

## **IV-094 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DOS POÇOS E IDENTIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS USOS – ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DE CRUZ DAS ALMAS (UFRB)**

**Rosa Alencar Santana de Almeida** <sup>(1)</sup>

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Bahia. Mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela Escola Politécnica – UFBA. Doutora em Energia e Ambiente pelo Centro Interdisciplinar de Energia e Ambiente – UFBA. Professora Dr<sup>a</sup> da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB.

**Gilmara Fernandes Eça** <sup>(2)</sup>

Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2005). Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais – UESC. Doutora em Química Analítica, pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Professora Dr<sup>a</sup> da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB.

**Laíza Santos de Oliveira** <sup>(3)</sup>

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Amazonas, 293 Apto 301 - Pituba - Salvador - BA - CEP: 41830-380 - Brasil - Tel: (71) 3240-1431 - e-mail: [rosaalencar@ufrb.edu.br](mailto:rosaalencar@ufrb.edu.br)

### **RESUMO**

A água que circula nos espaços vazios abaixo da superfície da terra constitui reservas importantes de recursos hídricos. A gestão da demanda e o uso consciente são pilares importantes para preservação destes estoques. Este trabalho objetivou investigar e caracterizar a qualidade das águas de poços localizados na área do campus da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia em Cruz das Almas, com a finalidade de identificar e propor usos adequados à qualidade encontrada. Para alcançar estas metas, os poços foram cadastrados e caracterizados, determinando-se os usos principais e secundários, além do que foram observados alguns fatores interinentes na qualidade do recurso hídrico relacionados à sua localização. Os resultados mostraram que 71% dos poços estão sem uso. E que os poços em operação são usados para irrigação (10%), higiene pessoal (9%), preparação de alimentos (5%) e abastecimento de veículo transportador de água (5%). A análise da qualidade da água revelou que os poços profundos têm água de boa qualidade, enquanto que as cisternas estão desconformes aos padrões exigidos pela legislação. Com isso, podem ser recomendados usos nobres, após avaliações de vazões e tratamentos adequados, e também outros usos, tais como: lavagem em geral, bacia sanitária e regar jardim. A água subterrânea no campus tem importante função, e deste modo a sua proteção é fator indispensável. Assim, devem ser tomados os cuidados necessários para reduzir e eliminar as possíveis rotas de contaminação, a fim de minimizar os riscos de depleção da qualidade da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** e-IQUAS, Índice de Qualidade de Água, Saneamento, Água Subterrânea.

### **INTRODUÇÃO**

A água é um dos elementos da natureza indispensável à vida. Sem ela não existe respiração, reprodução, fotossíntese, tampouco nenhum processo que assegure a existência dos seres vivos. Mesmo havendo grande quantidade de água doce no Brasil, superficial e também subterrânea, crescem os desafios na gestão dos recursos hídricos. O crescimento populacional e outras demandas sobre os recursos disponíveis agravam este quadro, suscitando discussões sobre a disponibilidade hídrica, e gerando dúvidas se os recursos irão atender às gerações futuras, principalmente para consumo humano. Ademais, este cenário afeta tanto as águas superficiais e como os compartimentos subterrâneos.

A importância da água para os múltiplos usos destaca a necessidade da sua conservação e da manutenção do seu padrão de qualidade, pois, estes fatores influenciarão diretamente na saúde humana. Usufruir de uma água de boa qualidade é requisito indispensável para o bem-estar individual e social. Por outro lado, a água também pode atuar como veículo transmissor de doenças, pois, quando contaminada, pode ser fonte de problemas à saúde podendo levar até a morte (SANTOS et al., 2013). As ações de vigilância da qualidade da água são

responsáveis por minimizar estes riscos, agindo como ação preventiva sobre o sistema público e sobre as soluções alternativas de abastecimento de água.

A disponibilidade de água em qualidade e quantidade deve ser suficiente para promover a manutenção da vida, e por isso deve receber proteção. Nessa perspectiva, um conjunto de leis, decretos, portarias, resoluções, envolvendo o poder público, a sociedade civil e o empresariado nacional, torna possível a gestão adequada dos recursos hídricos visando o controle quantitativo e qualitativo dos usos múltiplos da água como um mecanismo fundamental, além de estabelecer o direito legal ao uso das águas por meio de outorga. Para isso, a gestão e o monitoramento vêm a contribuir quanto à eficácia na proteção, manutenção, melhoria e remediação dos recursos hídricos, e auxiliar na tomada de decisões.

