FACULDADE DE EXCELÊNCIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Beatriz Dias Ramos
Gabriel Pereira de Sousa
Rayanna Dias da Silva

ANÁLISE DE VIABILIDADE DO USO DA ÁGUA DO RIO CACHOEIRA NA PRODUÇÃO DE CONCRETO, ITABUNA-BA

ITABUNA - BA
2026

Beatriz Dias Ramos
Gabriel Pereira de Sousa
Rayanna Dias da Silva

ANÁLISE DE VIABILIDADE DO USO DA ÁGUA DO RIO CACHOEIRA NA PRODUÇÃO DE CONCRETO, ITABUNA-BA

Trabalho de Conclusão de Curso entregue ao Curso de Engenharia Civil, da Faculdade de Excelência de Itabuna, como requisito parcial para obtenção do diploma de graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Anderson Alves Santos

ITABUNA - BA
2026

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 3
2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO 4
2.1 ÁGUA DE AMASSAMENTO 4
2.2 MARCO LEGAL – NBR'S 4
2.3 RIO CACHOEIRA 5
2.4 CLORETOS E SULFATOS 6
3. METODOLOGIA 7
3.1 ÁREA DE ESTUDO 7
3.2 MATERIAIS E MÉTODOS 8
3.3 PROCEDIMENTO ANALÍTICO 9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES 10
4.1 PROCEDIMENTO AMOSTRAL 10
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE AMASSAMENTO 12
4.2 ENSAIO DE COMPRESSÃO DOS CORPOS DE PROVA 15
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 16
REFERÊNCIAS 18
ANEXO A 21
ANEXO B 21
ANEXO C 22

1 INTRODUÇÃO

Segundo Magalhães (2018) o concreto é um dos materiais de construção civil mais utilizados mundialmente, devido a sua versatilidade está presente nas mais diferentes obras de engenharia. Para sua preparação, são combinados agregados em dosagens específicas, dessa forma, obtém-se uma massa cimentícia adequada para o uso (COUTO *et al.*, 2013). Conforme destaca D'Hyppolito Filho (2019) entre esses insumos, a água possui um papel primordial, pois afeta de forma direta a trabalhabilidade, resistência, durabilidade da massa cimentícia produzida com base nas reações de hidratação do cimento.

Segundo Neville (2013), a qualidade da água é importante porque suas impurezas podem interferir na pega do cimento, afetar negativamente a resistência do concreto ou causar manchas em sua superfície, podendo ainda levar à corrosão das armaduras. Sendo assim, considera-se que a garantia da qualidade da água se torna indispensável para que as propriedades mecânicas sejam mantidas ao decorrer do tempo.

A Bacia do Rio Cachoeira recebe esgotamentos sanitários em vários pontos, conforme detalhado no Boletim Técnico de Qualidade da Água (UESC, 2025), que analisa o trecho entre Itabuna e Ilhéus. Vale destacar também o diagnóstico apresentado no Plano Municipal de Saneamento Básico (RK ENGENHARIA, 2016), que diz sobre o trecho do Rio Cachoeira, situado na Zona Urbana de Itabuna, onde apresenta alto grau de degradação ambiental.

Neste sentido, o trabalho debruçou-se em utilizar das águas deste Rio como meio alternativo para produção de concreto. Diante deste cenário, a pesquisa foi baseada em até que ponto a resistência mecânica do concreto esteve prejudicada em razão do uso de águas do Rio Cachoeira e quais os locais onde apresentaram resultados mais satisfatórios, podendo assim indicar áreas mais propícias para uso.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Água de Amassamento

O concreto, principal matéria prima da construção civil, é produzido a partir da mistura de alguns materiais, dentre eles o cimento, agregados miúdos, agregados graúdos, água e aditivo quando necessário. Segundo Kucche, Jamkar e Sadgir (2014), a qualidade da água que faz parte dessa mistura, desempenha um papel crucial na preparação do concreto.

