

Qualidade da água de poços no bairro parque Nova Era, Cáceres, Mato Grosso

A qualidade da água em regiões periféricas que não foram atendidas com saneamento básico, necessitam de constante monitoramento por conta do risco a saúde pública trazido pela qualidade da água e a proximidade de poços e fossas sanitárias construídas de maneira precária. O trabalho classificou o perfil do solo como Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, com boa drenagem e baixa capacidade de reter cátions e avaliou os parâmetros físicos e químicos do solo e da qualidade das águas subterrâneas de poços do bairro Parque Nova Era, em Cáceres (MT) onde segundo dados levantados não existe saneamento básico. Para análise da água foram selecionados 76 poços, do tipo cacimba e semiartesiano, onde as variáveis físicas e químicas, pH, temperatura, alcalinidade, turbidez, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram mensuradas e comparadas aos parâmetros vigentes na legislação para o consumo humano. As análises indicam que os parâmetros químicos da água não apresentaram diferenças significativas, embora o pH, condutividade elétrica e turbidez tenham apresentados resultados acima dos padrões permissíveis para o consumo exigido pela legislação vigente indicando que alterações dos parâmetros provavelmente ocorreram por conta da precariedade e inexistência do saneamento básico que não foi ofertado pelo poder público e precariedade das construções dos poços do tipo cacimba e semi-artesianos em um terreno com alta permeabilidade.

Palavras-chave: Qualidade da água; Solo; Cacimba.

Well water quality in Parque Nova Era neighborhood, Cáceres, Mato Grosso

The present research had the objective of evaluating the physical and chemical parameters of the groundwater quality of wells in the Parque Nova Era neighborhood, in Cáceres (MT). For the analysis of the water, seventy-six wells of the type cacimba and semi-artesian, were distributed evenly throughout this neighborhood. In the wells, water samples were collected for the analysis of physical and chemical variables, pH, temperature, alkalinity, turbidity, electrical conductivity, and dissolved oxygen. The results of the analyzes allowed the following conclusions: the chemical parameters of the water did not present very high concentrations Brum et al. (2016), although pH, electrical conductivity, and turbidity have presented values outside the permissible standards for human consumption, required by Ordinance 2914/2011; 3 - changes in groundwater are probably due to lack of basic sanitation in the region.

Keywords: Water quality; Groundwater; Cacimba.

Topic: Ciências do Solo

Received: 04/08/2021

Approved: 22/08/2021

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Graciely Almeida Ricci 
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9756576187155192>
<http://orcid.org/0000-0002-1354-482X>
graciyesa@yahoo.com.br

Priscila Campos Santos 
Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3312544039354251>
<http://orcid.org/0000-0002-6400-4129>
pricampossantos@gmail.com

Willian Cosme da Silveira de Paula 
Universidade do Estado de Mato Grosso
<http://lattes.cnpq.br/154793332950541>
<http://orcid.org/0000-0002-7544-2247>
willtmt15@gmail.com

Giovani Spinola de Carvalho 
Instituto Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7703943714930715>
<http://orcid.org/0000-0002-9552-7643>
giovanispinola@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0004

Referencing this:

RICCI, G. A.; SANTOS, P. C.; PAULA, W. C. S.; CARVALHO, G. S.
Qualidade da água de poços no bairro parque Nova Era, Cáceres, Mato Grosso. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.12, n.8, p.39-51, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.008.0004>

INTRODUÇÃO

Segundo Tundisi (2003) aproximadamente 97% da água do planeta Terra está nos oceanos e não pode ser utilizada para irrigação e uso doméstico, os 3% restantes têm aproximadamente um volume de 35 milhões de quilômetros cúbicos e grande parte deste volume está sob a forma de gelo na Antártida ou na Groelândia. Somente 100 mil km³, ou seja, 0,3 % do total de recursos de água doce tem a potencialidade de uso pelo homem, tornando a água um recurso escasso e de distribuição desigual entre os continentes. Os lagos, águas subterrâneas e bacias hidrográficas que drenam os continentes são os principais depósitos de água doce do planeta.

Apenas 4% da água doce no Brasil é encontrada na superfície, enquanto 96% do recurso é composto de água subterrânea que garante grande parte do abastecimento da população tornando imprescindível o uso racional e a conservação do recurso (BRASIL, 2007).

Um agravante do saneamento básico é o alto índice de regiões sem esgoto tratado, no Brasil 80% dos esgotos são lançados em corpos d'água sem tratamento. O esgoto doméstico é responsável pelo maior volume produzido e contaminação da água. Em áreas urbanas a elevada densidade populacional produz alto volume de esgoto, situação que pode ser agravada em cidades desprovidas um planejamento urbano eficiente e loteamentos com sistema de esgotamento sanitário insuficiente ou ineficiente colocando em risco as águas subterrâneas de abastecimento que podem ser contaminadas por meio da infiltração oriunda de fossas negras ou rudimentares e pelo escoamento superficial da água da chuva em contato com o esgoto lançado a céu aberto (TUNDISI, 2010).

Souza et al. (2004) e Gomes et al. (2009) também ressaltam que, por causa dos problemas de contaminação, a oferta de água doce superficial e de qualidade diminuiu. Dessa maneira, o homem volta-se, cada vez mais, para a extração de água dos aquíferos subterrâneos, justificando essa atitude em razão do baixo custo de captação, adução e tratamento, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação natural da água, tornando-a potável.

