br/ms4/itcg/geo.html>>. Acesso: 07 jun. 2015.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3.ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

MANASSES, Fabio; ROSA FILHO, Ernani F.; HINDI, Eduardo C.; BITTENCOURT, André V. L. Estudo hidrogeológico da Formação Serra Geral na região sudoeste do estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 64-65, p. 59-67, 2011.

MASCHIO, Lucilene R. **Avaliação do potencial citotóxico, genotóxico e mutagênico das águas do Rio Preto na área de influência da região de São José do Rio Preto/SP**. 2009. Tese (Doutorado em Genética) – Curso de Pós-Graduação em Genética, Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2009.

MENDES, Beatriz G.; BUDZIAK, Dilma; STOLBERG; Joni; PEIXER, Zilma I.; DALMARCO, Juliana B.; SIMIONATTO, Edesio L.; PEDROSA, Rozangela C.; FELIPE, Karina B.; OGAWA, Juliano; PEGORARO, Camilo; SCHEFFER, Larissa; BESEN, Marcos R; OLIVEIRA, Leonardo J. G. G.; GEREMIAS, Reginaldo. Estudo da qualidade das águas do Rio Marombas (SC/Brasil), utilizando parâmetros físico-químicos e bioensaios. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.5, n.2, p. 43-58, 2011.

OLIVEIRA, L. M., VOLTOLINI, J. C., & BARBÉRIO, A. Potencial mutagênico dos poluentes na água do rio Paraíba do Sul em Tremembé, SP, Brasil, utilizando o teste *Allium cepa*. **Ambiente & Água**, Taubaté, v.6, n.1, p. 90-103,

PERON, Ana P.; CANESIN, Edmilson A.; CARDOSO, Cristiano M. V. Potencial mutagênico das águas do Rio Pirapó (Apucarana, Paraná, Brasil) em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa* L. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 155-159, abr./jun. 2009.

PHILIPPI Jr, Arlindo. (Edit.). **Saneamento, Saúde e Ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

Prefeitura municipal de Francisco Beltrão. **Dados do Município**, 2014. Disponível em: < <http://franciscobeltrao.pr.gov.br/secretarias/agricultura/geral/dados-do-municipio/>>. Acesso: 07 abr. 2015.

ROSA FILHO, Ernani F.; HINDI, Eduardo C.; MANTOVANI, Luiz E.; BITTENCOURT, André V. L. **Aquíferos do estado do Paraná**. Curitiba: edição do autor, 2010.

SANCHES, Sérgio M.; VIEIRA, Eny M.; PRADO, Eliana L.; TAKAYANAGUI, Angela M. M. Qualidade da água de abastecimento público de Ribeirão Preto em área de abrangência do Aquífero Guarani: determinação de metais e nitrato. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.5, n.2, p. 202-216, 2010.

SANTOS, Francielle R. **Qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Ivaí, estado do Paraná, a partir da utilização de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos**. 46 f. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheira Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

SILVA, Arivelto C.; DOURADO, João C.; KRUSCHE, Alex V.; GOMES, Beatriz M. Impacto físico-químico da deposição de esgotos em fossas sobre as águas de aquífero freático em Jiparaná- RO. **Revista de estudos ambientais**, Blumenau, v.11, n. 2, p. 101-112, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1569/1202>>. Acesso: 12 nov. 2015.

SILVA, Elaine E. L. **Mapeamento do uso do solo da bacia ribeirão engenho de ferro – Ibiporã – PR, entre 1990 e 2010**. 2010. 37 f. Monografia (Bacharelado em Geografia). Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

SOUSA, Luciano A.; ANTONELI, Valdemir. O problema da falta de saneamento básico na área rural do Município de Irati PR e a implementação das fossas Biodigestoras como alternativa. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Anais: **Crise, práxis e autonomia: espaços de residências e de esperanças espaços de diálogos e práticas**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <www.agb.org.br/evento/download.php?idTrabalho=4397>. Acesso: 12 nov. 2015.

TOSTI, Reinaldo S.; CARVALHO, Sérgio L.; LIMA, Elizete A. C. F. Condições ambientais de algumas propriedades agrícolas de Santa Fé do Sul - SP e região. In: **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 12, 2014, pp. 184-196. Disponível em: <http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/914/938>. Acesso: 12 nov. 2015.