De acordo com Su, Miao e Liu (2002), parte das normas técnica que estabelecem os parâmetros da água de amassamento que devem ser utilizadas para produção de concreto, especifica que a mesma deve estar suficientemente limpa, ou seja, livre de óleos, ácidos, álcalis, matéria orgânica ou outras substâncias que reajam quimicamente a ponto de atrapalhar o desenvolvimento da massa. No Brasil, a norma responsável por regulamentar e detalhar os requisitos para a água de amassamento para concreto, é a NBR 15.900/2009.

Apenas a água proveniente de esgotamento sanitário não é permitida para uso no amassamento do concreto. Em geral, outros tipos de água podem ser utilizadas, necessitando que sejam feitos ensaios laboratoriais e atendam aos limites que são estabelecidos na norma. A única água que pode ser utilizada sem precisar de realização de ensaios, são as provenientes do abastecimento público (NBR 15900/2009).

2.2 Marco Legal – NBR’s

A Norma Brasileira - NBR 15900-1:2009 estabelece os parâmetros de qualidade dá água para seu uso em concretos. No item 4.1 a norma informa que toda água potável está em conformidade com os requisitos específicados no seu texto, mas também requisita que outras fontes de água devem estar dentro dos parâmetros de cor, odor, pH, materiais sólidos, óleos e gorduras e espumas. Além disso, o texto esclarece que não é permitido o uso de águas originadas de esgotos ou esgotos tratados.

A NBR 15900 destaca que a origem da água já serve como fator descriminante no seu uso para o amassamento. Quanto a norma as águas são classificadas em:

a) Água de abastecimento público;
b) Água recuperada de processos de preparação do concreto;
c) Água de fontes subterrâneas;
d) Água natural de superfície, água de captação pluvial e água residual industrial;
e) Água salobra;
f) Água de esgoto e água proveniente de esgoto tratado;
g) Água de reuso proveniente de estação de tratamento de esgoto.

Já a NBR 6118, que refere-se a Projetos de Estruturas de Concreto, tem como como objetivo garantir a segurança, desempenho e durabilidade do concreto. Ainda que seu foco esteja em projetos estruturais, ela define também os requisitos de qualidade que a massa cimentícia deve atender para prevenir à degradação ao longo do tempo.

Para que seja garantida a durabilidade, são estabelecidos limites rigorosos na relação água/cimento e exigido um cobrimento mínimo da armadura, tudo isso em função da Classe de Agressividade Ambiental (CAA) do local em questão.

2.3 Rio Cachoeira

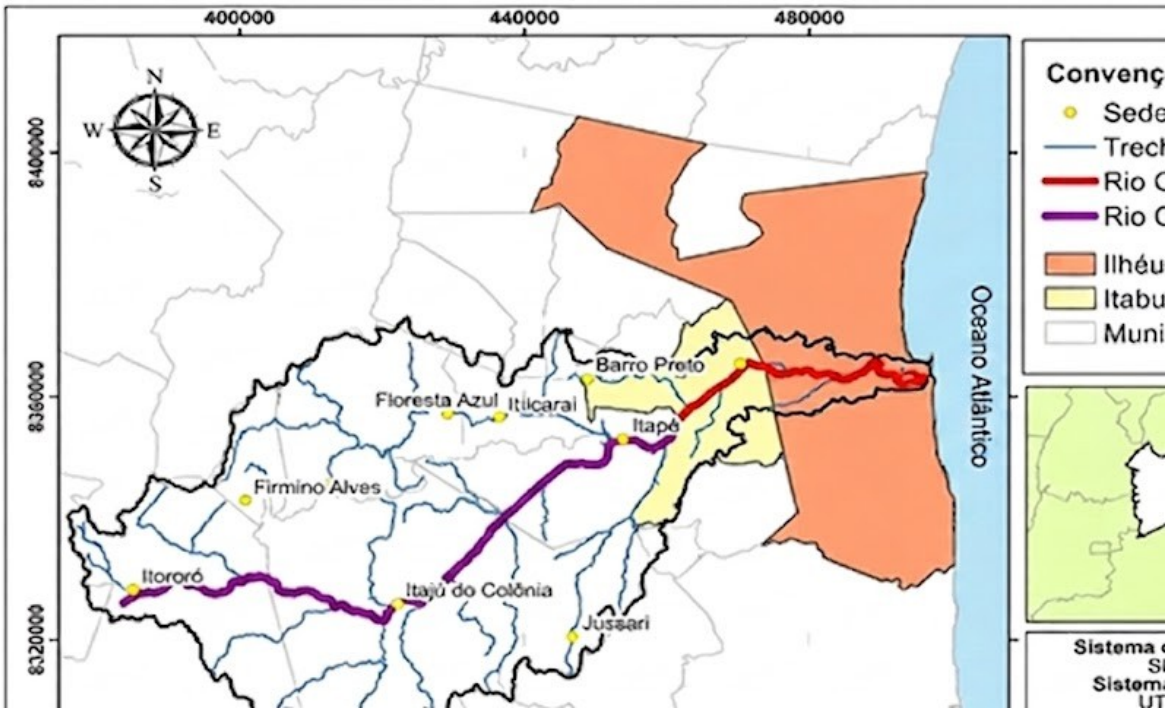
O Rio Cachoeira está inserido na região hidrográfica da Bacia do Leste no Sul do estado da Bahia. É formada pela confluência do rio Colônia com o Rio Salgado, e banha os municípios de Itapé, Itabuna e Ilhéus (RK ENGENHARIA, 2016). O Rio Cachoeira faz parte de um sistema socioecológico de essencial importância para o sul da Bahia, agrupando os principais municípios dessa região e, por suas características naturais, possui um elevado potencial agroecológico.