Algumas das influências do uso e ocupação do solo sobre as características da água relatadas são o aumento das concentrações de íons, mudanças nas condições de óxido-redução e aumento das concentrações de elementos secundários, como agrotóxicos e fertilizantes no solo, nas regiões em desenvolvimento em comparação com regiões não desenvolvidas (TROJAN et al., 2003).

No Brasil, as legislações vigentes que tratam de potabilidade da água para consumo humano e de águas subterrâneas são, respectivamente, a Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e a Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (BRASIL, 2008).

Nesse contexto, a caracterização do solo e avaliação da qualidade da água de poços é fundamental no sentido de levantar dados que podem ser utilizados nas políticas públicas de saneamento básico em regiões periféricas e de recente ocupação como no bairro Parque Nova Era, na cidade de Cáceres- MT onde o abastecimento e a rede de esgoto são incipientes e os moradores necessitam recorrer a alternativas como

fossas negras, poços do tipo cacimba ou semiartesianos.

METODOLOGIA

Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na cidade de Cáceres/MT no bairro Parque Nova Era, (Figura 1) uma região periférica da cidade com abastecimento de água e rede de esgotos insuficientes para atender a demanda da população.

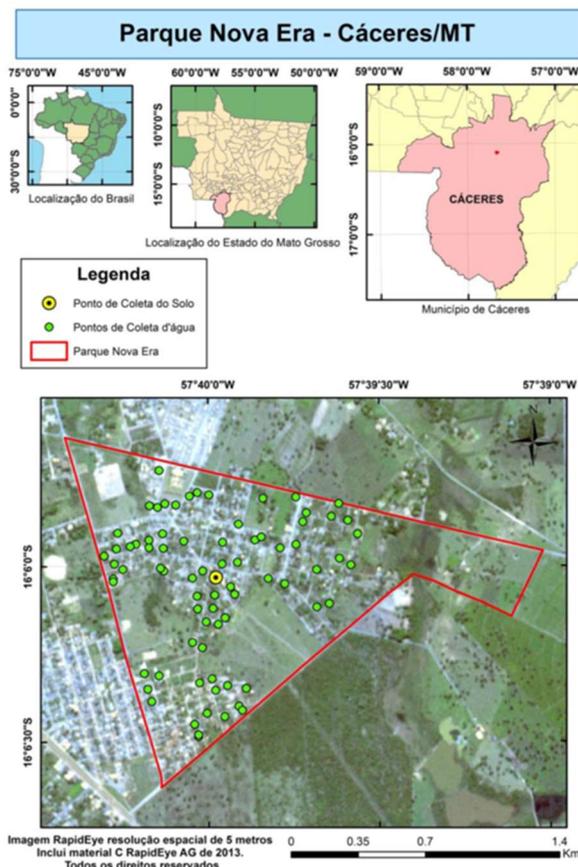


Figura 1: Localização da área de estudo e os pontos de coleta de água e solo no Bairro Parque Nova Era, Cáceres/MT.

Procedimentos Metodológicos de Análises dos Parâmetros de Qualidade da água

Seleção dos pontos

Pontos de coleta de água foram pré-selecionados com base análise das plantas do sistema de distribuição de água fornecida pelo Serviço de água e Esgoto de Cáceres (SAEC), dos dados do censo, e pela vigilância sanitária, identificando áreas com maior risco de contaminação. Após levantamento dos dados foram delimitadas: (1) áreas com abastecimento inexistente; (2) áreas com maior incidência de fossas rudimentares; (3) áreas abastecidas que utilizam de poços. Dos pontos pré-selecionados para coleta das amostras de água após procedimento de aleatorização, gerado pelo programa Epi-Info, versão 7.0, foram selecionados ao total 76 domicílios.

Descrição geral e morfológica do perfil de solo

Para a identificação e descrição morfológica e coleta do solo, foi aberta uma trincheira em um ponto estratégico, centralizado no centro do bairro Parque Nova Era, localizado nas coordenadas geográficas 16°6'01,9" latitude Sul e 57°39'58,6" longitude Oeste, com altitude de 157 metros (Figura 1), identificado por um ponto amarelo, cuja Figura encontra-se no item 3.1.

A descrição geral e morfológica e a coleta do solo para determinação dos atributos físicos e químicos do solo seguiram a metodologia de Santos et al. (2005). Para isso foi aberta uma trincheira com medidas de 1,0 metro entre as laterais e 1,50 metros de profundidade. Foram identificados e demarcados 6 (seis) sub-horizontais de solo, em função de aspectos morfológicos. Os horizontes foram descritos e uma amostra de cada horizonte foi coletada para análises dos seus atributos físicos e químicos, totalizando então 6 (seis) amostras. A cor de cada sub-horizonte do solo foi determinada utilizando-se a Carta de Munsell e o solo foi classificado segundo os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013).