VASCONCELLOS, F.C. da S.; IGANCI, J.R.V.; RIBEIRO, G.A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.2, p.177-181, abr./jun., 2006.

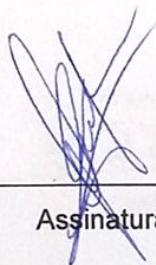
APÊNDICE C - Termo de consentimento

Eu, Camila Ester Hollas, aluna de graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus de Francisco Beltrão executei o projeto de pesquisa que tem como título “AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PARANÁ”, que teve como objetivo principal avaliar a qualidade da água utilizada para abastecimento na zona rural do município, bem como relacionar está ao uso e ocupação do solo local, além de disponibilizar esses dados a população. Venho através deste solicitar o seu consentimento no recebimento do relatório confeccionado com os resultados obtidos na pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, Edui CAMINSCHI, declaro que fui devidamente esclarecido/a sobre o projeto de pesquisa “AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PARANÁ” e recebi o relatório a mim destinado.

Francisco Beltrão, 18 de 11 de 2015.



Assinatura

APÊNDICE D - Termo de consentimento

Eu, Camila Ester Hollas, aluna de graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus de Francisco Beltrão executei o projeto de pesquisa que tem como título "AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PARANÁ", que teve como objetivo principal avaliar a qualidade da água utilizada para abastecimento na zona rural do município, bem como relacionar está ao uso e ocupação do solo local, além de disponibilizar esses dados a população. Venho através deste solicitar o seu consentimento no recebimento do relatório confeccionado com os resultados obtidos na pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, Sandra Maria, declaro que fui devidamente esclarecido/a sobre o projeto de pesquisa "AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA ABASTECIMENTO NA ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE FRANCISCO BELTRÃO - PARANÁ" e recebi o relatório a mim destinado.

Francisco Beltrão, 18 de novembro de 2015.

Prefeitura Municipal
Sec. Mun. de Saúde
Sandra Maria
Francisco Beltrão PR
Assinatura

APÊNDICE E - Dados dos testes toxicológicos

Tabela 15- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de abril. Tempo de 0h (Co).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1086	1,66	1068	10	2	5	1
	2	1042	1,06	1031	7	2	2	0
	3	1018	1,18	1006	2	6	2	2
	4	1025	1,17	1013	2	2	2	6
	5	1085	1,11	1073	4	5	3	0
	To	5256	1,24	5191	25	17	14	9
Poço 1	1	1052	2,66	1024	10	6	10	2
	2	1013	0,49	1008	1	0	2	2
	3	1021	1,76	1003	4	7	3	4
	4	1056	3,03	1024	11	10	9	2
	5	1025	2,24	1002	9	8	4	2
	To	5167	2,05	5061	35	31	28	12
Poço 2	1	1011	0,59	1005	1	2	3	0
	2	1035	1,93	1015	10	1	3	6
	3	1011	0,30	1008	0	1	2	0
	4	1018	1,18	1006	3	5	3	1
	5	1011	0,10	1010	0	0	1	0
	To	5086	0,83	5044	14	9	12	7
Poço 3	1	1026	1017	0,88	7	0	2	0
	2	1037	1023	1,35	5	2	5	2
	3	1014	1003	1,08	3	3	3	2
	4	1044	1037	0,67	3	3	1	0
	5	1013	1002	1,09	7	0	2	2
	To	5134	5082	1,01	25	8	13	6