Conforme informações do Boletim Técnico de Qualidade da Água do Rio Cachoeira no Trecho Itabuna–Ilhéus (UESC, 2023), a Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira (BHRC) possui em seu entorno mais de meio milhão de habitantes e uma área total de 4.288,69 km2, está localizado nas seguintes coordenadas: latitudes: -14,716837

norte, -15,375943 sul e longitude -40,155311 oeste, -39,032804 leste, como mostrado na Figura 1.

Ao Norte limita-se pelas bacias dos rios de Contas e Almada, ao sul pelas bacias dos rios Pardo e Una, a leste pela bacia do rio Pardo e a oeste pelo oceano atlântico, abrangendo nove municípios, sendo eles: Ilhéus, Itabuna, Ibicaraí, Itapé, Jussari, Itaju do Colônia, Floresta Azul, Itororó, Itapetinga e Firmino Alves.

Figura 01 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira



Fonte: Adaptado de Boletim Técnico de Qualidade da água do Rio Cachoeira no trecho Itabuna-Ilhéus

2.4 Cloretos e Sulfatos

Conforme destaca Von Sperling (2014), cloretos e sulfatos são minerais inorgânicos comumente encontrados em águas superficiais, sendo que suas concentrações são frequentemente elevadas pela influência de atividades antrópicas, como o descarte de efluentes domésticos, industriais e o manejo agrícola.

Segundo Cascudo (1997), os íons cloretos, derivados do ácido clorídrico podem estar presentes de maneira intencional como em aceleradores de pega, ou de forma não intencional, em agregados e encontrados em água de amassamento contaminadas. São geralmente encontrados na forma de cloreto de sódio ou cloreto de cálcio.

Souza (2006) defende que, os sulfatos são minerais presentes na água do mar, rios, lençol freático, água de pântanos, além de ambientes poluídos como esgotos e efluentes industriais ou no próprio agregado escolhido para constituir o concreto. Para Castillo (2015), o ataque por sulfatos está ligado a interação dos íos com a pasta de cimento, durante o processo de hidratação. Neville (2015) explica que os sulfatos em estado sólido não atacam concreto e que a reação com os produtos de hidratação do cimento só ocorre quando estão em forma de solução, ou seja, na presença de água.