As amostras de solo foram colocadas em sacos plásticos, levadas para secar no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Cáceres. Os atributos químicos/físicos avaliados foram os teores de Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Alumínio (Al^{3+}), pH em água, e a matéria orgânica (M.O) e a textura. Todas as análises químicas e a textura do solo seguiram os métodos preconizados pela (EMBRAPA, 1997). Os valores obtidos dos atributos químicos foram comparados e interpretados de acordo com Tomé Junior (1997) e Ribeiro et al. (1999).

Coleta da água

Foram coletadas amostras em 76 (setenta e seis) poços de abastecimento, no mês de maio de 2015, para a análise de alcalinidade. Os valores de pH, temperatura, oxigênio dissolvido (O.D) e condutividade elétrica, foram determinados *in loco* mediante o uso de uma sonda multiparamétrica modelo Hach HQ40d Multi e a turbidez através do Turbidímetro Policontrol Ap 2000. As amostras para a determinação da alcalinidade foram coletadas em garrafas de polietileno com volume de 500 mL e armazenadas em um isopor com gelo, para preservação das amostras, segundo a metodologia (CETESB, 2012).

Nos domicílios onde a água é captada por bomba, as amostras foram coletadas em pontos antes do reservatório, onde a água era captada por balde e corda, foi utilizado um balde de inox e uma corda nova utilizada apenas nas coletas. Nos poços onde houve a coleta da amostra de água com balde, foi utilizado o mesmo balde lavado pela própria água do poço, 03 vezes, segundo a (BRASIL, 1987), de preservação e técnicas de amostragem. As Figuras 2 a 3 ilustram alguns poços onde foram realizadas as coletas e as condições do entorno.

Nos poços rasos, denominado boca larga ou cacimba, com profundidade média de 10,5 m e largura média, 1,25 m a coleta foi realizada com balde inox e corda, como ilustra a Figura 2. Antes de cada coleta a

água em poços que utilizavam captação por bombas, a água bombeada nos primeiros 05 minutos foi descartada, nos poços semiartesianos a água foi coletada na primeira água bombeada como ilustrado na Figura 3. Em algumas exceções a água foi coletada na torneira do reservatório, já que o poço era lacrado e não apresentava pontos de coleta.

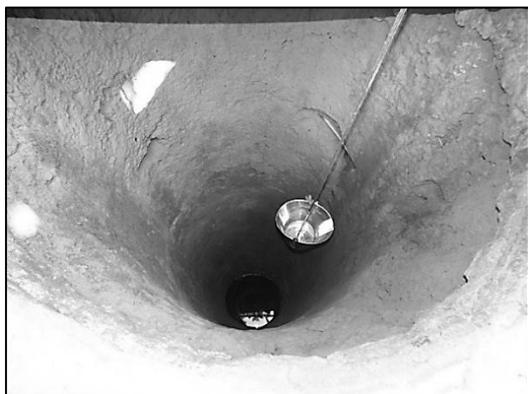


Figura 2: Coleta da água, com balde inox e corda virgem em um poço boca larga do bairro Parque Nova Era.



Figura 3: Poço semiartesiano, captação por bomba.

Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH, turbidez, oxigênio dissolvido (OD), alcalinidade e condutividade elétrica e, os quais foram comparados com a Portaria 2914 do Ministério da Saúde (MS) de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A (Figura 4) ilustra a mensuração dos parâmetros pH, temperatura, OD e condutividade elétrica através da sonda multiparamétrica.



Figura 4: Medição dos parâmetros de qualidade da água com a sonda multiparamétrica em uma amostra coletada de um poço do bairro Parque Nova Era.

RESULTADOS

Classificação do solo

Descrição morfológica

A classe descrita corresponde ao Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, o qual está localizado em área plana, com declive aproximado de 2%. Essa classe corresponde a um solo na qual sua evolução apresenta-se em um estágio mais avançado, o que pode ser atribuído à natureza mais plana do terreno, que favorece uma atuação mais intensa dos processos de formação do solo. Nesse sentido, o modelado do

terreno (morfogênese) associado à natureza dos sedimentos depositados proporcionou a intensificação da atuação dos processos de formação do solo (pedogênese), culminando na formação do Latossolo Resende et al. (2002).

A ausência de pedregosidade e rochiosidade, características dos Latossolos podem ser atribuída ao ambiente de formação do solo, que está localizado em uma área de planície do pantanal mato-grossense, que tem como característica a recepção de sedimentos variáveis oriundas das porções mais elevadas que o circunda, bem como a intensos processos de intemperismo.

Morfológicamente, o solo estudado apresenta-se profundo (acima de 100 cm) (Tabela 1). A presença de estrutura em blocos subangulares ao longo do perfil caracteriza solo bem estruturado, conseqüentemente é friável a muito friável e não apresenta restrições de drenagem interna, o que reflete em maior percolação da água, justificando a drenagem forte que apresenta.

Tabela 1: Descrição morfológica do perfil¹ de solo em uma trincheira aberta no bairro Parque Nova Era, Cáceres, Mato Grosso, 2015.

