



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE GOIÁS
Campus Itumbiara

ELOISE APARECIDA RODRIGUES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ESCAVADOS
EM ÁREAS CIRCUNVIZINHAS AO ATERRO CONTROLADO DO
MUNICÍPIO DE ITUMBIARA-GO

ITUMBIARA-GO

2015

ELOISE APARECIDA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ESCAVADOS EM ÁREAS
CIRCUNVIZINHAS AO ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE
ITUMBIARA-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - *Campus* Itumbiara, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Química Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Fernando dos Reis de Carvalho.

Coorientador: Prof. MSc. Leonardo Magalhães de Castro.

ITUMBIARA-GO

2015

Ficha Catalográfica

R696a Rodrigues, Eloise Aparecida
 Avaliação da qualidade da água de poços escavados em áreas
 circunvizinhas ao aterro controlado do município de
 Itumbiara-GO / Eloise Aparecida Rodrigues. -- Itumbiara,
 2015.
 41 f. : il. ; 29 cm.

 Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em química) -
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,
 campus Itumbiara, 2015.
 Orientador: Prof. Dr. Fernando dos Reis de Carvalho.
 Coorientador: Prof. Me. Leonardo Magalhães de Castro.

 1. Controle de qualidade da água - Itumbiara (GO). 2.
 Poços - Itumbiara (GO). 3. Água - Análise. 4. Água -
 Qualidade. I. Título. II. Carvalho, Fernando dos Reis de.

CDD 628.16

ELOISE APARECIDA RODRIGUES

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ESCAVADOS EM
ÁREAS CIRCUNVIZINHAS AO ATERRO CONTROLADO DO
MUNICÍPIO DE ITUMBIARA-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Química do Instituto Federal de
Goiás – IFG – *Campus* Itumbiara, como parte das
exigências do curso de Licenciatura em Química
para obtenção do título de licenciado em Química.

Área de concentração: Química Ambiental

Aprovada em 21 de Agosto de 2015.



Prof. Dr. Fernando dos Reis de Carvalho
Orientador
IFG – *Campus* Itumbiara



Profa. Dra. Blyeny Hatalita Pereira Alves
IFG – *Campus* Itumbiara



Profa. MSc. Katiúscia Daiane Ferreira
IFG – *Campus* Itumbiara

**Itumbiara - GO
Agosto - 2015**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde e coragem a mim concedida, durante cada obstáculo ao longo dessa minha caminhada e permitir a realização de meus sonhos.

Aos meus pais, Nelson e Eliene, mas principalmente a minha mãe, minha amiga, que dedicou todos esses anos de sua vida na criação de suas filhas, nunca conseguirei palavras suficientes que transmitam minha gratidão. A minha irmã Eloane e ao meu cunhado Hugo que nos finais de semestre me socorriam com os problemas do notebook. Ao meu namorado Thiago que sempre me apoiou e me deu forças para findar essa jornada. A todos meus familiares e amigos espero que desculpem a minha ausência, nos jantares e churrascos ocorridos no meio da semana ou durante minha participação em congressos. Algumas pessoas contribuíram de forma indireta, porém fundamentais para que não desistisse da graduação, Joedson (meu querido motorista de Kombi), Sueli, Casmerio, Soraia e João do Carmo.

Aos meus mestres que durante toda minha jornada acadêmica contribuíram para meu crescimento pessoal e intelectual, meu muito obrigada por tudo. Mas, em especial, à minha querida Dra. Blyeny, como poderei agradecer por tudo que fizeste por mim e por seus ensinamentos. Quem sabe um dia conseguirei ser um pouquinho parecida contigo. Jamais esquecerei de ti (minha mãe da faculdade). Sou imensamente grata à Dra. Karla Amâncio, pelo excelente trabalho realizado no Estágio Curricular Supervisionado IV, que tanto me fez crescer e nunca esquecerei a noite sem dormir. Aos meus professores orientadores, Dr. Fernando e MSc. Leonardo, agradeço infinitamente pela paciência que tiveram comigo durante o TCC. Vocês foram meus anjos nesse final de curso.

Não poderia deixar de agradecer ao IFG-*Campus* Itumbiara pelas diversas oportunidades a mim concedidas, pela Iniciação Científica, pelo PIBID e pelos diversos congressos e cidades que conheci (Florianópolis-SC, São Luís-MA, Salvador-BA, Ouro Preto-MG) e pelas várias visitas técnicas a Goiânia, sempre muito bem aproveitadas.

A todos meu muitíssimo obrigada!

RESUMO

A maioria da população residente na zona rural é abastecida por água de origem subterrânea, denominada solução alternativa individual de abastecimento de água. Normalmente, a água destas fontes é extraída por meio de poços escavados e não é submetida a nenhum tipo de tratamento antes de ser consumida, de modo que as águas destas fontes podem ser importantes veículos de diversas doenças. Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água proveniente de poços escavados em propriedades rurais localizadas em área próxima ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO. Os poços escavados de quatro propriedades rurais desta área foram selecionados para participação neste estudo, por meio da avaliação de suas condições físicas e estruturais e da coleta de amostras de suas águas. Três amostras de água de cada poço foram coletadas em épocas distintas e analisadas no Laboratório de Análises de Água da SANEAGO S.A e no Laboratório de Química do IFG-Campus Itumbiara, de acordo com os métodos descritos pelo “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”, da *American Public Health Association*. Os parâmetros pH, alcalinidade, condutividade elétrica, turbidez, sólidos totais dissolvidos e dureza total foram analisados. Os resultados obtidos nestas análises não apontaram alterações significativas para os parâmetros avaliados, de modo que a água proveniente dos poços analisados apresenta boa qualidade físico-química, estando de acordo com as especificações apontadas pela legislação específica, exceto a água de um dos poços, que apresentou resultados um pouco alterados, principalmente com relação à turbidez, demonstrando que a ausência de tampa no poço e a sua maior proximidade ao aterro controlado podem prejudicar a qualidade de suas águas. Entretanto, não se pode assegurar a qualidade destas águas para o consumo humano, pois os parâmetros analisados foram poucos e insuficientes para a determinação de sua adequação ao consumo humano.

Palavras-chave: Poços escavados; análises físico-químicas; qualidade de água; zona rural; Itumbiara-GO.

ABSTRACT

Most of the population living in rural areas are served by underground water source, which is called individual alternative solution water supply. Typically, the water from these sources is extracted through dug wells and is not submitted to any treatment before being consumed, so this water can be important vehicle of transmission of a lot of diseases. This study aimed to analyze the quality of water from dug wells on farms located in the area near the landfill in the municipality of Itumbiara-GO. The dug wells from four farms in this area were selected for participation in this study, by assessing their physical and structural conditions and collecting samples of their water. Three water samples were collected from each well at different time points and analyzed in the Water Analysis Laboratory of SANEAGO S.A. and in the Chemistry Laboratory of IFG-Campus Itumbiara, according to the methods described by "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", from American Public Health Association. The parameters pH, alkalinity, conductivity, turbidity, total dissolved solids and total hardness were analyzed. The results obtained by these analyzes did not show significant changes in the parameters evaluated, so the water from three wells analyzed has good physicochemical quality, which is consistent with the specifications indicated by specific legislation. But the water of one well presented results slightly changed, especially with regard to turbidity, demonstrating that the absence of well cover and its proximity to the landfill may impair the quality of its water. However, we cannot ensure the quality of that water for human consumption because the parameters analyzed were few and insufficient to determine its suitability for human consumption.

Keywords: *Dug wells; physical and chemical analysis; water quality; rural area; Itumbiara-GO.*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	OBJETIVO GERAL.....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1	ZONA RURAL NO BRASIL	10
3.2	MUNICÍPIO DE ITUMBIARA, GOIÁS	12
3.3	ÁGUA E SUA DISPONIBILIDADE	12
3.4	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA.....	13
3.4.1	Acidez	14
3.4.2	Alcalinidade.....	14
3.4.3	pH	14
3.4.4	Sólidos totais	15
3.4.5	Condutividade.....	15
3.4.6	Turbidez	15
3.4.7	Cor	16
3.4.8	Dureza	16
3.5	POR QUE TRATAR A ÁGUA?	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	ÁREA DE ESTUDO	20
4.3	PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	CONHECENDO A COMUNIDADE	24
5.2	CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	26
5.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DOS POÇOS ESCAVADOS.....	29
6	CONCLUSÃO.....	36
7	REFERÊNCIAS	37
8	ANEXOS	40
8.1	TERMO DE CONSENTIMENTO.....	40
8.2	QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO.....	41

1 INTRODUÇÃO

A água é de grande importância para o homem. Tal importância é percebida pelo fato de que o corpo humano é constituído por cerca de 60% de água, além da sobrevivência humana ser totalmente dependente da ingestão de água potável, a qual é indispensável para a manutenção da qualidade de vida. Além disso, a água é fundamental para a realização da maioria das atividades humanas, incluindo atividades econômicas e higiene pessoal. Porém, a água doce consumida pelo homem e predominantemente utilizada em suas atividades refere-se a apenas 0,8% da água presente no planeta Terra, já que a maior parte da água do planeta corresponde à água salgada (97%), enquanto a maior parte da água doce está presente nas geleiras e calotas polares (SPERLING, 2005).

A água consumida pela população urbana pode ser de origem superficial ou subterrânea, e é normalmente distribuída a essa população pelo sistema público de abastecimento, o que é conhecido como solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano. Já na zona rural, a água consumida, na maioria dos casos, é de origem subterrânea, e sua distribuição normalmente não é feita pelo sistema público de abastecimento, o que é denominado solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano, conforme a Portaria nº 2.914, publicada em 12 de dezembro de 2011 pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de acordo com os dados coletados no Censo Demográfico de 2010, a população rural brasileira era constituída por cerca de 29,8 milhões de pessoas. Apenas no estado de Goiás, esta população era constituída por 583.074 pessoas, das quais 3.941 pessoas eram moradores da zona rural do município de Itumbiara (IBGE, 2010¹ e 2010²)

De acordo com Amaral e colaboradores (2003), há grandes esforços das autoridades do poder público em implementar ações que visem ao fornecimento de água de boa qualidade à população residente no ambiente urbano. Porém, de modo geral, estas ações são praticamente inexistentes no meio rural, o que deixa a população rural em situação vulnerável, sujeita ao consumo de água de má qualidade e sob risco de contrair diversas doenças de veiculação hídrica.

Frente a estes apontamentos, a realização da investigação relatada neste trabalho foi motivada a partir da observação da situação vivenciada pela maior parte da população da zona rural do município de Itumbiara-GO, no que diz respeito às fontes de água utilizadas para o abastecimento de suas residências e à qualidade dessa água captada e destinada ao consumo

humano. Na maioria das propriedades rurais do município, os moradores extraem água para a realização das atividades diárias, inclusive para consumo direto e preparo de alimentos, a partir de poços escavados e fazem uso desta água sem qualquer forma de tratamento prévio. Além disso, tais poços normalmente são construídos sem qualquer orientação de um profissional e sem nenhuma observância aos critérios definidos por legislação específica, muitas vezes escavados em área próxima a estábulos, depósitos de lixo ou fossas rudimentares. Deste modo, a realização de análises destas águas é de suma importância para a avaliação de sua qualidade e da adequação ao consumo humano.