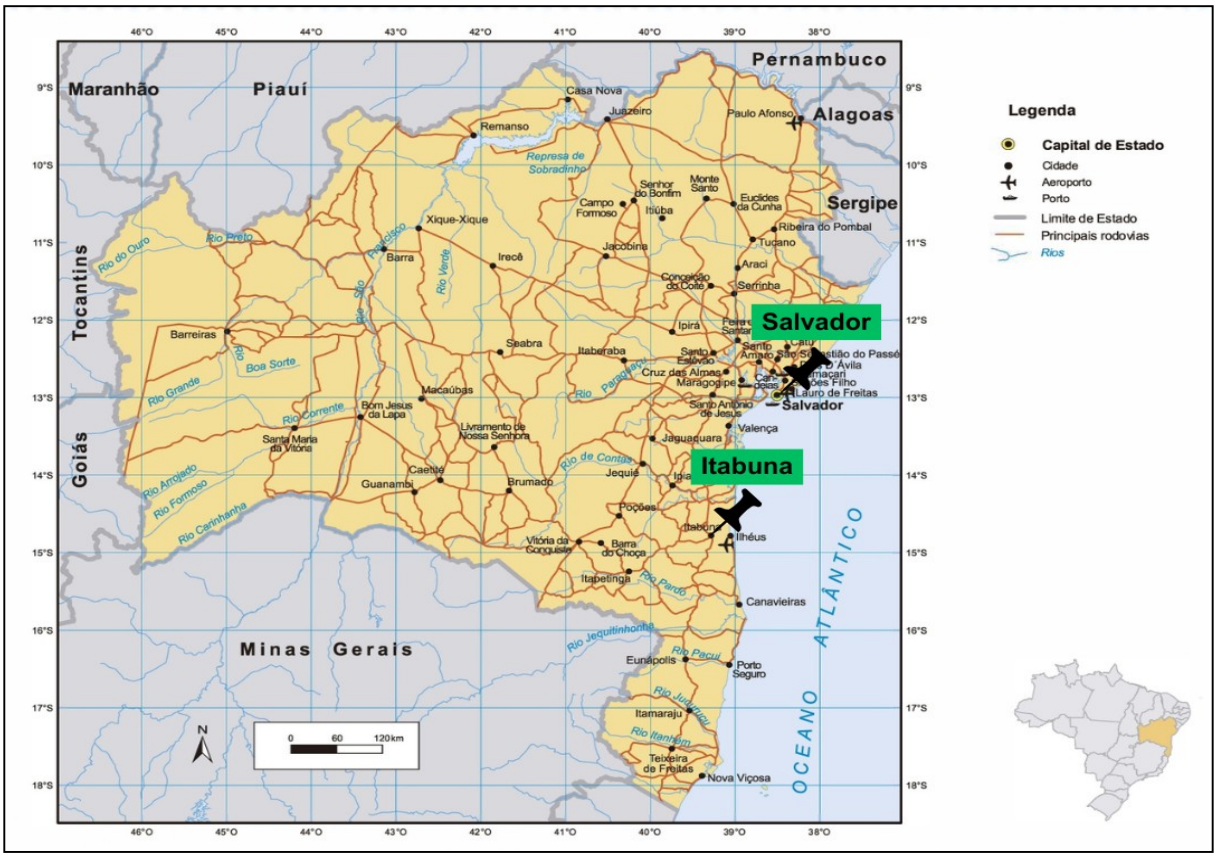
Sabendo que, esses minerais são íons agressivos e podem causar danos graves ao concreto, a NBR 15900 estabelece parâmetros rigorosos a serem seguidos. Estes parâmetros são necessários para que haja o controle adequado dessas substâncias na água de amassamento do croncreto, evitando alterações na durabilidade do mesmo e o aparecimento de agentes patológicos como: fissuração, corrosão de armaduras, deteorização e degradação da matriz cimentícia.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A pesquisa foi realizada no município de Itabuna localizado no sul do estado da Bahia, conforme ilustra a Figura 02, com distância aproximada de 430 km da Capital do Estado. O município faz fronteiras ao norte com Itajuípe, ao sul com Buerarema ao leste com Ilhéus e ao oeste com Itapé.

Figura 02 – Mapa de Localização da Cidade de Itabuna.



Fonte: Adaptado do IBGE

3.2 Materiais e Métodos

A presente pesquisa é classificada como um estudo aplicado, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Aborda o tema de forma qualiquantitativa e de caráter experimental, descritivo e comparativo que permite investigar fenômenos com o intuito de ressaltar as diferenças e similaridades entre eles (MARCONI; LAKATOS, 2017)**.** O intuito da pesquisa será analisar a possibilidade da utilização da água do Rio Cachoeira, situado no município de Itabuna-BA, na produção de concreto.