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 16- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de abril. Tempo de 24h (Tr).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1091	0,92	1081	2	3	3	2
	2	1033	0,97	1023	5	2	1	2
	3	1103	1,90	1082	11	2	7	1
	4	1069	0,84	1060	4	2	1	2
	5	1050	1,71	1032	7	6	4	1
	To	5346	1,27	5278	29	15	16	8
Poço 1	1	1017	0,20	1015	0	1	1	0
	2	1028	1,95	1008	9	5	4	2
	3	1018	0,79	1010	4	3	1	0
	4	1031	1,45	1016	4	1	6	4
	5	1026	1,07	1015	10	0	1	0
	To	5120	1,09	5064	27	10	13	6
Poço 2	1	1027	1,46	1012	4	6	5	0
	2	1039	1,44	1024	7	2	6	0
	3	1026	0,88	1017	3	1	5	0
	4	1033	1,16	1021	6	3	3	0
	5	1018	1,96	998	7	5	7	1
	To	5143	1,38	5072	27	17	26	1
Poço 3	1	1048	1,15	1036	6	1	4	1
	2	1021	0,78	1013	2	3	3	0
	3	1059	1,98	1038	9	3	8	1
	4	0	0	0	0	0	0	0
	5	1049	1,72	1031	9	4	5	0
	To	4177	1,41	4118	26	11	20	2

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 17- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de abril. Tempo de 48h (Re).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1030	0,97	1020	5	1	4	0
	2	1030	1,46	1015	3	2	1	9
	3	1049	1,53	1033	4	3	9	0
	4	1013	0,59	1007	4	2	0	0
	5	1057	0,66	1050	5	2	0	0
	To	5179	1,04	5125	21	10	14	9
Poço 1	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	1022	1,86	1003	3	10	6	0
	3	1016	0,89	1007	4	3	0	2
	4	1008	0,69	1001	2	1	3	1
	5	1020	0,39	1016	2	1	1	0
	To	4066	0,96	4027	11	15	10	3
Poço 2	1	1025	0,88	1016	3	3	3	0
	2	1050	1,33	1036	4	4	3	3
	3	1036	1,16	1024	3	2	3	4
	4	1038	1,93	1018	12	4	3	1
	5	1024	1,17	1012	8	2	2	0
	To	5173	1,30	5106	30	15	14	8
Poço 3	1	1029	0,78	1021	3	1	2	2
	2	1069	2,43	1043	6	9	10	1
	3	1063	2,54	1036	17	5	4	1
	4	1027	1,56	1011	7	4	5	0
	5	1014	0,69	1007	6	0	1	0
	To	5202	1,61	5118	39	19	22	4

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 18- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de julho. Tempo de 0h (Co).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1013	1,09	1002	3	3	2	3
	2	1011	0,89	1002	2	2	2	3
	3	1013	1,18	1001	9	1	2	0
	4	1024	1,17	1012	5	2	3	2
	5	1033	2,13	1011	11	5	2	4
	To	5094	1,30	5028	30	13	11	12
Poço 1	1	1010	0,79	1002	4	1	2	1
	2	1043	1,25	1030	6	4	3	0
	3	1041	1,92	1021	6	6	5	3
	4	1060	2,26	1036	5	6	6	7
	5	1071	2,61	1043	13	7	6	2
	To	5225	1,78	5132	34	24	22	13
Poço 2	1	1027	1,66	1010	5	7	3	2
	2	1050	1,33	1036	5	6	2	1
	3	1061	2,17	1038	8	7	3	5
	4	1012	1,09	1001	6	2	2	1
	5	1106	2,53	1078	14	10	3	1
	To	5256	1,77	5163	38	32	13	10
Poço 3	1	1024	1,07	1013	2	3	5	1
	2	1017	1,38	1003	4	3	5	2
	3	1031	1,55	1015	15	0	1	0
	4	1036	0,77	1028	0	6	2	0
	5	1028	1,65	1011	3	6	5	3
	To	5136	1,29	5070	24	18	18	6

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 19- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de julho. Tempo de 24h (Tr).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1018	1,47	1003	8	1	5	1
	2	1034	1,64	1017	9	5	3	0
	3	1066	2,16	1043	11	6	5	1
	4	1039	1,44	1024	9	3	3	0
	5	1091	3,48	1053	22	7	7	2
	To	5248	2,06	5140	59	22	23	4
Poço 1	1	1048	0,95	1038	1	2	5	2
	2	1044	2,59	1017	17	5	4	1
	3	1049	1,62	1032	7	2	7	1
	4	1085	3,59	1046	20	6	10	3
	5	1039	1,06	1028	1	2	6	2
	To	5265	1,98	5161	46	17	32	9
Poço 2	1	1026	1,75	1008	7	2	7	2
	2	1019	0,88	1010	4	1	4	0
	3	1051	1,24	1038	7	2	2	2
	4	1102	3,54	1063	25	4	6	4
	5	1032	2,42	1007	13	7	4	1
	To	5230	1,99	5126	56	16	23	9
Poço 3	1	1043	2,40	1018	8	9	5	3
	2	1009	0,59	1003	1	0	1	4
	3	1004	0,60	998	4	1	1	0
	4	1014	0,69	1007	4	1	1	1
	5	1034	1,35	1020	0	4	7	3
	To	5104	1,14	5046	17	15	15	11