A água subterrânea, como fonte alternativa, vem se destacando como um recurso indispensável ao abastecimento humano, principalmente para as populações que não dispõem do acesso à rede pública ou não tem o fornecimento com frequência regular (IRITANI; EZAKI, 2008). As diversas vantagens para o uso da água subterrânea, como fonte de abastecimento humano, destacam seu menor custo de investimento para captação, manutenção e operação em relação às águas superficiais, além de dispensar um tratamento especial, necessitando apenas, na maioria dos casos, de simples desinfecção. Também se trata de uma alternativa mais viável em locais onde a disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo é satisfatória e que possuem baixa densidade demográfica.

No Brasil, os aquíferos contribuem para que boa parte dos rios brasileiros seja perene, ou seja, não sequem no período da estiagem. Por serem relativamente abundantes, compondo uma parcela significativa da água potável utilizada para consumo humano, agricultura e outros fins, o acompanhamento das condições das águas subterrâneas é muito importante. A sua qualidade, como a de qualquer outra água, deve estar dentro dos padrões vigentes de uso, considerando que ela também está suscetível às condições ambientais.

A poluição dos recursos hídricos subterrâneos pode acontecer por fontes naturais, atividades humanas (pontuais e difusas) e pela exploração excessiva de água (IRITANI; EZAKI, 2008). Porém, as águas subterrâneas normalmente apresentam melhor qualidade em relação às águas superficiais. As consequências dessa exploração são problemas como: interferências entre poços, redução de fluxo de base dos rios, impactos de áreas encharcadas e redução das descargas de fontes e nascentes. Os poços inativados podem ser um meio de poluição de água subterrânea. Além disso, se avalia que, em muitos casos, a água pode estar sendo usada para fins potáveis (ex. ingestão, preparação de alimentos, higiene pessoal) sem avaliação dos riscos inerentes ao seu uso.

Na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) é possível detectar características relacionadas à situação brasileira. Foram demonstrados alguns casos de utilização de poços para diversos usos da água, além da identificação de uma grande quantidade de poços inativos, que justificaram a realização desta pesquisa. Deste modo, não se pretendeu apenas relatar os casos existentes e quantificar os poços de acordo com seu determinado uso, se houver, mas, sobretudo investigar e avaliar a qualidade das águas que estão sendo exploradas e propor utilização compatível com a qualidade e disponibilidade do recurso.

Portanto, este trabalho buscou caracterizar a qualidade das águas dos poços localizados na área de campus Cruz das Almas da UFRB. Primeiramente, identificando-os e conhecendo o perfil de cada um deles, e em seguida determinando a qualidade da água explorada, por meio da coleta de amostras e análise de parâmetros: físicos, químicos e microbiológicos. A finalidade foi contribuir para definição de possíveis usos, adequando-os de acordo com a qualidade requerida.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **SELEÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Cruz das Almas está localizado no Recôncavo Sul da Bahia, distante cerca de 150 km da capital Salvador. Segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no último censo, o município contava com 58.606 habitantes e densidade demográfica de 402,14 hab/km<sup>2</sup> em 2010, e ainda uma estimativa de 64.932 habitantes para 2017 (IBGE, 2010).

No município, encontra-se o campus sede da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), local escolhido para realização deste trabalho. A UFRB é uma Autarquia, criada pela Lei 11.151 de 29 de julho de 2005, por desmembramento da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, com sede e foro na cidade de Cruz das Almas. A Figura 1 representa a localização da universidade, adaptado na plataforma QGIS®.