Para o desenvolvimento desta investigação foram seguidas as seguintes etapas: 1) pesquisa de campo, visando à identificação de uma área rural do município de Itumbiara-GO em que os moradores fizessem uso de água obtida a partir de poços escavados e que pudesse apresentar riscos de contaminação; 2) levantamento bibliográfico, com busca de informações de trabalhos similares realizados em outras localidades do país e das determinações da legislação vigente referente ao tema; 3) elaboração e apresentação do projeto à comunidade envolvida, para a obtenção de autorização de sua participação na investigação; 4) aplicação de entrevista semiestruturada, para a coleta de informações acerca de características sociais e ambientais da comunidade, além da avaliação das características dos poços escavados utilizados para a extração de água; 5) coleta de amostras de água de poços escavados localizados em domicílios representativos da comunidade; e 6) realização de análises físico-químicas das amostras de água coletadas a partir destes poços para avaliação de sua qualidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a qualidade da água proveniente de poços escavados que abastecem propriedades rurais localizadas em área próxima ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO, por meio da análise de parâmetros físico-químicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar alguns dados sociais e ambientais da população residente na área rural próxima ao aterro controlado de Itumbiara-GO;
- Avaliar as características dos poços escavados localizados nos domicílios da área de estudo e utilizados para a extração de água para consumo humano;
- Realizar análises de parâmetros físico-químicos de amostras de água coletadas dos poços escavados utilizados para a extração de água para consumo humano nas propriedades rurais circunvizinhas ao aterro controlado de Itumbiara-GO;
- Avaliar a qualidade da água extraída dos poços escavados da área de estudo a partir da comparação dos resultados obtidos nas análises físico-químicas com as especificações determinadas pela legislação vigente;
- Promover a divulgação dos resultados obtidos nesta investigação à população rural da área investigada, orientando as famílias quanto à adoção de medidas de tratamento da água destinada ao consumo humano.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ZONA RURAL NO BRASIL

A cada ano que se passa, a população brasileira residente na zona rural se torna menor, segundo dados do último Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2010. De acordo com os dados deste censo, a população rural brasileira é formada por 29.830.007 pessoas, sendo que há 3 décadas essa população era de aproximadamente 39 milhões de pessoas, ou seja, teve uma queda de 24,93% num período em que a população nacional teve aumento considerável. Quando analisados os dados referentes ao estado de Goiás neste mesmo período, a diminuição da população rural foi ainda maior que a observada na população nacional, com queda em torno de 44,80% (IBGE, 2010¹).

Ainda de acordo com os dados do IBGE (2010¹), o rendimento médio da população rural brasileira é de R\$ 194,35 reais, bem menor que o rendimento médio da população urbana, que é de R\$ 785,81 (Tabela 1). Dados similares são observados com relação à escolaridade, em que a maioria das pessoas adultas residentes na zona rural frequentaram a escola por período inferior a 8 anos (70,5%), não apresentando sequer o ensino fundamental completo, o que se reflete na escolaridade média de 7,6 anos desta população (Tabela 1). Tais dados são ainda mais preocupantes quando se observa que a maior parte desta população tem escolarização ainda menor, com a maioria das pessoas apresentando menos de 1 ano (18,64%) ou entre 1 e 3 anos de escolarização (19,60%), não completando sequer o ciclo básico de alfabetização. Por outro lado, a escolaridade média da população adulta brasileira residente na área urbana é de 10,1 anos, com a maioria das pessoas (41,33%) apresentando 11 ou mais anos de escolarização, ou seja, o ensino médio completo (Tabela 1) (IBGE, 2010¹).

Tabela 1 - Grau de escolaridade e renda média da população brasileira nas áreas rural e urbana (2010)

Área	Renda média (R\$) ¹	Escolaridade média (anos) ²	% da população em função dos anos de escolarização								
			< 1	1 - 3	4	5 - 7	8	9 - 10	11	≥ 12	ND ³
Brasil	681,84	9,8	9,37	10,31	10,22	15,21	10,27	7,00	22,58	14,79	0,25
Rural	194,35	7,6	18,64	19,60	14,70	17,56	8,59	5,92	11,07	3,63	0,29
Urbano	785,81	10,1	7,75	8,68	9,43	14,80	10,57	7,19	24,59	16,74	0,24

¹ Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010¹).

² Segundo dados do Observatório do Plano Nacional da Educação (PNE).

³ Não determinado.

Fonte: IBGE, 2010¹.

Analisando-se o acesso da população rural brasileira ao abastecimento de água, observa-se que a maioria das pessoas obtém água por meio de poços ou nascentes (55,30% da população), enquanto 32,80% obtém a água pela rede geral e 11,90% por meio de outras formas, conforme dados do IBGE (2009²). Já com relação ao acesso desta população ao esgotamento sanitário, dados do IBGE apontam que 49% dos domicílios rurais não tinham acesso a nenhum tipo de destinação do esgoto em 1992, o que diminuiu para 19% em 2009 (Figura 1). Outro ponto importante ressaltado por estes dados é que muitos domicílios deixaram de encaminhar seu esgoto diretamente para rios, lagos e mares (4,4% em 1992 e 2,7% em 2009), diminuindo a poluição destes recursos hídricos (Figura 1) (IBGE, 2009¹).

Figura 1 - Destinação do esgoto nos domicílios da zona rural brasileira em 1992 e 2009

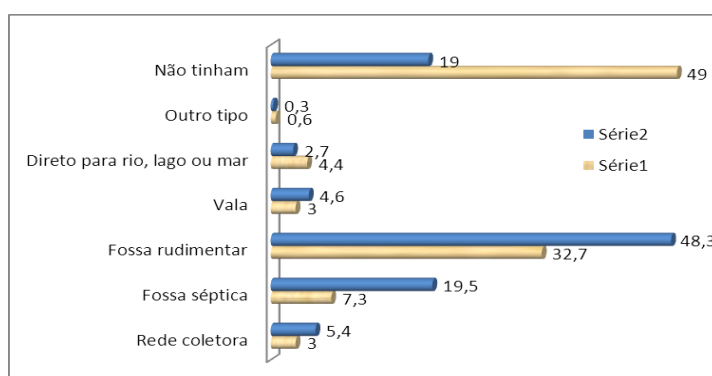


Gráfico representando as formas de destinação do esgoto nos domicílios da zona rural brasileira nos anos de 1992 (Série 1 - amarelo) e 2009 (Série 2 - Azul).

Fonte: IBGE (2009¹).

Há ainda outros aspectos positivos a serem ressaltados, em função dos dados presentes na Figura 1, como o aumento de 2,4% (3,0% em 1992 e 5,4% em 2009) no número de domicílios rurais que destinam seu esgoto para a rede coletora pública (esgoto sanitário), além de um acréscimo de 12,2% no número de domicílios com fossas sépticas, pois essas são “unidades de tratamento primário de esgoto doméstico, nas quais são feitas a separação e transformação da matéria sólida contida no esgoto”, muito utilizadas na zona rural e que, construídas dentro das especificações adequadas, reduzem os riscos de contaminação ambiental, principalmente do lençol freático (Fundação Banco do Brasil, 2010).

Porém, mesmo com estes avanços, ainda é preocupante o fato de que, em 2009, 48,3% dos domicílios rurais brasileiros destinavam seu esgoto doméstico para fossas rudimentares, construídas sem qualquer orientação e sem atender às especificações mínimas de construção, além de 19,0% destes domicílios ainda não terem nenhuma forma de destinação do esgoto, de modo que este corre a céu aberto, infiltrando-se no solo ou chegando a algum curso d'água.

Tais fatos podem acarretar contaminação do lençol freático e das fontes de água utilizadas no abastecimento destes próprios domicílios.

3.2 MUNICÍPIO DE ITUMBIARA, GOIÁS

Itumbiara é um município situado no sul do estado de Goiás, a 204 quilômetros da capital, Goiânia. Fica às margens do Rio Paranaíba, na divisa do estado de Goiás com o estado de Minas Gerais, sendo cortado pelas rodovias BR-153 e BR-452 (ITUMBIARA, 2015). Com área territorial de 2.462.930 km², representando cerca de 0,7237 % do território goiano, sua população, em 2014, seria de 99.526 pessoas, segundo estimativas apontadas pelo censo demográfico do IBGE (2010), o que o torna o município mais populoso da chamada microrregião do Meia Ponte.

O Produto Interno Bruto (PIB) do município de Itumbiara é de aproximadamente 3 bilhões de reais, segundo dados do IBGE (2012), o que o torna o sétimo maior entre os municípios do estado e o décimo sexto da região Centro-Oeste, sendo a maior contribuição oriunda do setor de prestação de serviços (setor terciário), seguido pela produção industrial (setor secundário) (ITUMBIARA, 2015).

Conforme dados do IBGE (2008), cerca de 27.420 residências do município são abastecidas pela empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO), que distribui um volume diário de aproximadamente 22.500 m³ de água por dia, a qual é captada predominantemente do Ribeirão Santa Maria e tratada pelo sistema convencional de tratamento de água. Já a população de bairros mais periféricos e dos distritos do município é abastecida com água extraída a partir de poços artesianos.

O esgoto da zona urbana do município de Itumbiara é coletado e enviado à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), também controlado pela empresa SANEAGO. Antes da construção da ETE, os resíduos eram destinados aos ribeirões Água Suja, Trindade, das Pombas e Buritis, além do Rio Paranaíba, acarretando a poluição destes mananciais e a contaminação de suas águas, com forte impacto ambiental (ITUMBIARA, 2015).

3.3 ÁGUA E SUA DISPONIBILIDADE

A água ocupa cerca de 75% da superfície terrestre, sendo que as águas superficiais se distribuem da seguinte forma entre os cinco continentes: 46% nas Américas (maior parte), 32% na Ásia, 9% na África, 7% na Europa e 6% na Oceania, incluindo a Austrália

(LIBÂNIO, 2010). Há cerca de $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água em todo o planeta Terra, sendo 97% deste volume correspondente à água salgada, presente nos mares e oceanos, enquanto apenas 3% corresponde à água doce (2,2% são águas das geleiras, 0,776% são águas subterrâneas e 0,024 % são águas superficiais) (SPERLING, 2005).

O ser humano utiliza a água em diversas atividades, sendo o corpo humano constituído por aproximadamente 60% desse líquido. Entretanto, esse teor de água pode ser de até 98% em alguns animais aquáticos, como a água viva, o que demonstra sua grande importância na manutenção da vida (SPERLING, 2005).

A água é indispensável na produção de alimentos, na higiene pessoal e em diversas outras atividades humanas, incluindo a recreação. Estima-se que 70% da água consumida no mundo seja utilizada na agropecuária, enquanto 22% seja utilizada na indústria e 8% no uso doméstico. Em função disso, pode-se afirmar que o maior desperdício de água esteja na agropecuária, devido ao fato de muitas propriedades rurais utilizarem técnicas de irrigação sem tecnologia de uso racional da água, aumentando assim o desperdício (VIEIRA; COSTA; BARRÊTO, 2006).