Dessa forma, foi agregado a pesquisa a coleta de amostras de água de três pontos diferentes do Rio Cachoeira e a realização de testes laboratoriais para avaliação e comparação de resistência a compressão do concreto produzido com as amostras coletadas e com a água potável.

As referências utilizadas na elaboração deste estudo incluíram duas etapas. Primeiro, foram coletadas amostras laboratoriais da água do Rio Cachoeira em dias de Sol, que foram analisadas conforme os parâmetros da NBR 15900, como: óleos e gorduras, detergentes, cor, material sólido, odor, ácidos e matérias orgânicas. Em seguida foram produzidos corpos de prova. A segunda etapa, foi uma revisão bibliográfica das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NBR 15900-1:2009 e a NBR 6118:2014, além de artigos que abordam a qualidade da água e sua influência na matriz cimentícia.

3.3 Procedimento Analítico

Para a obtenção dos resultados desejados por meio da análise dos dados, foi adotada uma abordagem que associou ensaios laboratoriais a estudos comparativos. Inicialmente foi realizada a coleta de três amostras de água do Rio Cachoeira em três trechos do rio que atravessam a zona urbana de Itabuna, onde há maior influência das atividades humanas, sendo eles: Ferradas, Av. Aziz Maron e São Judas.

As amostras de água dos três pontos de coleta passaram por uma análise físico-química para verificação de sua viabilidade, conforme os parâmetros estabelecidos pela NBR 15900-1. A análise foi conduzida pela biomédica e química Sandra Santana do Nascimento, no laboratório da Empresa Municipal de Águas e Saneamento (EMASA), em Itabuna-BA, seguindo a metodologia descrita na 23ª edição do Standard Methods, através da técnica dos tubos múltiplos.

Em seguida através do método ABCP, foi calculado e definido o traço do concreto utilizado para a produção dos corpos de prova. Deste modo foi obtido um traço em massa de 1,00: 2,34: 2,21 (cimento: areia: brita), com relação água/cimento (a/c) de 0,56, visando atingir a Resistência Característica a Compressão (FCK) de 25 MPa.

Posteriormente, foram misturados os agregados miúdos, cimento a seco e agregados graúdos (brita 1 e 2), seguida pela adição de forma gradativa da água de amassamento, conforme mostrado na Figura 03. Em seguida, as massas cimentícias foram adicionadas as formas e adensadas com golpes de hastes metálicas para o fechamento de eventuais vazios, conforme estabelecido na NBR 5732, que diz sobre

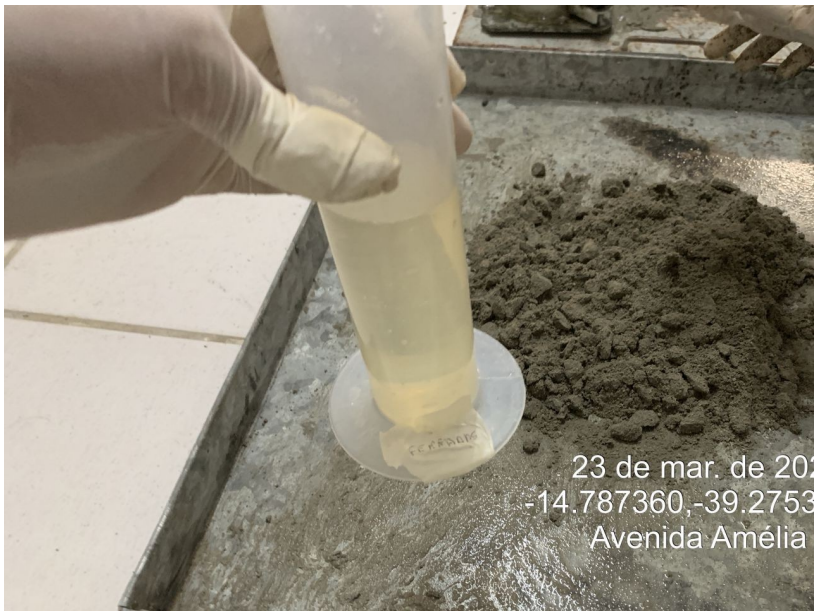
o procedimento para moldagem e cura de corpos de prova, sendo finalizados os quatros corpos de prova, conforme ilustrado na figura 04.