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 20- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de julho. Tempo de 48h (Re).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1032	1,55	1016	5	6	4	1
	2	1038	1,45	1023	6	4	1	4
	3	1061	2,17	1038	4	10	3	6
	4	1039	1,73	1021	4	3	6	5
	5	1083	3,32	1047	14	8	9	4
	To	5253	2,06	5145	34	31	23	20
Poço 1	1	1039	1,73	1021	5	5	6	2
	2	1042	2,50	1016	5	3	5	13
	3	1059	1,98	1038	5	4	9	3
	4	1009	0,69	1002	0	3	2	2
	5	1074	2,42	1048	10	12	2	2
	To	5223	1,88	5125	25	27	24	22
Poço 2	1	1029	0,87	1020	4	3	2	0
	2	1024	1,17	1012	6	2	1	3
	3	1058	3,02	1026	15	10	3	4
	4	1015	0,89	1006	2	4	1	2
	5	1050	1,81	1031	10	2	5	2
	To	5176	1,56	5095	37	21	12	11
Poço 3	1	1017	0,88	1008	4	1	2	2
	2	1025	1,37	1011	3	1	1	9
	3	1012	1,38	998	7	4	1	2
	4	1012	1,48	997	4	5	4	2
	5	1040	1,35	1026	0	1	3	10
	To	5106	1,29	5040	18	12	11	25

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 21- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de setembro. Tempo de 0h (Co).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1017	3,64	980	17	8	11	1
	2	1018	1,96	998	10	5	2	3
	3	1003	4,29	960	27	4	9	3
	4	1001	2,40	977	11	7	5	1
	5	1000	2,50	975	11	7	4	3
	To	5039	2,96	4890	76	31	31	11
Poço 1	1	1041	1,44	1026	6	3	5	1
	2	1060	2,45	1034	11	4	8	3
	3	1047	1,81	1028	10	2	3	4
	4	1009	0,79	1001	6	1	1	0
	5	1010	1,19	998	1	7	4	0
	To	5167	1,55	5087	34	17	21	8
Poço 2	1	1013	1,68	996	10	4	1	2
	2	1001	2,60	975	19	0	1	6
	3	1040	3,08	1008	24	4	3	1
	4	1014	2,76	986	15	5	4	4
	5	1043	3,84	1003	19	10	9	2
	To	5111	2,80	4968	87	23	18	15
Poço 3	1	1012	1,48	997	6	4	1	4
	2	994	0,80	986	4	1	2	1
	3	1037	2,03	1016	10	3	5	3
	4	1014	1,78	996	11	1	5	1
	5	1029	2,14	1007	15	3	3	1
	To	5086	1,65	5002	46	12	16	10

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 22- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de setembro. Tempo de 24h (Tr).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1018	1,67	1001	5	4	6	2
	2	1011	1,48	996	6	1	5	3
	3	1020	2,16	998	8	6	7	1
	4	1016	1,28	1003	4	3	3	3
	5	1025	2,54	999	13	11	2	0
	To	5090	1,83	4997	36	25	23	9
Poço 1	1	1011	2,47	986	10	12	1	2
	2	1024	2,64	997	21	2	1	3
	3	1013	1,78	995	9	3	3	3
	4	1004	1,59	988	3	5	6	2
	5	1013	1,78	995	6	5	6	1
	To	5065	2,05	4961	49	27	17	11
Poço 2	1	1033	3,00	1002	19	7	5	0
	2	1026	2,53	1000	18	2	6	0
	3	1052	4,37	1006	26	7	6	7
	4	1025	3,22	992	26	0	2	5
	5	1011	1,38	997	9	0	3	2
	To	5147	2,91	4997	98	16	22	14
Poço 3	1	1028	2,43	1003	14	5	4	2
	2	1029	2,72	1001	16	2	9	1
	3	1029	2,24	1006	9	10	4	0
	4	1025	2,15	1003	12	3	5	2
	5	798	1,25	788	5	4	0	1
	To	4909	2,20	4801	56	24	22	6