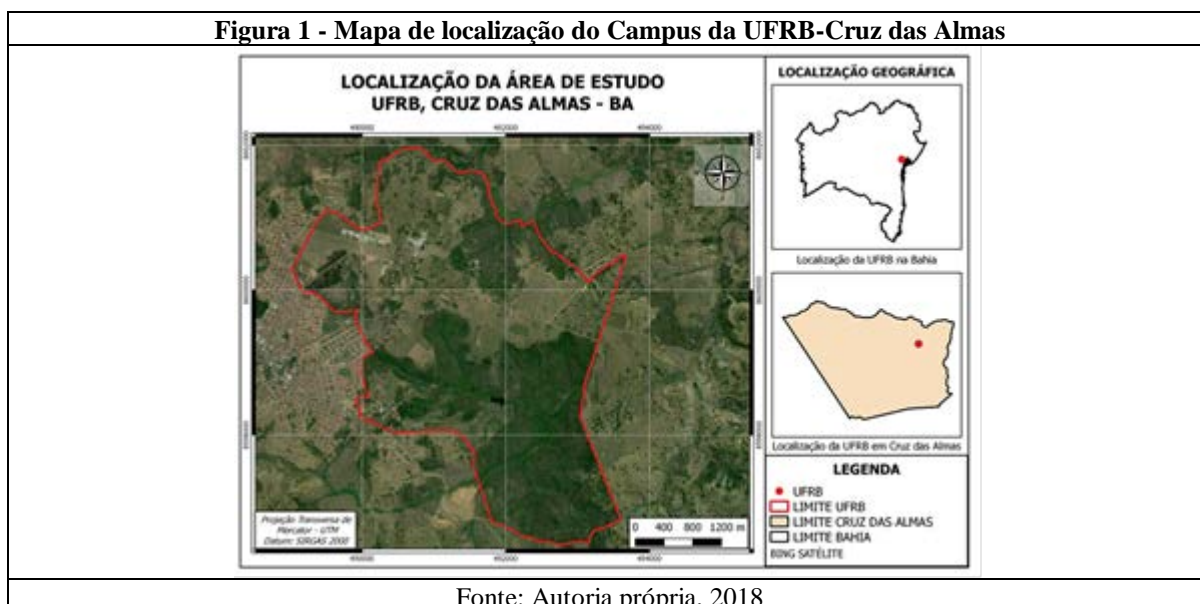
Em relação à infraestrutura de saneamento básico, o tratamento de esgoto na UFRB é feito por meio de fossas sépticas, decorrente da falta da rede pública. Esta informação chama à atenção para um aspecto relevante na qualidade das águas subterrâneas, pois pode conferir impactos na qualidade da água do aquífero freático.

Já o abastecimento de água no campus é feito em quatro modalidades: rede de distribuição, operada pela Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), veículos transportadores e também poços, profundos e rasos (cisternas). Visto que a UFRB possui grande demanda de abastecimento de água para consumo humano, foram identificados poços para captação de água subterrânea em diferentes locais do campus.

A diversidade de poços, os variados usos das suas águas e os altos custos gerados à instituição com o consumo da água fornecida pela EMBASA, abrangendo diversos setores do campus foram alguns dos aspectos que fomentaram esta pesquisa.

Assim, com o intuito de aproveitar este recurso dentro da própria universidade, identificou-se como objetivo avaliar a qualidade da água com a finalidade de indicar os possíveis usos. Tal iniciativa teve como mote a redução da demanda de água da rede de distribuição, e consequentemente a diminuição dos gastos com a compra dos serviços, como também a proteção a possíveis danos à saúde dos utilizadores, nos casos de qualidade inadequada ao uso humano.

**Figura 1 - Mapa de localização do Campus da UFRB-Cruz das Almas**



Fonte: Autoria própria, 2018

## IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS

Com a utilização do sistema de posicionamento global (GPS), foram identificadas as coordenadas geográficas dos poços existentes na área de estudos. Feito isto, utilizou-se a plataforma QGIS® para tratamento dos dados e geração de mapas, como mostra a Figura 2.

**Figura 2 - Mapa de localização dos poços em estudo (GPS)**



Fonte: Autoria própria, 2018

Foram identificados tanto os poços profundos (tubulares), alguns deles perfurados pela Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia (CERB) nos anos entre 2008 e 2010, como também poços rasos, conhecidos pelos usuários como cisternas ou poço amazonas. Localizaram-se sete poços tubulares profundos e mais quatorze poços rasos (cisternas), totalizando vinte e uma ocorrências.

## **DETERMINAÇÃO DOS USOS DA ÁGUA**

Para conhecer os usos atuais da água foi utilizada a técnica de entrevistas. As conversas se deram com utilizadores dos poços em estudo e com servidores envolvidos, e foram abordadas questões sobre o tipo e os usos, e as demandas a serem atendidas pelos poços. Além disso, foram abordados temas sobre a origem da água consumida e o destino dos efluentes.

## **AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Dos vinte e um poços cadastrados, sete foram escolhidos para a avaliação da qualidade da água, em apenas uma campanha. O critério de escolha se deu a partir das condições físicas e de acessibilidade dos poços, além da restrição dos recursos disponíveis em laboratório. São quatro poços profundos, sendo três deles perfurados pela CERB e outro perfurado de forma independente, e os outros três são poços rasos (cisternas). As amostras foram coletadas no dia 18 de junho de 2018 e as análises foram realizadas no decorrer dos meses de junho e julho, tomando os devidos cuidados quanto ao tempo máximo para armazenamento da amostra referente às especificidades de cada parâmetro.