Em conjunto, as práticas agrícolas e a pecuária geram outros impactos ambientais no que diz respeito às fontes de água, como a remoção de grandes áreas de vegetação e das matas ciliares, que protegem as nascentes, os rios e o solo, aumentando a erosão e o assoreamento de mananciais, além da poluição de lençóis freáticos e cursos d'água pelo despejo de agrotóxicos. Há também outros impactos ambientais gerados pelas práticas agropecuárias, como a poluição da atmosfera pelos gases emitidos por animais, principalmente bovinos, pelos equipamentos utilizados nas lavouras, e pelas queimadas florestais para limpeza de terrenos na preparação de novas áreas para plantio e formação de pastagens (VIEIRA; COSTA; BARRÊTO, 2006).

3.4 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

Há diversos parâmetros a serem considerados para a avaliação da qualidade da água proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água destinada ao consumo humano. Tais parâmetros incluem características físicas, químicas e biológicas estabelecidas por organismos, associações e entidades nacionais e internacionais. A seguir, são apresentados, de forma resumida, os principais parâmetros físico-químicos de águas naturais destinadas ao consumo humano, com referência ao disposto na legislação brasileira quanto

aos padrões de potabilidade destas águas, em especial o disposto na Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011).

3.4.1 Acidez

A capacidade química de neutralizar bases e evitar variações bruscas no potencial hidrogeniônico (pH) denomina-se acidez. Nas águas naturais, o pH varia numa faixa entre 4,5 e 8,2, devido à concentração de gases dissolvidos, como o dióxido de carbono (CO_2), ácido sulfídrico (H_2S), entre outros. Deste modo, a acidez da água pode ser classificada em carbônica, mineral e orgânica (LIBÂNIO, 2010). De acordo com Macedo (2007), as águas naturais geralmente apresentam acidez carbônica, pois o dióxido de carbono é um de seus componentes principais. Segundo Sperling (2005), o gás carbônico presente nas águas naturais pode ser proveniente de absorção da atmosfera, decomposição de matéria orgânica presente na água ou devido a problemas de corrosão. Contudo, este parâmetro apresenta pouca importância quanto ao aspecto sanitário, não tendo limites definidos pela legislação brasileira para águas destinadas ao consumo humano (BRASIL, 2011). A acidez é expressa em mg/L de carbonato de cálcio (CaCO_3).

3.4.2 Alcalinidade

A alcalinidade refere-se à capacidade da água de diminuir a variação do pH e neutralizar ácidos, sendo esta propriedade devida basicamente à presença de íons bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) e hidroxila (OH^-) na água. A alcalinidade das águas naturais é devida principalmente aos carbonatos, em especial aos carbonatos de cálcio e magnésio, em função da reação do gás carbônico (CO_2) existente em águas superficiais, resultante da incorporação da atmosfera e/ou oxidação da matéria orgânica. A alcalinidade é determinada geralmente em mg/L de CaCO_3 (LIBÂNIO, 2010).

3.4.3 pH

O potencial hidrogeniônico (pH) é definido em uma escala antilogarítmica, referente à concentração de íons de hidrogênio (H^+) presentes em uma solução (SPERLING, 2005). De acordo com a Portaria nº 2.914, o pH para águas destinadas ao consumo humano deve estar entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2011).

3.4.4 Sólidos totais

Os sólidos são compostos por todas as impurezas presentes na água, exceto gases dissolvidos (MACEDO, 2007). Todos os sólidos presentes em uma solução são chamados de sólidos totais. Já os sólidos dissolvidos são compostos por partículas com diâmetros equivalentes inferiores a 10^{-3} μm , correspondendo aos sólidos que permanecem na água após sua filtração. Já os sólidos voláteis totais correspondem ao teor de sólidos totais que volatilizam após a água ser submetida a altas temperaturas, como a 550°C por uma hora em forno mufla (MORAIS, 2008). Segundo a Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), a quantidade máxima permitida de sólidos dissolvidos em águas de consumo é de 1.000 mg/L.

3.4.5 Condutividade

A condutividade elétrica, também chamada de condutância específica, indica a capacidade da água natural de transmitir corrente elétrica, em função da presença de substâncias dissolvidas, as quais se dissociam em ânions e cátions. Deste modo, esta propriedade da água é diretamente proporcional à sua concentração iônica. Soluções em que a maioria dos compostos presentes são inorgânicos apresentam condutividade mais elevada, devido à dissociação destes compostos, enquanto soluções ricas em compostos orgânicos possuem baixa condutividade (LIBÂNIO, 2010).

A condutividade é expressa comumente em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (microSiemens por centímetro), a uma determinada temperatura (em graus Celsius - $^{\circ}\text{C}$) (MACEDO, 2007). Este parâmetro não é integrante do padrão de potabilidade brasileiro, porém é um indicador de possível lançamento de efluentes na água, estando diretamente relacionado à concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) na água (LIBÂNIO, 2010).

3.4.6 Turbidez

A turbidez é determinada pela concentração de partículas suspensas e coloidais presentes na água em seu estado líquido. Em águas naturais, essas partículas podem ser fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos, bem como matéria orgânica e inorgânica particulada, além de precipitados de carbonato de cálcio presentes em águas duras, e óxidos de ferro e compostos de alumínio em águas tratadas (LIBÂNIO, 2010).

Segundo Libânio (2010), uma grande quantidade de partículas suspensas na água impede uma boa desinfecção durante processos de tratamento, devido ao chamado efeito escudo proporcionado pelas partículas suspensas frente aos microrganismos. Além disso,

essas partículas podem adsorver substâncias tóxicas provenientes de agrotóxicos organoclorados e outros compostos orgânicos.

De acordo com a Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), os valores máximos do padrão de turbidez no tratamento da água para pós-filtração ou pré-desinfecção são estabelecidos da seguinte maneira: durante a desinfecção em águas subterrâneas é de 1,0 uT (unidade de turbidez) em 95% das amostras; na filtração rápida durante o tratamento completo ou filtração direta é de 0,5 uT em 95% das amostras, enquanto na filtração lenta é de 1,0 uT em 95% das amostras (BRASIL, 2011).

3.4.7 Cor

A cor é uma propriedade determinada pela presença de partículas sólidas e coloidais na água, as quais podem ter origem natural ou industrial. As partículas de origem natural ocorrem principalmente a partir do processo de decomposição da matéria orgânica, de modo que a cor proveniente deste tipo de partícula é mais comum em águas superficiais que em águas subterrâneas. Quando detectada em águas subterrâneas, a cor normalmente está relacionada a compostos de ferro e manganês. Por outro lado, as partículas de origem industrial derivam dos efluentes lançados na água, os quais podem ser tóxicos (MACEDO, 2007).

Segundo Peixoto (2008), a cor pode ser classificada em *cor aparente*, em decorrência da presença de matéria orgânica dissolvida ou coloidal na água, ou em *cor real*, que é devida à existência de materiais em suspensão na água. As unidades mais utilizadas para a determinação deste parâmetro são uC (unidade de cor) e uH (unidade Hazen). De acordo com a Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011), o valor máximo permitido para o parâmetro cor aparente em águas destinadas ao consumo humano é de 15 uH.

3.4.8 Dureza

Dureza é uma propriedade determinada pela concentração de cátions multimetálicos, em especial os cátions bivalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} , presentes em solução (SPERLING, 2005). De acordo com Libânio (2010), essa característica reflete a natureza geológica da bacia hidrográfica, sendo mais evidente nas regiões de formação calcária e menos significativa em áreas de terrenos arenosos ou argilosos.

De acordo com Sperling (2005), a dureza pode ser classificada em *dureza carbonato*, quando a solução apresentar os ânions HCO_3^- e CO_3^{2-} , e *dureza não carbonato*, em função da presença dos ânions cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), dentre outros.

Esse parâmetro é expresso em mg/L de CaCO_3 e, a partir deste parâmetro, a água pode ser classificada em: *água mole* ou *de dureza branda*, quando a dureza for menor que 50 mg/L de CaCO_3 ; *água de dureza moderada* ou *moderadamente dura*, com resultados entre 50 e 150 mg/L de CaCO_3 ; *água dura*, com resultados entre 150 e 300 mg/L de CaCO_3 ; e *água muito dura*, quando a dureza for maior que 300 mg/L de CaCO_3 (LIBÂNIO, 2010).

Na prática, a dureza da água não tem muita relevância do ponto de vista sanitário, apesar de alguns trabalhos ressaltarem que populações abastecidas com águas de dureza elevada apresentam menor incidência de doenças cardiovasculares (LIBÂNIO, 2010). Por outro lado, a dureza da água pode ter implicações econômicas, pois águas mais duras reduzem a formação de espuma, aumentando o consumo de sabão em procedimentos de limpeza. Além disso, águas duras promovem incrustações em tubulações de água quente, em virtude da precipitação dos carbonatos quando submetidos a altas temperaturas (MEDEIROS FILHO, 2009).

Para águas destinadas ao consumo humano, a Portaria nº 2.914 (BRASIL, 2011) estabelece o limite máximo de dureza total em 500 mg/L de CaCO_3 .

3.5 POR QUE TRATAR A ÁGUA?

Há milhares de anos, o homem vivia como nômade, porém aprendeu a utilizar o ambiente a seu benefício e conforto e desenvolveu habilidades como domar, criar e disciplinar animais. Com todo esse desenvolvimento, não havia mais necessidade de ser um nômade e então o homem tornou-se sedentário. O sedentarismo levou a humanidade à especialização, à manufatura, à urbanização e à industrialização. Durante o século XVIII, na Inglaterra, iniciou-se a Revolução Industrial e, neste contexto, a zona urbana teve um grande aumento em sua população. Consequentemente, ampliou-se também a geração de resíduos, tornando-se necessário o afastamento destes resíduos das cidades, devido à quantidade de animais atraídos e à possibilidade de transmissão de doenças (SILVA; NOLETO, 2004).

Epidemias, como a peste bubônica (século XIV), a baceira (1876), a tuberculose (1882) e a cólera (1883), mataram milhões de pessoas em diversos países, o que levou à união de esforços de vários cientistas do mundo no século XIX, motivados a encontrar as razões de grandes epidemias que perturbavam os centros urbanos da época. Neste contexto, a possibilidade de contaminação das fontes de água destinada ao consumo humano por esgoto doméstico já chamava a atenção da comunidade científica, conforme descrito por Rocha, Rose e Cardoso (2009):

Em 1884, o higienista Max Von Pettenkorf (1818-1901) alertava para os perigos de contaminação das fontes de água via infiltração, devido às proximidades com que eram cavadas as fossas destinadas à coleta de efluentes domésticos e os poços de água para abastecimento (ROSE, CARDOSO, 2009).

Houve então a necessidade de abolir as fossas nos centros urbanos. Para se realizar este processo, deveria ser desenvolvida uma forma de afastar das cidades os efluentes domésticos (esgoto) e tratá-los. Atualmente, tal tratamento ocorre nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) das cidades, apesar de nem todas as cidades brasileiras possuírem este tipo de estação.