Vale ressaltar que as amostras d'água apresentaram algumas sujidades visíveis, por isso foi executado o peneiramento para retirada destes corpos (Figura 05). Destaca-se o trecho da Avenida Aziz Maron com o local com maior presença de sujidades.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Procedimento Amostral

Figura 03 - Execução da massa de concreto



Fonte – Autoria própria

Figura 04 - Execução da massa de concreto



Fonte – Autoria própria

Figura 05 - Execução da massa de concreto



Fonte – Autoria própria

Quadro de Imagens – Coleta de amostras d´água no Rio Cachoeira em Itabuna







4.2 Caracterização físico-química da água de amassamento

Após a realização de análises laboratoriais em 21 de março de 2026, os resultados das amostras coletadas, foram confrontados com os parâmetros exigidos na NBR

15900-1 (2009). Conforme observado na Tabela 1, os valores de cloretos variam entre 53,0 mg/L e 63,0 mg/L situando-se abaixo do limite estabelecido de até 500 mg/L para concreto protendido, 1000 mg/L para concreto armado e 4500 mg/L para concreto simples (sem presença de armadura).

Em contrapartida, a análise de sulfatos não foi realizada por questões internas do laboratório, entretanto foi informado pela biomédica e química Sandra Santana do Nascimento, os valores padrões desta análise, onde geralmente se situam abaixo de 100 mg/L, dentro do limite estabelecido de ≤2000 mg/L. Hoppe Filho (2014) afirma que, pode ocorrer uma ação danosa devido ao excesso de sulfatos. Os compostos das reações químicas reagem e provocam a cristalização de sais, ocupando mais espaço que os compostos originais, podendo então causar expansão, ruptura e fissuração do concreto.

Conforme aponta Neville (2013), águas com teores de sólidos dissolvidos abaixo de 2000 mg/L dificilmente causam alteração nas propriedades do concreto. Tendo em vista que os valores que foram obtidos nas amostras se mostram muito abaixo desse valor, os efeitos desses sólidos apresentados na água se tornam desprezíveis e não interferem na hidratação da matriz cimentícia, seguindo o que está previsto na NBR 15900-1.

Quanto ao Potencial Hidrogeniônico (pH), foi observado uma variação entre 5,81 e 7,49. Os valores de pH estão de acordo com a norma, pois apresentaram valores superiores a cinco, porém em Ferradas o valor do pH se encontra bem próximo ao mínimo estabelecido, se tornando um ponto de atenção devido ao seu caráter ácido. Para Neville e Brooks (2013), a acidez da água pode influenciar de maneira negativa o tempo de pega de concreto, por outro lado Romano (2004) afirma que o caráter ácido da água de amassamento além de retardar a pega tende a diminuir a resistência a compressão desses produtos.

Embora a quantidade de Álcalis não tenha sido analisada diretamente, o laudo apresenta índices de condutividade elétrica que fornecem informações técnicas suficientes para analisar esse parâmetro. De acordo com Mehta e Monteiro (2014), os sais presentes na massa cimentícia são representados por hidróxidos de sódio e potássio, validando a existência de sais ativos. Já Neville (2016) afirma que essa medida está ligada a quantidade de íons livres provenientes dos sais da mistura.

Sabendo que os valores de condutividade das amostras se encontram entre 248 µS/cm e 269 µS/cm, as três ficaram dentro dos parâmetros necessários para evitar a Reação Álcali-Agregado (RAA).

Por fim, embora não tenha sido detectado em laboratório, ao manusear a água coletada na Avenida Aziz Maron, foi notado odores. E também ao analisar o laudo é possível notar elevados índices de cor (350 Pt-Co=) e turbidez (17,2 UNT). Segundo Libânio (2016), essas características podem indicar a presença de matéria orgânica na água. Em contrapartida Neville (2013) defende que, cor e odor não significam necessariamente que substâncias nocivas estejam presentes na água. Dessa forma foi necessário a realização de análise de compressão para validar a integridade mecânica dos corpos de prova moldados com esta água.