Analisaram-se os parâmetros de investigação mínima sugerida EMBASA para determinação da qualidade da água de poços. O Quadro 1 mostra os parâmetros investigados, e os métodos adotados para determinação das concentrações.

**Quadro 1 – Parâmetros Investigados**

<b>Parâmetros Físico-Químicos</b>		
<b>Parâmetros</b>	<b>Métodos</b>	<b>Fonte</b>
Amônia	Espectrofotométrico	Krom, 1980
Cloreto	Titulométrico de Mohr	Mendham et al, 2006
Condutividade	Condutivimétrico	
Cor	Colorimétrico	
Dureza Total	Titulométrico	Mendham et al, 2006
Ferro	Espectrofotométrico	Mendham et al, 2006
Nitrato	Espectrofotométrico	Schenetger e Lehnert, 2014
Nitrito	Espectrofotométrico	Grasshoff, Erhardt e Kremling, 1999
OD	Sonda Multiparâmetros	
Ph	pHmetro	
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimétrico	NBR 10664/1989
Turbidez	Turbidimétrico	
<b>Parâmetros Bacteriológicos</b>		
Bactérias do grupo Coliformes	Alfakit (Colipaper)	

Fonte: Elaboração própria

## **DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DO USO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (E-IQUAS)**

O e-IQUAS foi desenvolvido observando-se a agregação de parâmetros que produzem efeitos similares na qualidade das águas subterrâneas, agrupados por “Grupo de Alteração” (ou seja, por tipo de intemperismo associado à presença do parâmetro). A partir disso, utiliza o método de operador mínimo para calcular a nota de cada grupo de alteração, gerando um subíndice. Logo, o índice final (e-IQUAS) é caracterizado como a menor nota entre todos os subíndices.

Para o cálculo do e-IQUAS, Almeida (2012) sugere quatro etapas:

1. Seleção dos parâmetros e sua agregação em grupos de alteração;
2. Associação do teor da substância encontrada na amostra de água a uma categoria de concentração que define a nota a ser atribuída ao parâmetro;
3. Atribuição da nota do “Grupo de Alteração” (ou subíndice), utilizando o operador mínimo;
4. Definição do valor do Índice de Qualidade de Uso da Água Subterrânea (e-IQUAS), número adimensional que exprime a qualidade da água. Para definição da nota final de qualidade, utiliza-se a agregação de “operador mínimo”, tal que a nota atribuída ao índice é a menor nota da junção dos parâmetros nos grupos de alterações (C).

Portanto, sendo o e-IQUAS formulado adotando-se o método de “operador mínimo”, tem-se:

$$e-IQUAS = \min(N(G1), N(G2), N(G3)...N(Gn)) \quad (\text{Equação 1})$$

Gj = j-ésimo grupo de alterações (varia de 1 a 8)

N(Gj) = nota do j-ésimo grupo de alterações (20, 40, 60 ou 80)

$$N(Gj) = \min(N(P1), N(P2), N(P3)...N(Pn)) \quad (\text{Equação 2})$$

Pi = i-ésimo parâmetro

O e-IQUAS é determinado pela Equação 1, que agrega as notas dos grupos de alterações (calculadas pela Equação 2), resultando de um número adimensional com valores 20 (ruim), 40 (regular), 60 (boa) e 80 (ótima), associados às quatro categorias de qualidade das águas subterrâneas (ALMEIDA, 2012).

O Quadro 2 exhibe o semáforo de qualidade das águas estabelecido pelo e-IQUAS, com os valores adimensionais referentes à quatro classes.



**Quadro 2: Semáforo de qualidade da água subterrânea**

Classe	e-IQUAS	Qualificação	Semáforo
1	80	Ótima	Blue
2	60	Boa	Green
3	40	Regular	Yellow
4	20	Ruim	Red

Fonte: Adaptado de Almeida (2012)

As experimentações realizadas para homologação do e-IQUAS, em 2012, não contemplaram os parâmetros Amônia e Cor. Deste modo, foi necessário definir as concentrações e notas destes parâmetros, para permitir sua utilização no cálculo do índice aplicado neste trabalho. Logo, baseado em Almeida (2012) e dados obtidos pela WHO (2011), foram determinadas as concentrações limites para cada categoria para estes parâmetros.