Hz	Espessura (cm)	Textura (campo)	Coloração		Estrutura (campo)	Consistência		
			Úmido			Seco	Úmido	Molhado
Ap	0-5	Frara	5YR 3/2		BS (MP a MG)	LiD	F	NPI, Lpe
AB	5-15	Frara	5YR 3/3		BS (MP a MG)	LiD	MF	LPI, Lpe
BA	15-35	Frara	5YR 4/6		BS (MP a MG)	Ma	F	PI, Lpe
Bw₁	35-59	Frara	5YR 5/6		BS (MP a Mg)	LiD	MF	PI, Lpe
Bw₂	59-90	Frara	5YR 5/8		BS (MP a MG)	LiD	F	PI, Lpe
Bw₃	90-120 ^{+cm}	Frara	5YR 5/6		BS (MP a MG)	Ma	MF	PI, Lpe

¹Conforme Santos et al. (2005). Horizontes (Hz); Franco Argilo Arenoso (Frara); Bruno avermelhado escuro (5YR 3/2 e 5YR 3/3); Vermelho Amarelado (5YR 4/6, 5YR 5/6, 5YR 5/8 e 5YR 5/6); Muito pequena (MP); Muito Grande (MG); Blocos subangulares (BS); Ligeiramente Duro (LiD), Macio (Ma); Friável (F); Muito Friável Não plástico (NPI); Ligeiramente plástico (LPI); Plástico (NPI); Ligeiramente pegajoso (Lpe).

As cores são brunadas em superfície e amarelo-avermelhados em subsuperfície. A cor bruna pode ser atribuída a deposição da biomassa da braquiária em superfície, o que eleva os teores de matéria orgânica nessa porção do perfil. As cores amarelo-avermelhados refletem a boa condição de drenagem ao longo do perfil.

A consistência do solo seco variou de dura no horizonte superficial a macia e ligeiramente dura em subsuperfície. Quando úmido, a consistência variava ao longo do perfil em friável a muito friável, e quando molhado a consistência variou de não plástica para ligeiramente plástica a plástica, conforme o perfil foi se aprofundando. O solo molhado era ligeiramente pegajoso em todos os horizontes (Tabela 1). As características da consistência seca, úmida e molhada refletem o caráter franco argilo arenosa do solo.

Raízes fasciculadas, muito fina, em pouca quantidade nos horizontes Ap, AB e BA e raízes fasciculadas, muito finas e poucas nos horizontes Bw₁, Bw₂ e Bw₃. Freitas (2008) afirmam que as raízes finas das plantas constituem um dos principais meios para acessar os recursos do solo, sendo que seu comprimento e número são indicadores da capacidade de absorção de nutrientes.

Nos horizontes Ap e AB foram observados a presença de galeria de cupins. Segundo Howard et al. (1982), a necessidade de água dos cupins subterrâneos é alta, necessitando assim de fontes disponíveis de umidade, por isso, a temperatura, o tipo e solo e a umidade são os fatores que mais influenciam no estabelecimento de colônias de cupins.

Foram observados a presença de carvão vegetal nos horizontes Bw₂ e Bw₃, provavelmente oriundos de queimadas. Madari et al. (2009) afirmam que o carvão vegetal no solo é um material eficiente para sequestro de carbono e atua como condicionador na melhoria das características do solo, além de garantir a resistência do solo à degradação química, por apresentar grupos aromáticos condensados, cujos carbonos alternam entre si ligações simples e duplas.

O carvão mineral pode ser muito poluidor, pois apresenta substâncias chamadas de sulfetos que podem reagir quimicamente com o ar ou água (por causa da presença de oxigênio) e forma substâncias como o ácido sulfúrico e sulfato ferroso que vão para o subsolo e para o lençol freático (água subterrânea), contaminando solos, rios e lagos.

Atributos físicos e químicos do solo

A textura apresentada ao longo de todo o perfil era franco argilo arenosa (Tabela 2). De acordo com Ferraz et al. (2008), a textura é uma das características físicas mais importantes do solo, pois influencia os atributos físico-químicos quando em associação com a matéria orgânica e a composição mineralógica das argilas, determinando o comportamento do solo em relação à aeração, infiltração, drenagem, retenção de água, cuja consistência e erodibilidade. Nesse sentido, o solo estudado apresenta uma classe textural que reflete uma boa aeração, boa infiltração de água, baixa retenção de água, a consistência exibida permite ampliar os tipos de uso e a erodibilidade é diminuída por apresentar um relevo plano.

Tabela 2: Atributos físicos do perfil de solo Cáceres-MT.

Horiz.	Espessura cm	Areia g/kg	Silte	Argila	Classe Textural
Ap	0-5	590	107	303	Franco Argilo Arenosa
AB	5 - 15	640	83	277	Franco Argilo Arenosa
BA	15 - 35	656	77	267	Franco Argilo Arenosa
Bw ₁	35 - 59	623	84	293	Franco Argilo Arenosa
Bw ₂	59 - 90	640	83	277	Franco Argilo Arenosa
Bw ₃	90 - 120 ^{+cm}	623	80	297	Franco Argilo Arenosa

A característica química do solo permite determinar a capacidade do solo em seu ambiente de formação, em ter e fornecer elementos químicos ao ambiente. Neste caso, é um atributo importante de análise para entender a dinâmica geoquímica dos elementos químicos que transitam entre o solo e a água.

Considerando-se os valores de pH, em água adotando a proposição de Alvarez et al. (1999), nota-se que o solo apresenta acidez fraca na superfície, até profundidade de 59 cm e, acidez média na subsuperfície, até profundidade de 120 cm. Esse solo apresenta uma variação química ao longo do perfil e com valores baixos a médio de CTC efetiva, o que caracteriza uma baixa capacidade do solo em reter íons.