Além do tratamento do esgoto, outra medida também levantada para minimizar a situação foi o tratamento da água, tornando-a potável. Esse processo ocorre nas Estações de Tratamento de Água (ETA), de modo que a água tratada é distribuída posteriormente à população. A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, define, em seu artigo 5º, água potável como a água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido na referida portaria e que não ofereça riscos à saúde do consumidor (inciso II); e o padrão de potabilidade como o conjunto de valores permitidos como parâmetros da qualidade da água para consumo humano (inciso III) (BRASIL, 2011).

Na maioria das residências rurais brasileiras, a água para consumo humano é obtida a partir de poços escavados, com profundidade até 30 metros e diâmetro de 1 a 2 metros, geralmente perfurados de forma manual. Este tipo de poço recebe nomes distintos, dependendo da região, tais como cisterna, cacimba, cacimbão, poço amazonas, poço caipira, ou simplesmente poço (PEDROSA; CAETANO, 2002). De acordo com Iritani e Ezaki (2009), esta fonte de água deve estar protegida da influência de fontes potenciais de contaminação, como estábulos, granjas, fossas, depósitos de lixo, entre outros.

A criação de bovinos na zona rural é bastante comum, independente do tamanho da propriedade, pois os produtos deste animal, como leite, carne e até mesmo o esterco, trazem retorno financeiro ao dono da propriedade. Porém, os dejetos bovinos depositados no solo representam risco de contaminação das fontes de água, uma vez que esses animais são reservatórios de diversos microrganismos causadores de enfermidades humanas, como *Cryptosporidium parvum* e *Giardia* sp. (AMARAL *et al.*, 2003). Em dias chuvosos, estes microrganismos podem ser carregados pela enxurrada para o interior das cisternas, caso estas não tenham sido construídas de acordo com as especificações da Superintendência de Vigilância Sanitária e Ambiental (SVISA, 2005).

Segundo a SVISA (2005), o poço escavado que atinge o lençol freático para a captação de água deve atender às seguintes especificações:

Diâmetro mínimo de 90 centímetros, são destinados tanto ao abastecimento individual como coletivo. Esta solução permite o aproveitamento da água do lençol freático, atuando geralmente entre 10 a 20 metros de profundidade, podendo obter de dois a três mil litros de água por dia. O poço deve ter a parede impermeabilizada até a altura mínima de três metros e deve ter uma calçada de concreto com um metro de largura em volta da boca do poço, para evitar infiltrações das águas de superfície. Sobre a boca do poço deve ser construída uma caixa de concreto ou alvenaria de tijolos, fazendo-se o prolongamento externo da parede de revestimento do poço. Deverão ter altura entre 50 e 80 centímetros a partir da superfície do solo. A boca do poço deve ser fechada com cobertura de concreto ou madeira, deixando abertura de inspeção com tampa de encaixe. A retirada da água deverá ser feita por bomba hidráulica (SVISA, 2005).

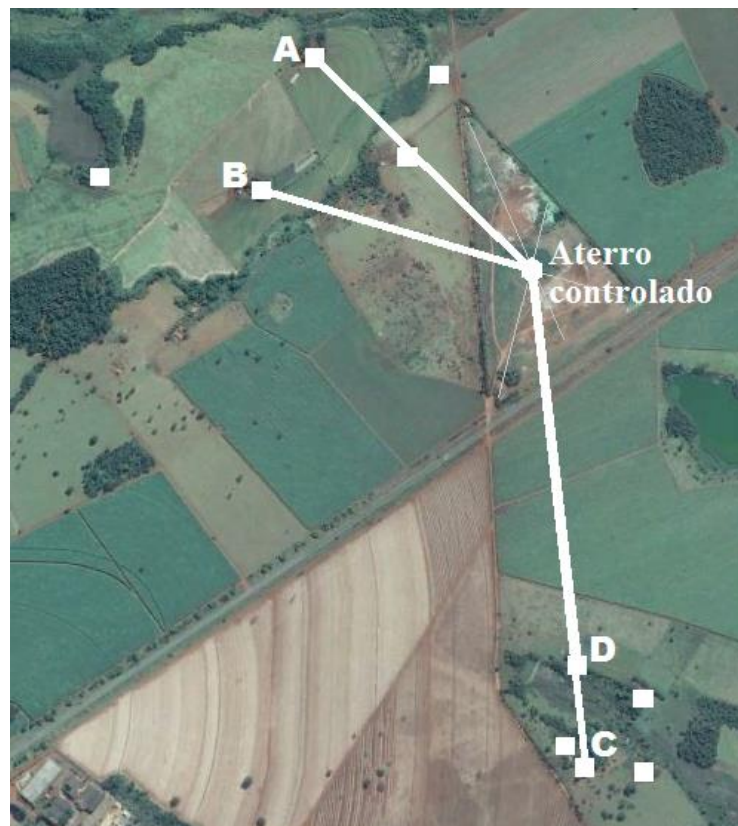
Pedrosa e Caetano (2002) reafirmam que, após a construção, o poço deve ser bem fechado, erguendo-se uma proteção de tijolo acima do nível do terreno, e cimentando o solo ao redor. Isso evita a entrada de água contaminada da superfície e a queda de objetos e animais em geral.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Para a realização desta investigação foram selecionados inicialmente 10 domicílios localizados na zona rural do município de Itumbiara-GO, em área próxima ao perímetro urbano. Tais domicílios foram selecionados pelo fato de seus moradores não integrarem a população beneficiada com a distribuição de água tratada fornecida pelo serviço público de abastecimento, apresentando maior possibilidade em adquirir doenças veiculadas pela água oriunda de fontes alternativas, como os poços escavados. Outro fator de relevância na seleção destas residências foi a sua proximidade do aterro controlado do município de Itumbiara-GO, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Vista aérea da região do aterro controlado do município de Itumbiara-GO, com identificação da localização dos poços escavados utilizados para coleta de amostras de água para análises físico-químicas



Na imagem, estão identificados o aterro controlado do município de Itumbiara-GO e os 10 domicílios utilizados inicialmente nesta investigação (pontos brancos). Os quatro poços escavados utilizados para coleta das amostras de água estão identificados como A, B, C e D, enquanto as linhas brancas indicam a distância, em linha reta, que cada um destes poços apresenta em relação ao aterro.

Fonte: Google Earth – Editado pela autora. Data da imagem: 17/05/2013.

4.2 ENTREVISTA E QUESTIONÁRIO COM MORADORES DA ÁREA DE ESTUDO

Primeiramente, foi realizado um contato prévio com os moradores dos 10 domicílios selecionados, as quais faziam uso de água extraída a partir de poços escavados, com o intuito de apresentar os objetivos da pesquisa e obter sua autorização para participação no estudo. Deste modo, os moradores que concordaram em participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 7.1), atestando seu conhecimento acerca dos propósitos da pesquisa e sua concordância em participar do estudo, por meio do preenchimento de um questionário (Anexo 7.2) e participação em entrevistas, além da concessão de autorização para coleta de amostras de água do poço de sua propriedade e do uso e divulgação das informações prestadas e dos resultados obtidos.

Foi realizada uma entrevista semiestruturada junto aos moradores da região investigada, com o propósito de conhecer os hábitos da população e a estrutura dos locais de captação de água para consumo. Os dados obtidos nesta entrevista possibilitaram uma análise de outras possíveis vias de contaminação das fontes de água, além do aterro controlado, como criações de animais, distância entre a cisterna e a fossa sanitária e os banheiros, entre outros fatores, além de permitir a seleção de quatro poços que seriam utilizados para a coleta de amostras de água.

4.3 PONTOS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

A partir dos dados obtidos na aplicação dos questionários com os moradores desta região, foram selecionados quatro domicílios representativos desta população, cujos poços escavados foram utilizados para a coleta de amostras de água para posterior análise de parâmetros físico-químicos. A escolha destes quatro poços foi realizada de acordo com a disponibilidade do morador em acompanhar as coletas e com sua permissão para a realização das coletas, já que muitos locais estavam fechados na ocasião em que as amostras foram coletadas. A Figura 2 apresenta estes quatro poços escavados, identificados como A, B, C e D, localizados em área próxima ao aterro controlado de Itumbiara-GO, apresentando as seguintes distâncias em relação a este: Ponto A - 1,16 Km; Ponto B - 1,01 Km; Ponto C - 1,67 Km; e Ponto D - 1,32 Km.

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA

Para a realização de análises de parâmetros físico-químicos, três amostras de água foram coletadas dos quatro poços escavados selecionados (Pontos A, B, C e D), em três dias distintos entre os meses de junho e julho de 2015, utilizando-se frasco plástico devidamente higienizado, com tampa, e capacidade para 0,5 litro de amostra. A primeira análise foi realizada pelo Laboratório de Análises de Água da SANEAGO, regional do município de Itumbiara-GO, enquanto as outras duas análises foram realizadas no Laboratório de Química do IFG-*Campus* Itumbiara.

As análises realizadas no Laboratório de Análises de Água da SANEAGO, segundo informações dos relatórios de análises disponibilizados pela empresa, foram feitas de acordo com os métodos recomendados e descritos pela *American Public Health Association* (APHA) no manual *Standard methods for the examination of water and wastewater* [SMEWW] (2005), conforme especificado na Tabela 2.

Já as análises realizadas no Laboratório de Química do IFG-*Campus* Itumbiara foram feitas por meio de métodos instrumentais para os parâmetros condutividade, sólidos totais dissolvidos (STD), pH e turbidez, conforme apresentado na Tabela 2, com três repetições independentes para cada análise.

Tabela 2 - Métodos utilizados nas análises de água realizadas nos laboratórios da SANEAGO e do IFG-*Campus* Itumbiara

Análise	SANEAGO	IFG- <i>Campus</i> Itumbiara
Alcalinidade	SMEWW 2320 B	Manual FUNASA (2004, p. 38)
Condutividade	SMEWW 2510 B	Condutivímetro (modelo mCA 150 [IP67]; MS Tecnopon)
Dureza	SMEWW 2340 C	Manual FUNASA (2004, p. 46)
pH	SMEWW 4500 B	Peagâmetro (modelo AD11 [<i>waterproof</i>]; Adwa)
STD	SMEWW 2510 B	Condutivímetro (modelo mCA 150 [IP67]; MS Tecnopon)
Turbidez	SMEWW 2130 B	Turbidímetro (modelo AP2000 [IP67]; PoliControl)

SMEWW - *Standard methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 2005).

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde.

Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, os parâmetros alcalinidade e dureza foram determinados por meio de métodos titulométricos, de acordo com metodologia recomendada e descrita pela APHA

(2005) e pelo Manual prático de análise de água da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA (2004), como descrito a seguir, com três repetições independentes para cada análise.