## RESULTADOS OBTIDOS

### DAS CARACTERÍSTICAS E USOS ATUAIS

A maior parte dos poços profundos (identificados como P) foi perfurada pela CERB, com profundidade variando entre 72 a 110 metros. A captação da água dos que estão em uso, é feita por bombeamento. Já sobre os poços rasos ou cisternas (identificados como C) não se dispõe de dados. Entretanto, segundo informações não oficiais, as profundidades não ultrapassam 20 metros. Não foram obtidos valores referentes à vazão atual (2018) de nenhum dos poços analisados.

De acordo com os dados da CERB, foi possível caracterizar os poços profundos como aquíferos do tipo fissural de rochas cristalinas com perfil geológico contendo quartzo, feldspato, mica e gnaisses. Já os poços rasos podem ser caracterizados como aquíferos granulares. Eles estão inseridos na Bacia Hidrográfica Atlântico Sul-Leste e nas Sub-bacias dos Rios Paraguaçu.

Como mostra a Figura 3, alguns poços não estão em conformidade de construção e/ou conservação com NBR 12244:2006 (ABNT, 1992). Observam-se poços sem tampa ou com tampa improvisada, ausência de vedação, como também a presença de pequenos animais, vegetação e fossas sépticas em seu entorno. Tudo isso, traz riscos à saúde dos utilizadores da água dos poços, além de possível degradação ao meio ambiente.

**Figura 3 - Situação dos poços em estudo**



Fonte: Autoria própria, 2018

Os principais usos destes recursos estão divididos entre ingestão, higiene pessoal, preparação de alimentos, irrigação, abastecimento do veículo transportador de água. Porém, 71% dos poços estudados estão sem nenhum uso. A falta de uso tem várias justificativas, não obstante acredita-se que, ao conhecer a qualidade e a vazão destes equipamentos, serão envidadas ações para utilização destes recursos.

## DAS ANÁLISES DE LABORATÓRIO

A maioria dos poços analisados apresentou valores satisfatórios às legislações vigentes. Alguns parâmetros analisados manifestaram alterações acima dos teores preconizados como padrão de potabilidade, contudo, a maior parte deles apresentaram teores em conformidade.

Os valores encontrados foram comparados com o valor máximo estabelecido pela Portaria PRC N° 5/2017 (BRASIL, 2017). Na falta de padrões estabelecidos na portaria, também foram utilizados os valores de referência sugeridos pela Organização Mundial da Saúde e outros definidos na Resolução CONAMA 396/2008 (BRASIL, 2008), referente aos limites estabelecidos para consumo humano. A tabela 1 sintetiza os resultados obtidos nas análises como também apresenta os teores máximos sugeridos pela legislação e pela OMS.

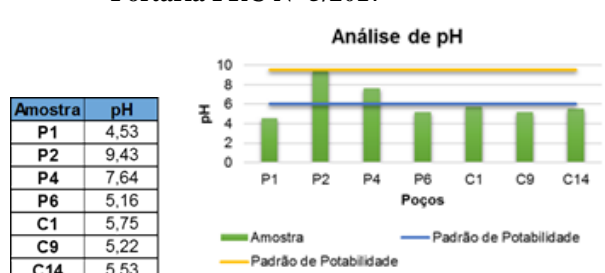
**Tabela 1 - Teores dos parâmetros analisados por grupos de alterações para determinação do e-IQUAS**