Tabela 1 – Análise físico-química das amostras de água do Rio Cachoeira comparada aos requisitos da NBR 15900-1

Parâmetro Analisado	UN	Amostra 01 (Ferradas)	Amostra 02 (Avenida Aziz Maron)	Amostra 03 (São Judas)	Limite NBR 15900-1	Situação
Óleos e gorduras	-	N.D	N.D	N.D	-	Conforme
Detergentes	-	N.D	N.D	N.D	≤ 2 min.	Conforme
Cor	Pt-Co	300	350	350	-	(1)
Odor	-	Inodora	Não Inodora	Inodora	-	-
Ácidos (pH)	-	5,81	7,61	7,49	≥5,0	Conforme
Material Sólido	mg/L	168,6	180,8	182,9	≤50 000,0	Conforme
Cloretos	mg/L	53,0	55,0	63,0	≤500,0 Concreto Protendido ≤1000,0 Concreto Armado ≤ 4.500,00 Concreto Simples	Conforme
Sulfatos	mg/L	-	-	-	≤2000,0	Conforme

Legenda:

- **N.O: Não Objetável**
- **N.D: Não Detectado**

Notas:

(1) A NBR 15900-1 não estabelece valor numérico para cor.

Fonte – Dados da Pesquisa

4.2 Ensaio de Compressão dos Corpos de Prova

O ensaio de compressão dos corpos de provas foi realizado no dia 20 de abril, no laboratório da ZR Consultoria e Geotécnica (Rod BR 101 - s/n Km 512, Itabuna – BA). A operação da prensa hidráulica manual ficou sob responsabilidade do Técnico em edificações Zenildo Rocha Santos Junior. Na data do ensaio, a idade dos corpos de prova era de 28 dias.

Os corpos de provas possuíam dimensões de 100x200mm de acordo com a NBR 5738 e área da seção transversal 7.850mm^2, foram ensaiados individualmente e o equipamento apresentou o ponto de ruptura conforme descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Ponto de Ruptura dos Corpos de Provas ensaiados

Corpo de Prova	Ponto de Ruptura (N)
Água Potável	119.400N
Ferradas	124.200N
Avenida Aziz Maron	114.200N
São Judas	103.400

Fonte – Dados da Pesquisa

Após a realização do ensaio, a resistência de cada corpo de prova foi calculada a partir dos dados obtidos, utilizando-se a seguinte fórmula especificada na NBR 5739:

$$f_c = \frac{4F}{\pi \times D^2}$$

Onde:
fc é a resistência à compressão, expressa em megapascals (MPa);
F é a força máxima alcançada, expressa em newtons (N);
D é o diâmetro do corpo de prova, expresso em milímetros (mm).

A resistência à compressão dos corpos de provas apresentados na tabela 3 foram calculadas com base nos valores de ruptura apresentados na Tabela 2, aplicando-se a formulação supracitada.

Tabela 3 – Resistência à Compressão dos Corpos de Provas

Corpo de Prova	Resistência (MPa)
Água Potável	15,21 MPa
Ferradas	15,82 MPa
Avenida Aziz Maron	14,54 MPa
São Judas	13,17 MPa

Fonte – Dados da Pesquisa

Os resultados indicaram uma variação de resistência, a maior resistência foi observada no corpo de prova que utilizou água do trecho Ferradas com 15,82 MPa e a menor resistência foi observado no corpo de prova que utilizou água do trecho São Judas com 13,17 Mpa.

Vale ressaltar também que devido ao teor de umidade de 16% da areia a relação água/cimento foi alterada para 0,63. Com estes dados foi possível determinar, a partir da Curva Adams e a relação A/C, a redução de 10 MPA nos resultados dos ensaios de compressão de todos os corpos de prova, não impactando o resultado da pesquisa.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises coletadas e discutidas na pesquisa, foi possível afirmar que os trechos de Ferradas, Avenida Aziz Maron e São Judas, são tecnicamente viáveis para a produção de concreto.