A) Alcalinidade: um total de 50 ml da amostra foi colocado em um frasco Erlenmeyer, ao qual foram adicionadas 3 gotas da solução indicadora verde de bromocresol/vermelho de metila. Posteriormente, a amostra foi titulada com solução de ácido sulfúrico 0,02 N até a mudança da cor azul-esverdeada para róseo, obtendo-se o volume total de H_2SO_4 gasto (V) em ml. A determinação da alcalinidade total da amostra foi feita a partir da Equação 1.

$$\text{Alcalinidade total (mg/L de CaCO}_3\text{)} = V \times 20 \quad (\text{Eq. 1})$$

B) Dureza: um total de 25 ml da amostra foi diluído para 50 ml com água destilada em balão volumétrico e transferido para um béquer de 100 mL, ao qual foram adicionados 2 ml de solução tampão de hidróxido de amônio para elevar o pH a $10,0 \pm 0,1$. Posteriormente, essa solução foi transferida para um frasco Erlenmeyer de 250 ml, à qual foram adicionados aproximadamente 0,05 gramas do indicador preto de eriocromo T. Em seguida, a solução foi titulada com EDTA 0,01M, sob agitação contínua, até mudança da cor púrpura avermelhada para a cor azul (final da titulação), obtendo-se o volume total (V) de EDTA gasto na titulação (mL). A dureza da amostra foi determinada a partir da Equação 2.

$$\text{Dureza total (mg/L de CaCO}_3\text{)} = \frac{V_{(\text{EDTA})} \times 1000 \times Fc}{V_{(\text{amostra})}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que:

$V_{(\text{EDTA})}$ = volume de EDTA gasto na titulação da amostra, em mL.

Fc = Fator de correção da concentração de EDTA. Na solução utilizada, Fc foi de 1,001.

$V_{(\text{amostra})}$ = volume de amostra utilizado na análise. Nesse caso foram usados 25 mL.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CONHECENDO A COMUNIDADE

Os dez domicílios abordados inicialmente neste estudo estão localizados na zona rural do município de Itumbiara, em área próxima à zona urbana, e abrigavam 33 moradores adultos à época da pesquisa, dos quais 12 tinham menos de 30 anos de idade, 10 tinham idade entre 31 e 50 anos, enquanto 11 tinham mais de 50 anos. De acordo com os dados obtidos a partir do preenchimento do questionário pelos moradores, observou-se que a escolaridade da comunidade apresentou grande variação, com 1 indivíduo não alfabetizado, 16 com o ensino fundamental incompleto, 1 com o ensino fundamental completo, 4 com o ensino médio incompleto, 8 com ensino médio completo, 1 com ensino superior completo, além de dois estudantes cursando ensino superior.

Com relação ao tempo de moradia nessas residências, os resultados não foram homogêneos, pois havia morador com 55 anos de residência no local e outro com apenas 1 ano e dois meses de residência, mas o tempo médio de moradia no local foi de aproximadamente 22 anos. É importante ressaltar que os moradores relataram nunca ter realizado nenhuma análise da qualidade da água destes poços, o que é motivo de preocupação, pois a maioria deles relata o consumo desta água *in natura*, sem qualquer forma de tratamento ou filtração, o que contradiz o disposto na Portaria 2.914, publicada em 12 de dezembro de 2011 pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Esta portaria dispõe, no artigo 4º, que “toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água”.

Com relação ao descarte de resíduos (lixo), os moradores de todas as residências relataram destinar os resíduos sólidos orgânicos para a alimentação de animais, como cães, porcos e galinhas. De acordo com Orlandini (2011), em propriedades rurais ocorre redução na produção e descarte de lixo, principalmente orgânico, em função do melhor aproveitamento dos produtos consumidos e da reciclagem. Já com relação à destinação dos demais tipos de resíduos, inclusive óleos residuais, as formas de descarte relatadas foram bastante variadas, conforme aponta a Tabela 3.

Ao se abordar o descarte das embalagens de agrotóxicos, somente em uma residência estas embalagens são encaminhadas para a Associação dos Distribuidores de Insumos Agrícolas de Goiás (ADIAGO), que seria o destino correto, conforme determinação da

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Segundo a ANVISA (2011), as embalagens de agrotóxicos devem ser fechadas e identificadas, até serem devolvidas ao revendedor, em vez de enterradas e queimadas, pois podem ser tóxicas aos seres humanos e a outros animais. Entretanto, apesar desta determinação da ANVISA e da existência de local apropriado para encaminhamento deste tipo de embalagem no município, em 1 residência houve relato da queima destas embalagens, enquanto em outra elas são enterradas, o que pode acarretar danos ambientais e contaminação do lençol freático. Já os resíduos metálicos são encaminhados para reciclagem pela maioria dos moradores, enquanto os resíduos de vidro normalmente são enterrados no quintal da própria residência (Tabela 3).

Tabela 3 - Formas de descarte de resíduos sólidos pelos moradores da área de estudo no município de Itumbiara-GO

Tipo de resíduo	Destinação dos resíduos ¹				
	Destina ao Lixão	Enterra	Queima	Recicla	Não utiliza ²
Embalagens de agrotóxicos	-	1	1	1*	7
Metais	-	1	1	8	-
Óleos	-	-	-	10	-
Plásticos	1	-	8	1	-
Produtos veterinários	1	1	3	-	5
Vidros	2	7	-	1	-

¹ Resultados apresentados em número de domicílios pesquisados.

² Não faz uso deste tipo de produto na residência.

* Encaminha para a ADIAGO - Associação dos Distribuidores de Insumos Agrícolas de Goiás.

Fonte: Autoria própria - Dados de questionário aplicado aos moradores da região de estudo.

É importante salientar que os resíduos plásticos, que poderiam ser reciclados, recebem esta destinação em apenas uma das residências pesquisadas, sendo queimados na maioria delas (8 residências). Esta prática gera preocupação do ponto de vista ambiental, pois os plásticos não são biodegradáveis, gastando milhares de anos para a decomposição natural completa. Além disso, a queima destes resíduos pode gerar diversos gases poluentes, como é o caso das dioxinas, substâncias tóxicas e cancerígenas que podem ser liberadas a partir da queima do policloreto de vinila (PVC) (PGIRP, 2009).

As embalagens de produtos veterinários, segundo relato dos moradores, não estão presentes em cinco residências, apesar de em todas elas haver bovinos, suínos e aves, além de equinos. Porém, entre as que admitiram a presença deste tipo de resíduo, três propriedades

fazem a queima do material, enquanto uma enterra este tipo de resíduo e outra descarta no aterro controlado do município. Já os óleos residuais são reciclados em todas as residências, sendo usados na produção caseira de sabões, o qual é um costume transmitido de geração a geração e que reduz muito os impactos ambientais gerados pelo descarte deste tipo de resíduo, principalmente nos corpos hídricos (Tabela 3).

5.2 CARACTERÍSTICAS DOS POÇOS DE COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

A partir das informações prestadas pelos moradores das residências da área rural investigada, que responderam o questionário sugerido e que possuem poços escavados para o abastecimento de água de suas propriedades, foram selecionados quatro poços representativos desta região para a coleta de amostras de água para análise de parâmetros físico-químicos, conforme identificados na Figura 2. Os proprietários destes quatro poços selecionados relataram a utilização da água extraída desta fonte para o uso doméstico geral, inclusive para ingestão humana direta e preparo de alimentos, e que tais poços foram construídos de forma artesanal, sem qualquer orientação de um profissional especializado. Relataram ainda desconhecer as instruções e requisitos mínimos para a construção correta deste tipo de poço.

Entretanto, a Superintendência de Vigilância Sanitária e Ambiental (SVISA) da Secretaria de Estado da Saúde do Governo de Goiás elaborou, em 2005, o Manual de vigilância ambiental, com instruções para coleta de amostras de água para ensaios laboratoriais, além de instruções para construção de poços escavados, apresentando suas especificações mínimas, a fim de se evitar contaminação da água e garantir a extração de água de qualidade. Porém, na data de publicação deste documento, todos os poços pesquisados já haviam sido construídos.

Segundo recomendações da SVISA (2005), os poços escavados devem apresentar diâmetro mínimo de 0,90 metros e profundidade entre 10 e 20 metros. Analisando-se as características dos poços selecionados neste estudo, apresentadas na Tabela 4, nota-se que apenas o poço C (Figura 3) apresenta diâmetro menor que o determinado. Por outro lado, não foi possível medir a profundidade total dos poços, mas sabe-se que todos os quatro poços avaliados apresentam profundidade superior a 2 metros, em função das medidas obtidas da superfície da lâmina d'água até a abertura do poço. Em função destas medidas, o poço que apresentou maior profundidade foi o poço C (Tabela 4).

Ainda em referência às características internas de um poço escavado, a SVISA (2005) determina que suas paredes sejam impermeabilizadas desde a borda até uma profundidade

mínima de 3 metros. Conforme dados da Tabela 4, nota-se que somente o poço D enquadra-se nessa determinação, já que é todo impermeabilizado com manilhas de concreto (Figura 3).

Já com relação às características externas de um poço escavado, a SVISA determina a construção de uma calçada de concreto com um metro de largura em torno da abertura do poço; a instalação ou construção de uma tampa sobre uma caixa de concreto ou alvenaria construída como um prolongamento externo da parede de revestimento do poço até uma altura de 0,50 a 0,80 metros acima da superfície do solo, de modo que a abertura do poço fique completamente fechada com cobertura de concreto ou madeira, deixando apenas a abertura de inspeção com tampa de encaixe (SVISA, 2005). Apenas o poço C está de acordo com o disposto neste manual quanto à existência de calçamento em torno da abertura do poço, entretanto esse mesmo poço encontra-se fora das especificações quanto à altura mínima para a caixa de concreto na abertura do poço, pois possui caixa com apenas 0,46 metros. O poço D não apresenta calçamento em torno do poço, enquanto os poços A e B possuem apenas uma parte do calçamento (Figura 3).

Tabela 4 - Características internas e externas dos quatro poços escavados da zona rural circunvizinha ao aterro controlado de Itumbiara-GO utilizados para coleta de amostras de água

Características do poço		Poços			
		A	B	C	D
Interno	Diâmetro (m)	1,57	2,08	0,80	1,10
	Profundidade (m) ¹	> 4,00	> 2,00	> 6,00	> 2,00
	Impermeabilização da parede (m)	2,50	0,96	0,65	Total
Externo	Largura da calçada de concreto (m)	--- ²	0,21	1,35	Ausente
	Tampa	Ferro	Ausente	Concreto	Concreto
	Altura da caixa de concreto (m)	0,57	0,50	0,46	0,81
	Forma de retirada da água	Bomba hidráulica			

¹ Profundidade medida entre a superfície da lâmina d'água e a abertura do poço.

² Calçada está presente em apenas um lado do poço, não o circundando totalmente.

Fonte: Autoria própria.

Analisando-se as tampas dos poços, observa-se que os poços C e D apresentam tampa de concreto com abertura para inspeção, conforme as especificações do manual da SVISA (Figura 3), enquanto o poço A apresenta tampa composta de uma grade metálica, de fácil retirada e que possibilita a entrada de partículas e objetos, além de pequenos animais e até

mesmo a queda de crianças. Já o poço B não apresenta tampa nem qualquer outra forma de cobertura, o que gera maior preocupação quanto ao risco de acidentes e quanto à manutenção da qualidade da água, pois possibilita a entrada de partículas de sujeira e de pequenos animais (Figura 3). Tal preocupação é corroborada pela observação da presença de pequenos peixes no interior deste poço, e mesmo de um sapo durante uma das coletas de amostra de água.