Procedência da Amostra	Amostra	Micro organismos	Elementos Filtráveis e Partículas			Matéria Orgânica e Nutriente				Mineralização e Salinidade				
		C.T.E. UFC/100mL	Fe mg Fe/L	COR (uH)	Turbidez (uT)	Amônia	Nitrato	Nitrato mg NO3/NL	OD	Cloreto (mg Cl/L)	pH	DUREZA mg/L CaCO3	SDT (mg/L)	CONDUTIVIDADE (µs/cm)
Limite Resolução CONAMA N°396/2008		Ausente	300 µg/L	Sem recomendações	Sem recomendações	Sem recomendações	1.000 µg/L	10.000 µg/L	Sem recomendações	250.000 µg/L	Sem recomendações	Sem recomendações	1.000.000 µg/L	Sem recomendações
VALOR DE REFERÊNCIA (OMS)		Ausente	Sem recomendação		4	1500		11.000 µg/L		250.000 µg/L	6,5			
PRC N° 5 / 2017		Ausente	0,3 mg/L	15 uH	5 uT	1,5 mg/L	1 mg/L	10 mg/L N-NO3	Sem recomendações	250 mg/L	6,0 a 9,5	500 mg/L	1000 mg/L	Sem recomendação
P1	P001	0	0,07	0,4	0,7	0,00	0,0004	0,72	7,2	47,75	4,53	23,45	196,00	265,4
P2	P002	0	0,40	19	7,3	0,24	0,0013	0,00	1,57	74,32	9,43	23,45	220,00	324,4
P4	P004	0	0,04	0,3	0,07	0,02	0,0497	0,47	1,83	24,73	7,64	23,45	272,00	260,3
P6	P006	0	0,07	8,5	3,82	0,00	0,0008	0,73	4,83	44,21	5,16	23,45	234,00	217,3
C1	C001	2800	0,07	11,5	2,83	0,01	0,0008	0,27	4,07	44,39	5,75	42,21	152,00	176,8
C9	C009	1200	0,23	219	156,69	0,04	0,0102	0,10	2,5	115,06	5,22	23,45	360,00	377,8
C14	C0014	13200	0,09	11,1	5,2	0,04	0,0009	0,12	5,03	42,44	5,53	23,45	126,00	152,8

Fonte: Autoria própria, 2017

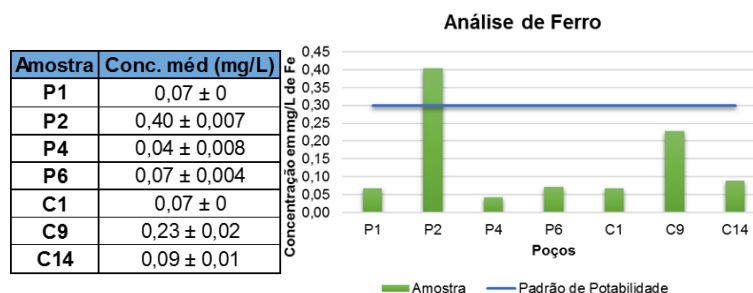
Todos os parâmetros analisados foram tratados da mesma forma. Para efeito ilustrativo, do gráfico e dos valores, são mostrados na Figura 4 os resultados do Potencial Hidrogeniônico (pH). E os resultados das análises do Ferro, que exibidos na Figura 5, mostram os valores desconformes encontrados no Ponto P2.

**Figura 4 - Resultado da determinação de pH nas amostras e seu máximo valor permitido pela Portaria PRC N° 5/2017**



Fonte: Autoria própria, 2018

**Figura 5 - Resultado da determinação de ferro nas amostras e seu máximo valor permitido pela Portaria PRC N° 5/2017**



Fonte: Autoria própria, 2018

**pH:** Os poços P1, P6, C9 e C14 apresentaram valores abaixo de 5,5, mostrando características de água ácida. Os demais pontos, com valores acima de 5,5, mostram-se com pH variando de ácido a alcalino. A disposição final de resíduos domésticos em fossas sépticas pode estar contribuindo para a acidificação da água subterrânea nas áreas investigadas. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5.

**Amônia:** Das amostras analisadas, foi observado que os teores medidos em todos os pontos não excedem ao limite da Portaria PRC N° 5/2017, que é de 1,5 mg/L. Apenas o poço P2 teve resultado um pouco acima das outras amostras, com concentração de 0,241 mg/L de NH<sub>3</sub>.

**Cloretos:** Os valores encontrados estão dentro da faixa considerada de normalidade e não representam riscos à saúde humana, de acordo com a legislação vigente (< 250 mg/L)..

**Condutividade Elétrica:** Variou entre 150 e 400 µS/cm a 25 °C. A Portaria, o CONAMA e a OMS, não fazem referências diretas a esse parâmetro. Quando a condutividade estiver igual ou acima de 1000 µS/cm, refere-se que a água está salobra ou podem estar poluídas (OLIVEIRA, MORAIS e SERZEDO, 2000).

**Cor:** A maioria das amostras apresentou teores abaixo do teor máximo permitido, exceto os poços P2 e C9. O valor elevado deve estar relacionado à presença de substâncias dissolvidas na água. Pode ter relação com a presença de esgotos domésticos por meio das fossas sépticas existentes no entorno dos poços.