A baixa CTC efetiva, aliado à textura média do solo ora estudado favorece a lixiviação de nutrientes. O solo apresenta elevada saturação por bases (superior a 50% - eutrofia) até a profundidade de 59 cm e, uma baixa saturação por base (inferior a 50%), na porção inferior do perfil, até a profundidade de 120 cm.

A eutrofia pode ser atribuída a maior concentração dos íons Ca²⁺ e Mg²⁺, sendo mais expressivo o primeiro, que alcança uma variação de 36,20 a 48,13% de saturação até a profundidade de 59 cm. A distrofia em profundidade (59 a 120 cm) pode ser atribuída a maior saturação pelo Al³⁺, variação de 29,69 a 27,78%

e, pelo H^+ que apresenta saturação variando entre 60,62 e 63,14%.

No Brasil o teor de matéria orgânica no solo é considerado alto quando o resultado é maior que 25 g dm^{-3} , (SANTOS, 2005). Observa-se na Tabela 3, que os valores encontrados variam de 9,2 a 18,7 g dm^{-3} , portanto, teores baixo e médio. O Al^{3+} em excesso é um fator limitante à produção agrícola devido à sua toxidez (SILVA, 2004), portanto, os muito baixos teores de alumínio trocável Ribeiro et al. (1999) até a profundidade de 59 cm observados nesse solo, pode ser considerado um ponto positivo do perfil de solo analisado. Em valores de pH em água acima de 5,6 possivelmente não se deve encontrar mais Al^{3+} , pois este já deve ter sido precipitado em outras formas de hidróxido de alumínio, $Al(OH)_3$ não detectáveis na análise, como $Al(OH)_2^+$ e $Al(OH)_2^+$.

Tabela 3: Atributos químicos do perfil do solo no bairro Parque Nova Era, município de Cáceres, MT.

Horiz.	Prof. cm	pH		P Mgdm ⁻³	K cmol _c .dm ⁻³	Ca ⁺² cmol _c .dm ⁻³	Mg ⁺² cmol _c .dm ⁻³	Al ³⁺ cmol _c .dm ⁻³	H ⁺ g/dm ³	M.O g/dm ³	SB cmol _c .dm ⁻³	t %	T %	V %	SATURAÇÃO (%)				m %
		H ₂ O	CaCl ₂												Ca	Mg	K	H	
Ap	0 - 5	6,5	5,8	15,6	0,22	2,45	1,00	0,00	1,43	18,7	3,67	3,67	5,09	72,10	48,13	19,65	4,40	28,00	0,00
AB	5 - 15	6,5	5,7	2,8	0,10	1,90	0,75	0,00	1,38	12,8	2,75	2,75	4,13	66,59	46,00	18,16	2,49	33,29	0,00
BA	15-35	6,4	5,6	2,5	0,08	1,80	0,66	0,00	1,32	10,2	2,54	2,54	3,87	65,63	46,51	17,05	2,12	34,24	0,00
Bw ₁	35 - 59	6,1	5,2	3,4	0,06	1,60	0,62	0,00	2,13	13,4	2,29	2,29	4,42	51,81	36,20	14,03	1,59	48,08	0,00
Bw ₂	59-90 ⁺	5,2	4,5	1,2	0,04	0,75	0,25	0,40	2,48	10,7	1,04	1,44	3,92	26,53	19,13	6,38	1,08	63,14	27,78
Bw ₃	90-120 ⁺	5,3	4,5	1,8	0,05	0,60	0,25	0,38	1,97	9,2	0,90	1,28	3,25	27,69	18,46	7,69	1,58	60,62	29,69

Legenda: (SB) Soma das bases; (t) CTC efetivo; (T) CTC; (V) Saturação por base; (m) Saturação de alumínio.

Os valores de Al^{3+} são mostrados nos horizontes Ap, AB, BA e Bw₁, não foram encontrados teores de Al^{3+} , pois o pH em água estava acima de 5,6 (Tabela 3). No entanto, nas profundidades acima de 59 cm o teor de Al^{3+} alcança valores 0,38 no Bw₃ e 0,40 no Bw₂, com saturação por alumínio 27,78 e 26,69% e pH 5,2 e 5,3 respectivamente.

O nível crítico de potássio (K^+) no solo para as plantas cultivadas, se situa na faixa de 82 e 90 mg.dm⁻³, pois acima de 120 mg dm⁻³, poderá acontecer toxidez ou aumento da salinidade, podendo interferir nas características da água, segundo Orlando Filho et al. (1981). Todos, os horizontes apresentam teores de K abaixo (Tabela 3) dos relatados Ribeiro et al. (1999), provavelmente refletindo provavelmente a pobreza desse elemento no material de origem ou a elevada lixiviação desse íon, associada à textura franco-argilo-arenosa dele.