Todos os poços analisados usam bomba hidráulica para a retirada de água, estando todos de acordo com o recomendado pela SVISA (2005). É importante ressaltar que nenhum dos poços apresenta características totalmente de acordo com as recomendações da SVISA, de modo que a água deles extraída apresenta riscos de contaminação e alteração de suas propriedades, o que pode torná-la inadequada para o consumo humano.

Figura 3 - Aspectos da estrutura interna e externa dos quatro poços escavados da zona rural circunvizinha ao aterro controlado de Itumbiara-GO utilizados para coleta de amostras de água



Imagens dos poços escavados (A, B, C e D) utilizados para coleta de amostras de água para análises físico-químicas, evidenciando o aspecto externo do poço, com calçamento em torno da abertura e existência de caixa de concreto (imagens superiores); tampa do poço (imagens intermediárias); e estrutura interna do poço (imagens inferiores).

Fonte: Acervo próprio.

5.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA DOS POÇOS ESCAVADOS

Conforme descrito na seção Material e Métodos, foram coletadas três amostras de água dos quatro poços escavados selecionados da área rural localizada próxima ao aterro controlado de Itumbiara-GO, as quais foram submetidas a análises de parâmetros físico-químicos. As análises da primeira amostra foram realizadas no Laboratório de Análises de Água da SANEAGO, enquanto as outras duas amostras foram analisadas no Laboratório de Química do IFG-*Campus* Itumbiara. Os resultados destas análises estão apresentados na Tabela 5, que apresenta os resultados obtidos na SANEAGO separados dos resultados obtidos no Laboratório de Química do IFG-*Campus* Itumbiara, sendo estes últimos apresentados como a média dos resultados das duas amostras analisadas neste laboratório.

Tabela 5 - Resultados das análises dos parâmetros físico-químicos da água dos poços escavados localizados na zona rural circunvizinha ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO, separados em função do laboratório de análise

Parâmetro	SANEAGO				IFG- <i>Campus</i> Itumbiara ¹				Limites máximos ²
	A	B	C	D	A	B	C	D	
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	10,00	17,00	9,00	9,00	8,00	12,00	4,67	4,67	NR ³
Condutividade (µS/cm)	21,40	38,20	13,02	11,96	17,01	34,36	9,68	8,22	NR
Dureza (mg/L CaCO ₃)	20,00	40,00	20,00	20,00	10,34	18,02	10,01	10,68	500,00
pH	6,39	6,16	6,08	5,95	5,90	6,07	5,83	5,87	6,00 - 9,50
STD (mg/L)	11,77	21,01	7,16	6,58	8,41	16,62	4,33	3,80	1.000,00
Turbidez (NTU)	0,69	1,68	0,51	0,86	0,98	1,07	0,24	0,61	1,00

¹ Resultados apresentados como a média dos resultados obtidos nas análises das duas amostras avaliadas no Laboratório de Química do IFG-*Campus* Itumbiara.

² Limites máximos estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

³ NR - Não referenciado - Limites não definidos pela legislação.

Fonte: Autoria própria.

Quando comparamos os resultados obtidos nas análises realizadas na SANEAGO e no IFG-*Campus* Itumbiara, é importante ressaltar que tais análises foram realizadas com amostras coletadas em momentos distintos, não correspondendo a amostras coletadas no mesmo dia. Este simples fato já pode ter sido responsável pela ocorrência de resultados distintos entre estas duas análises. Pela observação dos resultados apresentados na Tabela 5, nota-se que há uma correspondência entre os resultados obtidos nas análises realizadas nestes dois laboratórios distintos. Assim, para os parâmetros condutividade, pH, sólidos dissolvidos

totais e turbidez, os resultados obtidos nas análises da SANEAGO foram muito similares aos obtidos nas análises do IFG-*Campus* Itumbiara, quando se compara os resultados destes dois laboratórios para cada um destes parâmetros em cada poço analisado (A, B, C e D). Observa-se apenas uma tendência de valores mais elevados nas análises realizadas na SANEAGO para todos estes parâmetros citados anteriormente, em relação aos resultados do IFG-*Campus* Itumbiara.

Por outro lado, os resultados obtidos nas análises de alcalinidade, especialmente nos poços C e D, além dos resultados de dureza apresentaram valores bem mais elevados para as amostras analisadas na SANEAGO, em relação às amostras analisadas no IFG-*Campus* Itumbiara. Tais diferenças podem ser devidas às diferentes metodologias de análise empregadas nestes dois laboratórios para a análise destes dois parâmetros, conforme apresentado na Tabela 2 (Seção Material e Métodos), mas deve ser levado em consideração também o fato de que estes dois laboratórios apresentam suas especificidades. Assim, o laboratório da SANEAGO é um laboratório de análises de rotina, com procedimentos padronizados e certificações para análises rotineiras da água ofertada por esta empresa para o abastecimento da cidade de Itumbiara, enquanto o laboratório do IFG-*Campus* Itumbiara é um laboratório de ensino, sem procedimentos padronizados de análise, que se utiliza de soluções de produção própria em suas análises e sem padronização no preparo e no uso dos reagentes. Deste modo, diferenças nos resultados obtidos entre estes dois laboratórios eram esperadas e consideramos que tais diferenças foram pouco significativas, afetando de modo mais perceptível apenas os resultados de dois parâmetros. Deve-se ressaltar ainda que, qualitativamente, os resultados destes dois laboratórios são muito similares, de modo que os valores mais elevados observados para cada parâmetro da água do poço B nas análises realizadas na SANEAGO também foram observados para este mesmo poço nas análises realizadas no IFG-*Campus* Itumbiara para todos os parâmetros avaliados (Tabela 5).

Desta forma, em função da similaridade de resultados entre as análises realizadas nos dois laboratórios e com o objetivo de facilitar as análises comparativas de cada parâmetro entre os quatro poços, foi feita a média entre os resultados dos dois laboratórios para cada parâmetro, conforme apresentado na Tabela 6.

A Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece os parâmetros que determinam a qualidade de águas para consumo humano e também para as soluções alternativas de abastecimento de água (BRASIL, 2011). Esta portaria não faz referência ao padrão de alcalinidade da água, de modo que este parâmetro não tem importância do ponto de vista sanitário, pois não apresenta riscos à saúde do consumidor.

Entretanto, altos valores de alcalinidade impossibilitam o uso da água em lavoura, sendo também um indicativo de contaminação da água por efluentes. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a alcalinidade em águas naturais tem um “papel importante, pois condiciona os processos físico-químicos em um corpo d’água que afeta a atividade biológica dos organismos aquáticos” (EMBRAPA, 2011).

Tabela 6 - Resultados gerais das análises dos parâmetros físico-químicos da água dos poços escavados localizados na zona rural circunvizinha ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO

Parâmetro	Poços ¹				Limites máximos ²
	A	B	C	D	
Alcalinidade (mg/L CaCO ₃)	8,67	13,67	6,11	6,11	NR ³
Condutividade (µS/cm)	18,41	35,68	10,47	9,50	NR
Dureza (mg/L de CaCO ₃)	15,23	25,35	13,67	14,78	500,00
pH	6,05	6,11	5,89	5,88	6,00 - 9,50
STD (mg/L)	9,50	18,10	5,10	4,74	1.000,00
Turbidez (NTU)	0,90	1,27	0,35	0,60	1,00

¹ Resultados apresentados como a média dos resultados obtidos nas análises realizadas nos Laboratórios da SANEAGO e do IFG-Campus Itumbiara.

² Limites máximos estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

³ NR - Não referenciado - Limites não definidos pela legislação.

Fonte: Autoria própria.

Conforme os dados apresentados na Tabela 6, o poço escavado que apresenta águas com maior alcalinidade é o poço B, com média de 13,67 mg/L de CaCO₃. Por outro lado, os menores valores para este parâmetro foram observados para os poços C e D, com média de 6,11 mg/L de CaCO₃. Os valores obtidos nas análises estão em concordância com o disposto por Libânio (2010), que afirma que as águas naturais habitualmente apresentam alcalinidade menor que 100 mg/L de CaCO₃. Já Peixoto (2008) ressalta que valores de alcalinidade muito baixos (inferiores a 20 mg/L) podem gerar “descidas rápidas do pH, devidas a chuvas e/ou descargas de efluentes ácidos”.

Outro parâmetro físico analisado foi a condutividade elétrica, o qual também não apresenta limites máximos estabelecidos pela Portaria nº 2.914 (2011) para águas destinadas ao consumo humano. Entretanto, esse parâmetro é um “indicador de lançamento de efluentes nos corpos d’água, por relacionar-se à concentração de sólidos totais dissolvidos (STD)” (LIBÂNIO, 2010). A condutividade elétrica da água dos poços escavados analisados apresentou valores médios de 9,50 µS/cm (poço D) e 35,68 µS/cm (poço B), respectivamente

nos poços com menor e maior condutividade (Tabela 6). Esses resultados estão acima do intervalo ditado para águas naturais, segundo Rodgher e colaboradores (2005), que pode variar de 0,239 a 0,280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para o período de estiagem. Entretanto, Souza e colaboradores (2004) afirmam que “baixos valores desse parâmetro indicam que a água é desmineralizada, apresentando baixas concentrações de sais dissolvidos e podem ser consideradas águas leves”.

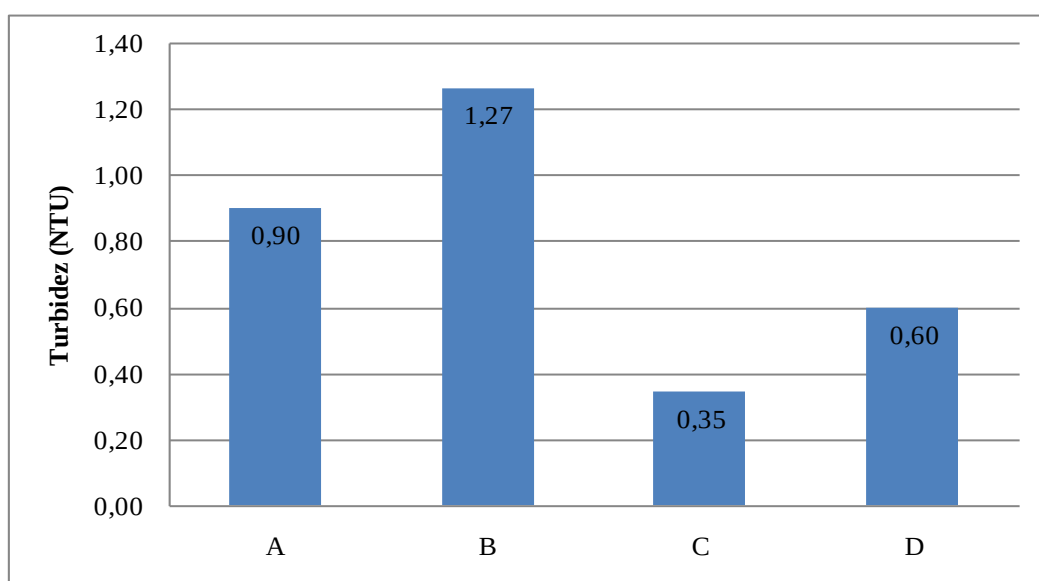
Já com relação à dureza, a Portaria nº 2.914 (2011, Anexo IV) estabelece que o valor máximo permitido para este parâmetro em águas naturais destinadas ao consumo humano é 500 mg/L de CaCO_3 . Observando-se os dados obtidos nas análises da água dos poços, pode-se notar que a água dos quatro poços apresentou resultados inferiores ao limite máximo estabelecido por esta portaria. O poço que apresentou maior dureza foi o poço B, com média de 25,35 mg/L de CaCO_3 , enquanto a menor dureza foi observada no poço C (média de 13,67 mg/L de CaCO_3) (Tabela 6). Deste modo, as águas destes poços escavados são classificadas como águas moles ou brandas, pois apresentam dureza inferior a 50 mg/L de CaCO_3 , segundo os parâmetros estabelecidos por Libânio (2010). Por meio dos resultados obtidos com este parâmetro, pode-se considerar que as águas extraídas destes poços apresentam as seguintes características: facilidade para formação de espumas; não são desagradáveis ao paladar; podem ser utilizadas em caldeiras e aquecedores, sem riscos de explosões desastrosas, pois águas alegadas como duras, em temperatura elevadas, formam precipitados que podem obstruir as saídas de vapores e/ou impedir a troca térmica nas superfícies (MEDEIROS FILHO, 2009). Outro atributo destas águas é sua utilização em processos industriais, como indústrias de laticínios e têxteis, e em procedimentos de higienização industrial, pois águas com concentrações elevadas de cátions multimetálicos podem causar problemas na higienização, pois diminuem a eficiência de sabões e detergentes (PEIXOTO, 2008).