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 23- Índices mitóticos-IM, parciais e médio total, número total de células em diferentes fases do ciclo celular, obtidos para cada bulbo e diferentes grupos em células de raiz de *Allium cepa* L., grupo controle negativo (CO) e tratados com as amostras (Poço 1, 2 e 3), mês de setembro. Tempo de 48h (Re).

Grupos	Cebolas	Total Células	de IM %	Número de Células				
				I	P	M	A	T
CO	1	1007	1,99	987	4	5	8	3
	2	1015	2,56	989	14	2	9	1
	3	1035	3,67	997	22	4	7	5
	4	1029	2,53	1003	5	9	7	5
	5	995	1,91	976	12	5	0	2
	To	5081	2,54	4952	57	25	31	16
Poço 1	1	1032	2,91	1002	16	2	6	6
	2	1031	2,72	1003	6	5	10	7
	3	1005	1,59	989	9	2	4	1
	4	1030	2,72	1002	12	4	7	5
	5	998	2,20	976	10	6	3	3
	To	5096	2,43	4972	53	19	30	22
Poço 2	1	1013	1,58	997	5	4	4	3
	2	1008	2,08	987	11	3	4	3
	3	1030	3,01	99	16	6	7	2
	4	1034	2,61	1007	9	10	8	0
	5	1024	2,64	997	9	3	5	10
	To	5109	2,39	4987	50	26	28	18
Poço 3	1	1025	3,14	993	17	1	11	3
	2	1019	3,24	986	18	3	9	3
	3	1019	2,75	991	16	3	6	3
	4	1014	1,58	998	9	2	3	2
	5	919	2,18	899	12	3	5	0
	To	4996	2,58	4867	72	12	34	11

I: Interfase, P: Prófase, M: Metáfase, A: Anáfase e T: Telófase.

Poço1: Rio Pedreiro; Poço 2: Rio Pedreirinho; Poço 3: Volta Alegre.

Tabela 24 – Número de artemias mortas e vivas em contato com as amostras em diferentes concentrações, para a coleta realizada no mês de abril.

Tratamento		Artemias vivas				Artemias mortas			
Controle negativo		10	13	12	12	0	0	0	0
Poço Rio Pedreiro	[3,1]	10	8	10	8	0	0	0	0
	[6,2]	7	10	9	10	0	0	0	0
	[12,5]	6	9	8	7	0	0	0	0
	[25]	10	10	10	6	0	0	0	0
	[50]	10	10	10	9	0	0	0	0
	[100]	10	10	10	7	0	0	0	0
Poço Rio Pedreirinho	[3,1]	9	10	10	10	1	0	0	1
	[6,2]	10	8	10	8	0	0	0	0
	[12,5]	10	10	10	9	0	0	0	0
	[25]	10	9	10	8	0	1	0	0
	[50]	10	10	9	10	0	0	0	0
	[100]	10	10	10	10	0	0	0	0
Poço Volta Alegre	[3,1]	10	11	13	10	1	0	0	1
	[6,2]	11	8	12	10	0	0	0	0
	[12,5]	12	11	11	12	0	0	0	0
	[25]	10	6	10	14	0	0	1	0
	[50]	9	8	9	9	0	0	0	0
	[100]	10	10	12	9	1	0	0	0

Tabela 25 – Número de artemias mortas e vivas em contato com as amostras em diferentes concentrações, para a coleta realiza no mês de julho.