Segundo Ribeiro et al. (1999), o cálcio encontrado no solo apresenta teores médios nos horizontes Ap, AB, BA e Bw₁ e, nos horizontes Bw₂ e Bw₃ variaram de muito baixos/baixos. Os teores de Mg²⁺ apresenta bom/muito bom no horizonte Ap, médio nos horizontes AB, BA e Bw₁ e teores muito baixos/baixos nos horizontes Bw₂ e Bw₃. Segundo Santos (2000) águas subterrâneas com presença de íons de Mg²⁺ podem provocar distúrbios gastrointestinais.

Os valores de CTC efetiva é média nos horizontes Ap, AB e BA e, variaram de muito baixos a baixos nos horizontes Bw₁, Bw₂ e Bw₃. Os valores de CTC efetiva médios nos horizontes de superfície e até a profundidade de 35 cm pode ser atribuído a matéria orgânica do solo. E os valores muito baixos/baixos nos horizontes Bw₁, Bw₂ e Bw₃, indicam que o solo é de baixa capacidade de troca catiônica Bönisch et al. (2004), podendo também ser devido a baixa concentração de M.O em profundidade e à qualidade dos argilominerais

presentes.

Os valores da capacidade total de troca dos cátions (CTC a pH 7,0) obtidos no perfil do solo apresentam variações ao longo perfil, sendo teores médios no horizonte Ap e Bw1, muito baixos/baixos teores nos horizontes AB, BA, Bw2 e Bw3. Estes valores podem ser atribuídos à textura predominantemente franco argilo arenosa ao longo de todo o perfil, indicando baixa capacidade para reter cátions. Dessa forma, há uma tendência de lixiviação de cátions básicos, tais como o K⁺ e Na⁺ fato que pode comprometer a qualidade das águas. Como se encontra na **Tabela 3** de atributos químicos do perfil do solo no bairro Parque Nova Era, município de Cáceres, MT, que está em anexo.

Análise de água

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH da água subterrânea apresentou uma variação de pH de 3,91 a 6,43, cujo ponto 48 com 10 metros de profundidade apresentou o menor valor de pH. A norma da Portaria n° 2914 do Ministério da Saúde Brasil (2011) estabelece que o pH da água destinada ao abastecimento humano deve situar-se entre 6,0 e 9,0. Baseado nessas informações, apenas 5,26% dos domicílios possuem o pH de acordo com a portaria 2914/2011, de destinação da água para o abastecimento humano. Conforme Casali (2008) e Salomão et al. (2012), a amplitude nos valores de pH justifica-se pela composição química das águas, que pode ser influenciada pela formação geológica que armazena a água, pelo nível de contaminação da água e pelo sistema de captação e armazenamento de água utilizado. Segundo a (ANA, 2007), valores de pH em desacordo com os limites preconizados pela legislação, podem ser influenciados pela caracterização da área onde há ausência de esgotamento sanitário, com inúmeras fossas ativas e desativadas, e poços de captação da água com problemas construtivos. Águas consideradas ácidas quando consumidas durante 10 a 20 anos, podem causar problemas gástricos, como gastrites, úlceras e câncer de estômago.

Temperatura

As amostras analisadas apresentaram temperatura média de 28,30°C, variando de 26,50 a 32,10 °C. A variação encontrada pode ser justificada pela diferença de profundidade dos poços, uma vez que ela exerce influência sobre a temperatura. Poços mais profundos apresentam temperatura menor em relação a poços mais rasos (MENEZES, 2012).

Como os poços apresentavam profundidade, em média, de 10,50 m, com nível de água em torno de 4 a 6 metros, com exceções de 2 (dois) poços, que apresentaram medidas de 20 e 30 metros. Portanto a maioria dos poços podem ser considerados rasos ou semiartesianos.

Turbidez

O parâmetro turbidez apresentou um valor médio de 9,85 UNT, variando de 0,06 a 142,0 UNT. Dentre as amostras analisadas, 19,73% ficaram fora do padrão de potabilidade de 5 UNT, estabelecido pelo

Ministério da Saúde (BRASIL, 2011). Geralmente, as águas subterrâneas têm baixos valores de turbidez, devido ao efeito filtro do solo Silva et al. (2014).

Segundo a Binotto (2012) a turbidez pode ser provocada pela presença de matéria orgânica, algas, plâncton, ou até mesmo por substâncias como zinco, ferro, manganês e areia, resultados do processo natural de erosão ou de despejos domésticos e industriais.

De acordo com Brum et al. (2016), o aumento da turbidez em água de poços pode ser causado pelo carreamento e lixiviação das paredes dos poços quando eles não possuem proteção adequada, fazendo com que aumente a concentração de partículas em suspensão e a turvação da água.

Em estudos realizados pelo mesmo autor outra provável causa do aumento dos valores de turbidez nas águas de poços em bairros que não possuem rede de esgotamento sanitário, como é o caso do bairro estudado, pode advir da contaminação do esgoto residencial descartado em fossas sépticas e rudimentares, próximas. Esses fatores podem ter contribuído para o aumento da turbidez em alguns dos poços estudados.