O pH de águas para consumo humano deve encontrar-se entre os valores 6,00 a 9,50, de acordo com a Portaria nº 2.914 (2011, Anexo IV). As análises das águas dos poços escavados revelaram que os poços C e D apresentam pH médio de 5,89 e 5,88, respectivamente, enquanto o poço A (pH médio 6,05) e o poço B (pH médio 6,11) apresentam maiores valores médios de pH (Tabela 6). De acordo com os valores obtidos, pode-se classificar essas águas como levemente ácidas, pois possuem pH pouco menor que 7,00. Libânio (2010) afirma que baixos valores de pH da água não apresentam riscos à saúde humana, visto que ingerimos diversos alimentos com valores muito baixos de pH, como refrigerantes (pH entre 2,00 e 4,00); frutas, como as maçãs (pH entre 2,90 e 3,30), além de no próprio organismo humano existir elevada tolerância na variação do pH, como é o caso da urina (pH entre 4,8 e 8,4) e o estômago (pH entre 2,0 e 3,5).

Com relação aos resultados nas análises de sólidos totais dissolvidos (STD), a água de nenhum dos poços analisados ultrapassou o valor máximo de 1.000 mg/L estabelecido pela Portaria nº 2.914 (2011). Os maiores teores de sólidos dissolvidos foram observados no poço B (18,10 mg/L), enquanto os menores teores foram observados no poço D (4,74 mg/L).

Referente à turbidez das amostras analisadas (Figura 4), somente o poço B apresentou resultados superiores ao valor máximo estabelecido pela Portaria nº 2.914 (2011), pois apresentou valor médio superior a 1,00 NTU (1,27 NTU). Segundo Libânio (2010), em águas naturais, a turbidez pode estar associada a “fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos, matéria orgânica e inorgânica particulada [...], podendo ser também precipitados de carbonato de cálcio em águas duras, e óxidos de ferro e outros compostos de alumínio para águas tratadas”. Entretanto, como os resultados de dureza da água deste poço permitem classificá-la como mole ou branda (baixa dureza), pode-se descartar a elevada turbidez encontrada como sendo resultado da presença de elevados teores de carbonatos. Por outro lado, como a água deste poço corresponde a água natural, não submetida a processos de tratamento, esta turbidez elevada não pode ser associada aos óxidos de ferro e outros compostos de alumínio presentes em solução. Portanto, a elevada turbidez da água deste poço pode ser ocasionada pela presença de fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos, bem como matéria orgânica e inorgânica particulada.

Figura 4 - Valores médios de turbidez da água dos poços escavados localizados na zona rural circunvizinha ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO



Fonte: Autoria própria.

Os parâmetros sólidos totais dissolvidos (STD) e turbidez são associáveis, pois os sólidos presentes na água estão diretamente relacionados com a determinação de sua turbidez, de modo que águas com teor muito elevado de sólidos dissolvidos tendem a apresentar turbidez elevada e vice-versa. Analisando-se os resultados das análises destes dois parâmetros para as águas dos poços B e C, conforme Tabela 6 e Figura 4, observa-se que o poço B apresenta quantidade mais elevada de STD e também turbidez mais elevada, havendo concordância entre estes resultados. Já o poço C apresenta o menor valor de turbidez entre os poços analisados, mas não foi o poço cujas águas apresentaram a menor quantidade de STD. Isto demonstra que o parâmetro STD não é o único responsável pela determinação da turbidez da água, havendo vários outros elementos potencialmente presentes na água que podem influenciar sua turbidez. Assim, a água do poço C pode apresentar teor um pouco elevado de STD e apresentar baixa turbidez, em função da baixa quantidade de outros elementos que também podem impactar na sua turbidez. Por outro lado, a água do poço B pode apresentar, além do alto teor de STD, quantidades também maiores de outros elementos e partículas que podem impactar na sua turbidez, fazendo com que esta apresente os valores mais elevados dentre as águas analisadas. Inclusive, o poço D (STD = 4,74 mg/L) apresenta teor de STD ligeiramente inferior ao apresentado pelo poço C (STD = 5,10 mg/L), mas turbidez bem maior (Poço C - 0,35 NTU; Poço D - 0,60 NTU), o que demonstra que outros fatores, além de STD, são também responsáveis pela determinação da turbidez da água.

Outro parâmetro também relacionado ao teor de STD na água é a sua condutividade, de modo que a relação entre estes dois parâmetros para as águas dos poços analisados neste estudo é apresentada na Figura 5. Observa-se total concordância entre os parâmetros condutividade e STD na água dos quatro poços analisados, de modo que o poço B, por apresentar maior teor de STD, também apresenta maior condutividade, enquanto os poços C e D apresentam os menores teores de STD e também a menor condutividade (Figura 5). Esta concordância clara entre estes dois parâmetros pode ser explicada pelo fato de que a condutividade da água deve-se à presença de diversos íons dissolvidos, os quais figuram também como sólidos dissolvidos, de modo que quanto maior a presença destes íons, maior o teor de STD e maior a condutividade da água (LIBÂNIO, 2010).

Analisando-se conjuntamente os resultados obtidos nas análises da água dos quatro poços escavados, conforme Tabela 6, observa-se que os valores médios de todos os parâmetros analisados são superiores para a água do poço B, quando comparada à água dos demais poços (A, C e D). Isto pode ser reflexo das condições deste poço, já que se trata do único poço que não apresenta tampa, o que pode permitir a entrada de partículas diversas em

seu interior, além do calçamento ao seu redor não atender às especificações recomendadas pela SVISA (Tabela 4; Figura 3), já que a calçada ao redor deste poço é de apenas 0,21 metros (SVISA, 2005). Deste modo, as condições apresentadas por este poço podem estar interferindo na qualidade de sua água. Outra possibilidade para estes resultados poderia ser a proximidade deste poço em relação ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO (Figura 2), pois este é o poço mais próximo do aterro (1,01 km em linha reta), de modo que o chorume produzido pela decomposição do lixo descartado no aterro pode estar se infiltrando no solo e atingindo o lençol freático, de modo a interferir na qualidade da água deste poço.

Figura 5 - Relação entre condutividade e teor de sólidos totais dissolvidos na água dos poços escavados localizados na zona rural circunvizinha ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO

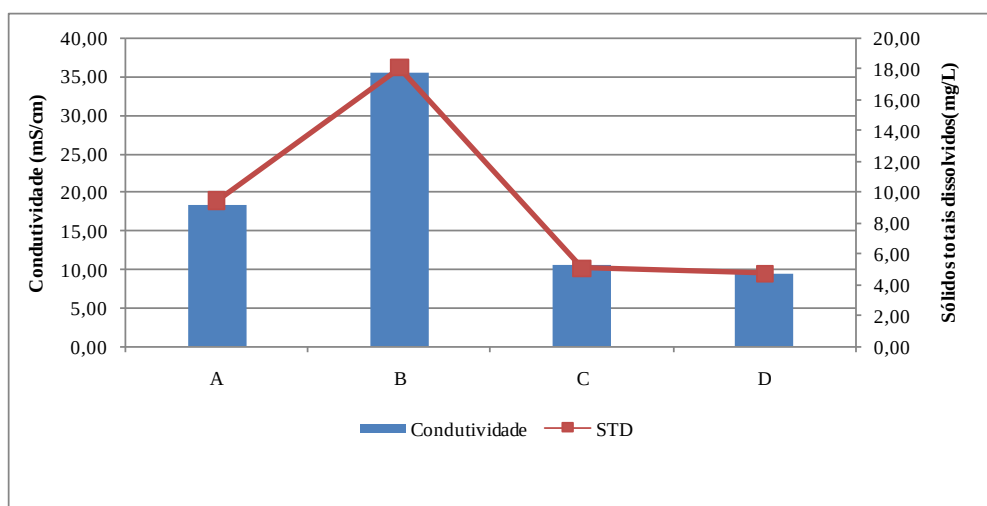


Gráfico representando a condutividade (barras azuis, com eixo à esquerda) e sólidos dissolvidos totais (pontos vermelhos, com eixo à direita) das águas dos poços escavados A, B, C e D.

Fonte: Autoria própria.

Neste sentido, análise similar pode ser feita com relação aos resultados das análises da água dos poços C e D, pois estas apresentaram os menores valores para todos os parâmetros analisados (Tabela 6). Tais poços apresentam boas condições de construção, sendo todos dotados de tampa de concreto (Tabela 4; Figura 3), além de estarem localizados mais distantes do aterro controlado (Poço C - 1,67 km; Poço D - 1,32 Km) (Figura 2), o que pode minimizar os efeitos do chorume liberado no aterro sobre a água extraída do lençol freático.