**Dureza Total:** A dureza total foi tratada em termos de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Os resultados mostraram que todos os poços analisados estão com valores abaixo do que estabelece a Portaria. Portanto, houve um domínio de águas brandas nas amostras avaliadas. Para o poço P2, em 2008, a concentração de dureza total foi de 265 mg/L.

**Ferro:** O poço P2 apresentou concentração acima do limite estabelecido na legislação, sendo de 0,4 mg/L. Os problemas de turbidez e de cor aparente ocorrerão quando a concentração de ferro dissolvido da água for elevada, condição observada neste poço. Este valor elevado também pode conferir inconvenientes manchas em bacias sanitárias, caso o uso da água seja destinado à mesma.

**Nitrato:** Os valores para nitrato nas amostras apresentaram-se em baixa concentração, logo estão de acordo com os padrões da legislação, que estabelece o limite de 10 mg/L

**Nitrito:** Os valores encontrados para nitrito, também estão abaixo do VMP pelas legislações vigentes, que é de 1 mg/L. Em 2008, o poço P2 apresentou concentração de 0,003 mg/L.

**Oxigênio Dissolvido (OD):** Trata-se de um parâmetro muito instável, o que pode explicar a variação encontrada (1,5 e 7,2 mg/L - P1). Feitosa e Manuel Filho (1997), indica que o valor normalmente encontrado em águas subterrâneas é de 5 mg/L. O valor apresentado no poço P1 pode estar relacionado a erros de amostragem e calibração de equipamento. As legislações vigentes não fazem recomendações para esse parâmetro.

**Sólidos Dissolvidos Totais (SDT):** As amostras analisadas não apresentaram valores expressivos de SDT, estando abaixo do VMP pela Portaria que é de 1000 mg/L, mesmo valor estabelecido pela CONAMA.



**Turbidez:** Os poços P1, P4, P6 e C1 tiveram valores de turbidez abaixo do VMP estabelecido na legislação. Entretanto, os poços P2, C9 e C14 estão em desacordo, com valores elevados de turbidez. A turbidez da água é devido à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Em 2008, o poço P2 apresentou turbidez de 45,7 uT.

**Bactérias do grupo Coliformes:** Os resultados das análises referem-se a determinação simultaneamente de bactérias do grupo E. Coli e coliformes totais. Eles são indicadores de contaminação recente de fezes, tanto humana quanto animal. Os coliformes estão ausentes nos poços profundos, todavia nas cisternas C1, C9 e C14 foi constatada presença. Por se tratar de cisternas (baixa profundidade), as condições construtivas, a presença de animais e fossas sépticas nas proximidades, causam circunstâncias susceptíveis a esse resultado.

## DO ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (E-IQUAS)

O resultado da junção dos parâmetros por meio do índice e-IQUAS obteve boas respostas, com mais da metade dos poços apresentando qualidade da água adequada.

Como mostrado na Tabela 1, supraposicionada, os grupos de alterações (ou subíndices) foram divididos em quatro tipos: Microrganismos, Elementos Filtráveis e Partículas, Matéria Orgânica e Nutriente e Mineralização e Salinidade.

A partir disso, foram atribuídas as notas a cada parâmetro associando o teor da substância na amostra de água a uma categoria de concentração, que define a nota a ser atribuída ao parâmetro por subíndices. Logo, definiu-se o resultado final do e-IQUAS, apresentado na Tabela 2.

<b>Tabela 2 - Resultado do e-IQUAS e semáforo de qualidade da água subterrânea</b>				
Procedência da Amostra	Amostra	e-IQUAS		
P1	01	60	Boa	
P2	02	40	Regular	
P4	04	80	Ótima	
P6	06	60	Boa	
C1	C01	20	Ruim	
C9	C09	20	Ruim	
C14	C014	20	Ruim	

Fonte: Autoria própria, 2017

Os resultados indicam que o poço P4 tem água de ótima qualidade, com nota máxima estabelecida no índice. Os poços P1 e P6, também mostraram bom desempenho, com boa qualidade da água. Já o poço P2 apresentou desempenho razoável, com qualidade da água classificada como regular.

Entretanto, os poços rasos (C1, C9 e C14) receberam a menor nota do índice, demonstrando desempenho inferior, com qualidade da água ruim, podendo oferecer riscos à saúde dos usuários.

## DOS USOS RECOMENDADOS

De acordo com os resultados obtidos, podemos determinar os usos destinados às águas dos poços para diversos fins, desde o uso não nobre ao uso mais nobre. O Quadro 3 sintetiza alguns usos recomendados em acordo com a qualidade requerida.