Tratamento		Artemias vivas				Artemias mortas			
Controle negativo		10	11	12	11	1	0	0	0
Poço Rio Pedreiro	[3,1]	10	13	14	10	0	0	0	0
	[6,2]	15	10	9	14	0	0	0	0
	[12,5]	10	11	15	11	1	0	0	0
	[25]	10	10	12	13	1	0	0	0
	[50]	12	12	11	17	1	0	0	0
	[100]	8	10	11	8	2	0	0	2
Poço Rio Pedreirinho	[3,1]	9	10	10	10	0	1	0	1
	[6,2]	11	11	7	9	0	0	3	0
	[12,5]	10	12	12	14	0	0	0	0
	[25]	9	9	10	10	0	0	0	2
	[50]	7	10	11	12	0	0	0	0
	[100]	10	10	10	10	0	0	0	3
Poço Volta Alegre	[3,1]	10	10	10	13	1	0	0	0
	[6,2]	10	10	13	12	0	1	0	0
	[12,5]	15	13	10	7	0	0	0	0
	[25]	25	10	14	11	0	0	0	0
	[50]	11	14	9	10	0	0	0	2
	[100]	9	11	10	6	0	0	1	5

Tabela 26 – Número de artemias mortas e vivas em contato com as amostras em diferentes concentrações, para a coleta realizada no mês de setembro.

Tratamento		Artemias vivas				Artemias mortas			
Controle negativo		10	10	12	9	0	0	0	0
Poço Rio Pedreiro	[3,1]	10	12	12	10	0	0	0	0
	[6,2]	12	10	11	11	0	0	0	0
	[12,5]	12	10	11	9	0	0	0	0
	[25]	12	9	12	9	0	0	0	0
	[50]	10	7	10	8	0	3	0	0
	[100]	9	8	10	9	1	2	0	0
Poço Rio Pedreirinho	[3,1]	10	10	8	8	0	0	0	0
	[6,2]	9	9	10	10	0	0	0	0
	[12,5]	11	10	7	11	0	0	0	0
	[25]	10	9	10	10	0	1	0	0
	[50]	9	8	9	11	0	0	0	0
	[100]	9	10	9	9	0	0	0	1
Poço Volta Alegre	[3,1]	9	7	15	8	0	0	0	0
	[6,2]	9	9	9	10	0	0	0	0
	[12,5]	9	10	11	11	1	0	0	0
	[25]	8	10	9	10	0	0	0	0
	[50]	11	9	9	9	0	1	0	0
	[100]	8	9	10	8	2	0	0	0

APÊNDICE F - Tabela de correlação

Tabela 27 – Resultado da correlação dos parâmetros da água e das classes de uso do solo

Variáveis	Vegetação				pH	condutividade	nitrato	turbidez	sólidos	ferro	dureza
	Pastagem	Lavoura	Nativa	Reflorestamento							
Pastagem	1	-0,9999	-0,9216	0,9392	-0,9535	-0,9812	0,3265	-0,7262	-0,8929	0,9004	-0,9776
Lavoura	-0,9999	1	0,9177	-0,9357	0,9504	0,9792	-0,3170	0,7330	0,8973	-0,8960	0,9754
Vegetação											
Nativa	-0,9216	0,9177	1	-0,9988	0,9957	0,9792	-0,6678	0,4024	0,6481	-0,9987	0,9827
Reflorestamento	0,9392	-0,9357	-0,9988	1	-0,9990	-0,9878	0,6312	-0,4459	-0,6840	0,9950	-0,9904
pH	-0,9535	0,9504	0,9957	-0,9990	1	0,9938	-0,5962	0,4852	0,7157	-0,9897	0,9956
condutividade	-0,9812	0,9792	0,9792	-0,9878	0,9938	1	-0,5029	0,5797	0,7891	-0,9675	0,9998
nitrato	0,3265	-0,3170	-0,6678	0,6312	-0,5962	-0,5029	1	0,4128	0,1341	0,7052	-0,5182
turbidez	-0,7262	0,7330	0,4024	-0,4459	0,4852	0,5797	0,4128	1	0,9580	-0,3547	0,5651
sólidos	-0,8929	0,8973	0,6481	-0,6840	0,7157	0,7891	0,1341	0,9580	1	-0,6080	0,7780
ferro	0,9004	-0,8960	-0,9987	0,9950	-0,9897	-0,9675	0,7052	-0,3547	-0,6080	1	-0,9718
dureza	-0,9776	0,9754	0,9827	-0,9904	0,9956	0,9998	-0,5182	0,5651	0,7780	-0,9718	1