Para a avaliação da qualidade de águas destinadas ao consumo humano, análises microbiológicas são fundamentais, de modo que a pesquisa de microrganismos contaminantes do grupo dos coliformes em amostras de água constitui uma das principais ferramentas neste tipo de avaliação, já que a contaminação microbiológica da água apresenta os maiores riscos à

saúde do consumidor (LIBÂNIO, 2010). Assim, a influência da distância dos poços analisados em relação ao aterro controlado sobre a qualidade da água deles extraída poderia ser melhor avaliada pela pesquisa de microrganismos nestas águas. A proposta inicial deste trabalho previa a realização de análises microbiológicas nas amostras de água dos poços analisados, mas tais análises não puderam ser realizadas, em função da ausência de um Laboratório de Microbiologia no *Campus* Itumbiara, que estivesse minimamente estruturado para a realização destas análises dentro do período de execução deste trabalho. Além disso, também não foi possível o estabelecimento de nenhuma parceria com laboratórios de análises ambientais da cidade, que pudessem permitir a realização destas análises em suas dependências. Neste sentido, tais análises microbiológicas não puderam ser realizadas, o que comprometeu a análise final dos resultados deste trabalho e a determinação da qualidade da água de cada poço.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se, a partir dos dados obtidos com os parâmetros analisados, que as águas dos quatro poços escavados presentes em propriedades rurais localizadas próximas ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO estão adequadas para o uso doméstico, apesar das análises da água de um dos poços revelarem resultados um pouco alterados, principalmente com relação à turbidez, demonstrando que a ausência de tampa no poço e a sua maior proximidade ao aterro podem prejudicar a qualidade de suas águas. Entretanto, não se pode assegurar a qualidade destas águas para o consumo humano, pois os parâmetros analisados foram poucos e insuficientes para a determinação de sua adequação ao consumo humano, principalmente em função da ausência de análises microbiológicas.

7 REFERÊNCIAS

AMARAL, L. NADER FILHO, A. ROSSI JUNIOR, O.D. FERREIRA, F.L.A.BARROS, L.S.S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, v. 37 n. 4, p. 510-514, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102003000400017&script=sci_arttext>. Acesso em: Maio de 2013.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Cartilha sobre agrotóxicos – Série Trilhas do Campo**. 2011. Disponível em: < Disponível em: < www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/plstico.pdf>. Acesso em julho de 2015.>. Acesso em: Julho de 2015.

BRASIL, Ministério da Saúde. (2011). “**Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Legislação em vigilância sanitária. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**”.

EMBRAPA – **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Documento 232, ISSN1980-3958, Colombo – PR, 2011.
FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed. - Brasília: BRASIL, 2004.

Fundação Banco do Brasil. **Tecnologia social, fossa séptica biodigestora**. Saúde e renda no campo. Brasília: 2010. Disponível em<www.fbb.org.br/.../Cartilha%20Fossas%20Septicas%20Biodigestoras> Acesso em: Junho de 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
_____. **Censo Demográfico 2010**¹. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: Junho de 2011

_____. **Censo Demográfico 2010**². Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=521150>>. Acesso em: Junho de 2015.

_____. **Esgotamento sanitário – área rural - 2009**². Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=1&vcodigo=IU27&t=acesso-esgotamento-sanitario-area-rural>>. Acesso em: Junho de 2011

_____. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=521150&idtema=20&search=goias%7Citumbiara%7Cpesquisa-nacional-de-saneamento-basico-2008>>. Acesso em: Julho de 2015.

_____. **Produto interno bruto dos municípios 2012**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/comparamun/compara.php?lang=&coduf=52&idtema=134&codv=v05&search=goias|itumbiara|sintese-das-informacoes-2012>>. Acesso em: Julho de 2015.

_____. **Sistema abastecimento água – área rural - 2009**¹. Disponível em: <<http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=1&op=1&vcodigo=IU22&t=acesso-sistema-abastecimento-agua-area-rural>>. Acesso em: Junho de 2011.

IRITANI, M.A. EZAKI, S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo. 2009. Disponível em:

<http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=As%2B%C3%81guas%2BSubterr%C3%A2neas%2Bdo%2BEstado%2Bde%2BS%C3%A3o%2BPaulo%2BLaboratoriais&source=web&cad=1&cad=rja&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Faguassubterraneas.abas.org%2Faguassubterraneas%2Farticle%2Fdownload%2F23294%2F15387&ei=OnG_UfumMYjy8AShi4DoCQ&usg=AFQjCNFybBxtTxHDDcjHPW6whF1sHwHudw>. Acesso em: Maio de 2013.

ITUMBIARA, 2015. **Disponível em** <

<http://www.itumbiara.go.gov.br/site/home/1.php?p=conteudo&id=6>>. Acesso em: Julho de 2015.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Editora Átomo – São Paulo – 2010. 3º ed.

MACEDO, J. A. B. **Águas & Águas**. Belo Horizonte – CRQ-MG, 2007. 3º Ed.

MEDEIROS FILHO, C.F. **Abastecimento de água**. Universidade Federal de Campina Grande. 2009. Disponível em < <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Abastece.pdf>>. Acesso em: Julho de 2015.

MORAIS, P.B. **Tratamento físico-químico de efluentes líquidos**. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em < http://webensino.unicamp.br/disciplinas/ST502-293205/apoio/1/Resumo_aula_06-03_caracteriza__o_de_efluentes.pdf>. Acesso em: Julho de 2015.

ORLANDINI, L. A. M. M. **Reciclagem de lixo: um processo de educação ambiental desenvolvido pela casa familiar rural de Altônia**. Trabalho (Curso de especialização). Universidade Federal do Paraná. MATINHOS – SC, 2011.

PEDROSA, C.A. CAETANO, F.A. **Águas Subterrâneas**. Brasília: Agencia Nacional das Águas, 2002.

PEIXOTO, J. **Análises físico-químicas: cor, turbidez, pH, temperatura, alcalinidade e dureza**. Documento adaptado das aulas de Elementos de engenharia do ambiente. São Paulo: MIEB, 2008.

PGIRP - **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Plásticos**. Governo de Minas Gerais. Belo Horizonte – 2009). Disponível em: < www.feam.br/images/stories/minas_sem_lixoes/2010/plstico.pdf>. Acesso em: Julho de 2015.

ROCHA, J.C. ROSA, A.H. CARDOSO, A.A. **Introdução à química ambiental**. Porto Alegre. 2 ed: Bookman, 2009. Pag 41-92.

RODGHER, S.I; ESPÍNDOLA, E. L. G.I; ROCHA, O.II; FRACÁCIO, R.III; PEREIRA, R. H. G.I; RODRIGUES, M. H. S.I. Limnological and ecotoxicological studies in the cascade of reservoirs in the Tietê river (São Paulo, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 65, n. 4, p. 697- 710, 2005. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-2005000400017>>. Acesso em: Agosto de 2013.

SILVA, N.M. NOLETO, T.M.S.J. Reflexões sobre lixo, cidadania e consciência ecológica. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Avançado de Jataí-Go.** N. 2; jan-jun; 2004. Disponível em <<http://revistas.jatai.ufg.br/index.php/geoambiente/article/view/19>> . Acesso em: Junho de 2013.

SOUZA, V. C. A. B., SOARES, V. P., MACIEL, A. V., KEMERICH. P. D. C. Qualidade da água subterrânea do bairro Perpétuo Socorro de Santa Maria – RS. **Revista Disc. Scientia.** Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, S. Maria, v. 5 , n. 1, p. 31-49, 2004.

SPERLING, M.V. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias.** Universidade Federal de Minas Gerais. 3 ed. Belo Horizonte – 2005. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&pg=PA15&dq=%C3%A1gua&hl=pt-BR&sa=X&sqi=2&ved=0CE4Q6AEwCWoVChMIuoCq5OSAxwIVCYyQCh1xIgUS#v=onepage&q=%C3%A1gua&f=true>>. Acesso em: Julho de 2015.

SVISA. **Manual de Vigilância Ambiental e Instruções de Coleta Para Ensaios Laboratoriais.** Goiás, 2005. Disponível em <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=Manual%2Bde%2BVigil%C3%A2ncia%2BAmbiental%2Be%2BInstru%C3%A7%C3%B5es%2Bde%2BColeta%2BPara%2BEnsaios%2BLaboratoriais&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sgc.goias.gov.br%2Fupload%2Flinks%2Farq_203_arq_762_manual_vig_ambiental.doc&ei=l3C_UcObNZO69gSLwIGQBA&usg=AFQjCNFwszQwIlb0sP1YjgqJpFq7cV5xhw>. Acesso em: Maio de 2013.

VIEIRA, A. R., COSTA, L., BARRÊTO, S. R. Água para vida, água para todos. Cadernos de educação ambiental. Brasília – WWF, 2006. 1º Ed.

8 ANEXOS

8.1 TERMO DE CONSENTIMENTO

Projeto de Trabalho de conclusão de Curso - TCC

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NATURAIS CIRCUNVIZINHAS AO ATERRO CONTROLADO DO MUNICÍPIO DE ITUMBIARA – GO.

Aluna: Eloise Aparecida Rodrigues (eloise_quimicaifg@hotmail.com - (64) 81459192)

Orientadora: Prof^ª. Msc. Juliana Moraes Silva (julianaifgoias@gmail.com - (64) 81241530)

TERMO DE CONSENTIMENTO

Caro(a) participante:

Gostaria de convidá-lo(a) a participar dessa pesquisa que se refere ao projeto de Trabalho de Conclusão de curso da aluna/pesquisadora Eloise Aparecida Rodrigues e tem por objetivo estudar a qualidade das águas naturais circunvizinhas ao aterro controlado do município de Itumbiara-GO.

Suas informações serão muito importantes neste trabalho e é necessário que preencha o termo abaixo bem como o questionário de levantamento de dados. Seu nome não será utilizado em qualquer parte da pesquisa, o que garante o seu anonimato.

Agradeço desde já a sua atenção e me coloco à disposição para maiores informações.

Eu, _____

Confirmo que a pesquisadora Eloise Aparecida Rodrigues explicou-me os objetivos desta pesquisa. Li e compreendi este Termo de Consentimento, me disponho a participar preenchendo o questionário, participando de entrevistas, disponibilizando local para realização de coleta de amostras de água e autorizando o uso das informações prestadas.

Itumbiara, _____ de _____ de 2014.

Assinatura

8.2 QUESTIONÁRIO INVESTIGATIVO

Residência: _____

1. Há quanto moradores na propriedade: (____)

Idade: _____ anos. Escolaridade: _____

Idade: _____ anos. Escolaridade: _____

Idade: _____ anos. Escolaridade: _____

Idade: _____ anos. Escolaridade: _____

2. Há quanto tempo mora neste local? _____

3. Qual a destinação dos resíduos sólidos da residência, enquanto:

a) Orgânicos (alimentos):

b) Metais (latas de extrato, latas de cerveja):

c) Plásticos (garrafas de refrigerantes e óleos):

d) Vidros (pratos e copos quebrados):

e) Embalagens de agrotóxicos (usados em hortaliças):

f) Embalagens de produtos veterinários (mata-bicheiras, recipientes de vacinas):

g) Óleos residuais:

4. Qual é o tipo de construção: () Poço escavado () Poço artesiano

5. Qual o método de tratamento da água consumida pelos moradores?

() Filtro () Fervida () Direto da fonte (*in natura*)

6. A água utilizada pela sua família alguma vez foi analisada?

() Sim, Quando _____ () Não

7. Tem como abrir o poço escavado ou poço artesiano

() Sim () Não

8. Quais as distâncias:

a) Entre a lâmina d'água e a tampa: _____ m

b) Entre o solo e a tampa: _____ m

c) Diâmetro da tampa: _____ m

d) Alvenaria: _____

e) Entre poço e banheiro: _____ m

f) Entre poço e a fossa: _____ m

9. Possui algum tipo de desinfecção da água?