A PRC N° 5/2017 Anexo XX (BRASIL, 2017), estabelece no seu Capítulo IV, Art. 24 que “toda água para consumo humano, fornecida coletivamente, deverá passar por processo de desinfecção ou cloração”, portanto, caso sejam ensejados usos nobres, a água deve ser convenientemente tratada antes da sua distribuição.

Assim, as destinações podem variar de acordo com as especificidades de cada uso em particular, seja pela filtragem, desinfecção e cloração para água de ingestão, seja pelo tipo de cultura a ser irrigada com esta água,

pelo local que se utilizará a água de lavagem, dentre outros fins, necessitando de um acompanhamento e cuidado mais aprofundado.

**Quadro 3 - Propostas de uso da água em acordo com a sua qualidade**

Poço	Condição	Uso atual	Uso proposto
P1	Alta concentração de oxigênio dissolvido e pH ácido	Dessedentação de animais e abastecimento de carro pipa	Permanecem os usos atuais e acrescenta-se a possibilidade de uso também na higiene pessoal, preparação de alimentos e ingestão.
P2	Cor elevada, alta concentração de ferro e turbidez acima do VMP	Sem uso	Lavagem em geral, bacia sanitária e irrigação.
P4	Parâmetros dentro do VMP	Irrigação e higiene pessoal	Permanecem os usos atuais e acrescenta-se dessedentação de animais, recreação e ingestão.
P6	pH ácido	Higiene pessoal e preparação de alimentos	Permanecem os usos atuais além de dessedentação de animais, irrigação e recreação.
C1	pH ácido e presença de coliformes	Irrigação	Lavagem em geral, bacia sanitária e regar jardim.
C9	Cor e turbidez elevadas, pH ácido e presença de coliformes	Sem uso	Lavagem em geral, bacia sanitária e regar jardim.
C14	Cor e turbidez acima do VMP e alta concentração de coliformes	Sem uso	Lavagem em geral, bacia sanitária, regar jardim.

Fonte: Elaboração própria, 2017

## CONCLUSÕES

### SOBRE O ESTUDO REALIZADO

Este projeto permitiu saber que o campus Cruz das Almas-UFRB tem boa disponibilidade de água subterrânea, explorada por poços profundos que podem ser utilizados como fonte alternativa de abastecimento para diversos fins, se adotados os procedimentos supramencionados. Observa-se que este recurso não é plenamente aproveitado, posto que 71% dos poços analisados estão sem uso.

### PERSPECTIVA DE PESQUISAS COMPLEMENTARES

Novas pesquisas são oportunas para referendar ou alterar as conclusões aqui obtidas. É de grande importância adotar um programa de monitoramento constante da qualidade da água captada nos poços.

Sugere-se também que sejam realizados novos testes de vazão para estabelecer a produção diária e vida útil dos poços. Em posse dos resultados, caso seja economicamente viável, propõe-se alternativas para realização de tratamento simplificado da água, com a instalação de dessalinizador, a fim de retirar da água a quantidade de sais imprópria para consumo humano. Incluindo a cloração e desinfecção da água captada.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, R. A. S. Índice de Qualidade de Uso da Água Subterrânea (e-IQUAS): Uma Metodologia de Modelagem Numérica Flexível, Salvador, 2012.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12244: Construção de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro: Reimpressão da Nb-1290, 1992.
3. BRASIL. Resolução nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Conama. Seção 1, p. 64-68.
4. BRASIL. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Portaria de Consolidação: Nº 5. Brasília, DF, 2017.

5. FEITOSA, A. C.F.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações; CPRM -Serviço Geológico do Brasil, Fortaleza: Editora Gráfica LCR, 1997.
6. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. Cruz das Almas: Censo 2010.
7. IRITANI, Mara Akie; EZAKI, Sibe. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008. 104 p. Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA
8. OLIVEIRA, K. W. de; MORAIS, P. B. de; SERZEDELO, J. L. Qualidade e conservação da água, o paradigma de um futuro imediato. In: Anais Congresso interamericano de engenharia sanitária e ambiental. Porto Alegre: ABES, 2000. 9p. (CD-Rom).
9. SANTOS, José Ozildo dos et al. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. Revista Brasileira de Gestão Ambiental: GVAA - Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas, Pombal-PB, v. 7, n. 2, p.19-26, abr./jun. 2013