Condutividade elétrica

Os valores da condutividade elétrica nos poços de água amostrados variaram entre 13,55 e 1049,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, com uma média de 151,55 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Quando a condutividade elétrica exceder 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, indica poluição ou grande escoamento de terra nas águas (CHAPMAN, 1998). A portaria nº 2914 de 2011 do Ministério da Saúde, não faz referência a valores máximos ou mínimos de condutividade elétrica. No entanto, segundo (CHAPMAN, 1998), a condutividade elétrica em águas doces varia de 10 a 1000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Este parâmetro pode sofrer influência das características hidrogeológicas da região e da contaminação por esgoto doméstico provenientes de fossas rudimentares. Em períodos chuvosos pode ocorrer o aumento da condutividade, possivelmente decorrente do aumento do nível do aquífero freático, aliado ao aumento de sais dissolvidos e partículas, bem como pela contaminação por esgoto doméstico (SILVA et al., 2014; BRUM et al., 2016).

Oxigênio Dissolvido (OD)

Algumas amostras apresentaram resultados acima do padrão encontrado em águas subterrâneas (0 a 5 mg/L), segundo (SANTOS, 2000), ficando o OD das amostras entre 0,98 e 7,57 mg/L, com média de 4,37 mg/L. Apesar de algumas amostras estarem acima do valor normalmente encontrado, a média das amostras ficou dentro dos padrões observados por (SANTOS, 2000) para águas subterrâneas. Esse parâmetro não é estipulado pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Segundo Janzen (2008), o baixo nível de oxigênio dissolvido indica consumo de oxigênio por decomposição da matéria orgânica ou respiração realizada por micro-organismos.

Alcalinidade

Os valores calculados de alcalinidade, variaram entre 0,15 e 74,57 mg/L HCO_3 , com média em torno de 8,03 mg/L HCO_3 . A capacidade de neutralização das águas dos poços amostrados está relacionada à

quantidade de bicarbonatos uma vez que os valores de pH se mantiveram abaixo de 8,3 mg/L HCO₃. O resumo das análises dos parâmetros citados acima, com os valores máximos, mínimos, médias e medianas, para serem comparados, estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4: Descritores estatísticos das variáveis indicadoras de qualidade de água subterrânea para consumo humano e sua comparação com os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Parâmetros	Unidade	Estatística Descritiva				Padrões
		Valores Mínimos	Média	Mediana	Máximos	Portaria 2914/2011
Propriedades Físicas						
Temperatura	°C	26,50	28,30	28,40	32,10	NPD
Turbidez	UNT	0,06	9,85	2,46	142,0	5
Condutividade Elétrica	µS.cm ⁻¹	13,55	151,55	84,85	1049,0	10 –1000*
Propriedades Químicas						
PH		3,91	5,12	5,12	6,43	6,0 – 9,0
Oxigênio Dissolvido	Mg/L	0,98	4,37	4,05	7,57	NPD
Alcalinidade	Mg/LHCO ₃	0,15	8,03	6,25	74,57	NPD

*Classificação segundo Chapman et al. (1996); Notas: UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez, NPD – Não Possui Definição.

DISCUSSÃO

Relações Entre as Características Físicas e Química do Solo e da Água

Os valores de pH encontrados na água podem ter sofrido interferência do solo, pois nas análises físico-químicas do solo houve uma variação nos valores de pH ao longo do perfil estudado, de 5,2 a 6,5, indicando uma acidez média na subsuperfície, e os valores de pH em água, na maioria dos poços analisados, foram considerados ácidos, apenas os poços 3, 12, 13, 20 e 32 apresentaram pH de acordo com a norma estabelecida (ABNT, 1987).

A saturação por base analisados no perfil do solo a partir de 50 cm em diante, é baixa, caracterizando o solo como distrófico, essas características podem ser referentes a concentração de H⁺ elevado e de Al³⁺ encontrados no perfil do solo. Tais parâmetros também são influenciadores nas características químicas da água de poço, pois sendo um solo favorável para infiltração, o solo estudado apresenta uma classe textural que reflete uma boa aeração, boa infiltração de água e baixa retenção de água, com isso, tais parâmetros podem influenciar também no pH da água. O aumento da concentração de alumínio pode estar associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez (SHINZATO, 1997).

As alterações de condutividade elétrica em alguns pontos, onde foram encontrados valores altos, nos poços 29, 65 e 66 podem ser apontadas por alguns minerais encontrados no solo, que podem ter contribuído para o aumento dessa concentração em alguns pontos de coleta, tais como, o carvão mineral, pois apresenta substâncias chamadas de sulfetos que podem reagir quimicamente com o ar ou água (por causa da presença de oxigênio) e formar substâncias como o ácido sulfúrico e sulfato ferroso que vão para o subsolo e para o lençol freático (água subterrânea). Também foram encontrados teores de Mg²⁺ e de Ca²⁺ que podem contribuir para as alterações de condutividade elétrica nas águas subterrâneas.

CONCLUSÕES

O solo analisado foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico, profundo, de

textura franco argilo arenosa com boa drenagem e baixa capacidade de retenção de cátions, como possui uma boa infiltração é um indicador que influencia nas características das águas subterrâneas.

Nas residências que tiveram a qualidade das águas dos poços avaliadas, 76% da população utilizava essa água como única alternativa para o abastecimento de água e somente 24% usavam a água apenas para limpeza doméstica, regar plantas e tomar banho.

Assim, os poços rasos se tornaram alternativa de baixo custo para o abastecimento residencial no bairro Parque Nova Era o que pode trazer risco de contaminação a população por ausência de rede de esgotamento sanitário nas residências participantes do estudo. O esgoto descartado em fossas rudimentares, que em muitas das vezes estão próximas aos poços rasos aumentam a vulnerabilidade à contaminação e alteração na qualidade da água.

Dessa forma o saneamento é uma estratégia na mitigação ou reversão dos impactos negativos das modificações ambientais e deve ser prioridade do poder público para assim, garantir a qualidade de vida da população, tornando o acesso universal e de qualidade ao saneamento básico no Brasil uma realidade.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898:** Normas técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. São Paulo: ABNT, 1987.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil.** Brasília: ANA, 2007.

ALVAREZ, V. V. H.; NOVAES, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S.. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H.. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5** Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

BINOTTO, D.. **Proposta de enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Arroio Jucutinga, Município de Ivorá-RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

BÖNISCH, S.; ASSAD, M. L. L.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.. Representação e propagação de incertezas em dados de solos. I-Atributos categóricos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.1, p.21-32, 2004.

BRASIL. **Portaria n. 2914.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: DOU, 2011.

BRASIL. **Resolução n. 386.** Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Resolução Conama n. 396, de 3 de abril de 2008 Seção 1, páginas 64-68 Brasília DOU n. 66, de 7 de abril de 2008. Brasília: DOU, 2008.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B... Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: Avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**, v.32, n.2, p.179-188, 2016. DOI:

<http://doi.org/10.15628/holos.2016.2714>

CASALI, C. A.. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul.** Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Qualidade das águas superficiais de São Paulo 2011.** São Paulo: CETESB, 2012.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V.. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D.. **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring.** 2 ed. Cambridge: UNESCO, 1996.

CHAPMAN, D.. **Water Quality Assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring.** 2 ed. Cambridge: UNESCO, 1998.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análises de solo.** 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Terceira Versão do Sistema brasileiro de classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FERRAZ, R. P. D.. Fundamentos de morfologia, pedologia, física e químicos do solo de interesse no processo de recuperação de área degradada. In: TAVARES, S. R. L.. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de Recuperação.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008.

FREITAS, T. A. S.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura. **Ciência Florestal**, v.18, n.1, p.133-142, Santa Maria, 2008.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/19805098518>

GOMES, A. I.; VILAR, V. J. P.; BOAVENTURA, R. A. R.. Synthetic and natural waters disinfection using Natural solar radiation in a pilot plant with CPCs. *Catalysis Today*, v.144, p.55-61, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.cattod.2008.12.023>

HOWARD, R. W.. Abundance, distribution and coloni size estimates for *Reticulitermes* spp. (Isoptera: Rhinotermitidae) in southern Mississippi. *Environmental Entomology*, v.11, n.6, p.1920-1293, 1982.

JANZEN, J. G.; SCHULTZ, H. E.; LAMON, A. W.. Medidas da concentração de oxigênio dissolvido na superfície da água. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.278-283, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522008000300006>

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A.. **Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio):** suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. Embrapa, 2009.

MENEZES, J. P. C.. **Influência do uso e ocupação da terra na qualidade da água subterrânea e sua adequação para consumo humano e uso na agricultura.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Águas subterrâneas:** um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília: MMA, 2007.

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELLO JUNIOR, E.; RODELLA, A. A.. Calibração do potássio no solo e recomendação de adubação para cana-de-açúcar. *Brasil Açúcar*, v.97, p.18-24, 1981.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P.. **Pedologia e Fertilidade do Solo:** Interações e Aplicações. Brasília: Min. Educação; Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras; Piracicaba: Potafos, 1988.

RIBEIRO, M. L.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. V.. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais 5ª Aproximação.** Viçosa: Comissão de

Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

SALOMÃO, F. X. T.; MADRUGA, E. L.; MIGLIORINI, R. B.. Carta geotécnica do perímetro urbano da Chapada dos Guimarães: subsídios ao plano diretor. *Revista do Instituto de Geociências da USP*, São Paulo, v.12, n.1, p.15, 2012. DOI: <http://doi.org/10.5327/Z1519-874X2012000100002>

SANTOS, A. C.. Noções de Hidroquímica. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.. **Hidrogeologia:** conceitos e aplicações. 2 ed. Fortaleza: UFPE, 2000.

SANTOS, R. D.. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 5 ed. Viçosa: SBCS, 2005.

SHINZATO, M. C.. **Comportamento geoquímico de íons metálicos associados a solos/sedimentos e águas subterrâneas em indústrias de reciclagem.** Exame de qualificação. São Paulo: Instituto de geociências da USP, 1997.

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B.. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v.19, n.1, p.43-52, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522014000100005>

SOUZA, V. C. A. B.. Qualidade da água subterrânea do Bairro Perpétuo Socorro de Santa Maria – RS. *Revista Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria*, v.5, n.1, p.31-49, 2004.

TOMÉ JUNIOR, J. B.. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997.

TROJAN, M. D.. Effects of land use on ground water quality in the Anoka Sand Plain aquifer of Minnesota. *Ground Water*, Minnesota, v.41, n.4, p.482-492, 2003.

TUNDISI, J. G.. Recursos Hídricos. *Multiciência*, São Carlos, v.1, n.1, 2003.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. M.. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotropical*, v.10, n.4, p.67-76, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000400010>

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.