Embora o Plano Municipal de Saneamento Básico de Itabuna-BA/ Produto 2, afirme a existência de descarte de efluentes domésticos *in natura* no leito do rio, principalmente no trecho da Avenida Aziz Maron, as análises de cloretos, materiais sólidos e pH ficaram dentro do estabelecido na norma NBR 15900-1.

Essa conclusão se deu também através do desempenho mecânico do concreto produzido com as amostras de água coletadas nos 3 pontos. Foi possível observar que a resistência a compressão ficou similar ao corpo de referência produzido com água potável. Desta forma, considerou-se que a carga orgânica e a impurezas presentes na água não afetaram a resistência final da matriz cimentícia.

A presente pesquisa definiu parâmetros importantes que podem ser utilizados nas obras em andamento na data desta pesquisa, na cidade de Itabuna. Dentre estas obras ocorre a construção da nova BA - 649, a construção OAE (Viaduto) na Av. Princesa Isabel e intervenções na infraestrutura viária do seu entorno, a construção da ponte sobre o Rio Cachoeira e a requalificação do parque linear da Av. Amélia Amado. E também está previsto a construção de dois parques lineares nas margens do rio Cachoeira e a duplicação da BR-415 em Itabuna.

É importante destacar que os resultados encontrados é uma fotografia do período amostral das pesquisas, sendo necessário, em caso de uso, análises laboratoriais prévias de acordo com o que é estabelecido na NBR 15900-1, tendo em vista a variação da qualidade da água devido ao descarte de esgotos domésticos e industriais.

REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Bahia: [mapa do estado]. [S.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: https://educa.ibge.gov.br/images/7a12/estados/bahia.pdf. Acesso em: 26 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto: parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2009. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014. 238 p.

NEVILLE, A M. TECNOLOGIA DO CONCRETO. 2. ED. PORTO ALEGRE: BOOKMAN, 2013. E-book. p.93. ISBN 9788582600726. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582600726/. Acesso em: 12 nov. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ (UESC). Boletim técnico de qualidade da água do Rio Cachoeira no trecho Itabuna–Ilhéus. Ilhéus, v. 1, n. 1, abr.–jun. 2024. Ilhéus: Editus – Editora da UESC, 2024. Disponível em: https://www.uesc.br/projetos/boletimriocachoeira/boletins/2024/boletim-v1n1.pdf. Acesso em: 12 nov. 2025.

BERNAL CASTILLO, F. D. et al. Determination of the probability and rate of corrosion on reinforced concrete specimens through a remote corrosion monitoring system. **TECCIENCIA**, v. 10, n. 19, p. 27–31, 2015. Acesso em: 12 nov. 2025.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: Inspeção e Técnicas Eletroquímicas.** São Paulo: PINI, 1997. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-15012025-091149/publico/OswaldoCascudoDissert.pdf/ .Acesso em: 12 nov. 2025.

COUTO, José Antônio Santos et al. O concreto como material de construção. Cadernos de Graduação: ciências exatas e tecnológicas, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 11-24, 2013.

D'HYPPOLITO FILHO, Julio Cezar. Influência de águas de reuso na hidratação, trabalhabilidade e comportamento mecânico de matrizes cimentícias. 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

RK ENGENHARIA E CONSULTORIA. Plano Municipal de Saneamento Básico de Itabuna/BA: Diagnóstico Técnico. Itabuna: Prefeitura Municipal de Itabuna, 2016.

KUCCHE, K. J.; JAMKAR, S. S.; SADGIR, P. A. Quality of Water for Making Concrete: A Review of Literature. **International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 5, n. 1, p. 1-10, jan. 2015. ISSN 2250-3153.

NIKHIL, T. R. et al. Impact of Water Quality on Strength Properties of Concrete. **Indian Journal of Applied Research**, v. 4, n. 7, p. 222-224, jul. 2014. ISSN 2249-555X.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/39149408/Introdu%C3%A7%C3%A3o_%C3%A0_qualidade_das_%C3%A1guas_e_ao_tratamento_de_esgotos. Acesso em: 19 abr. 2026.

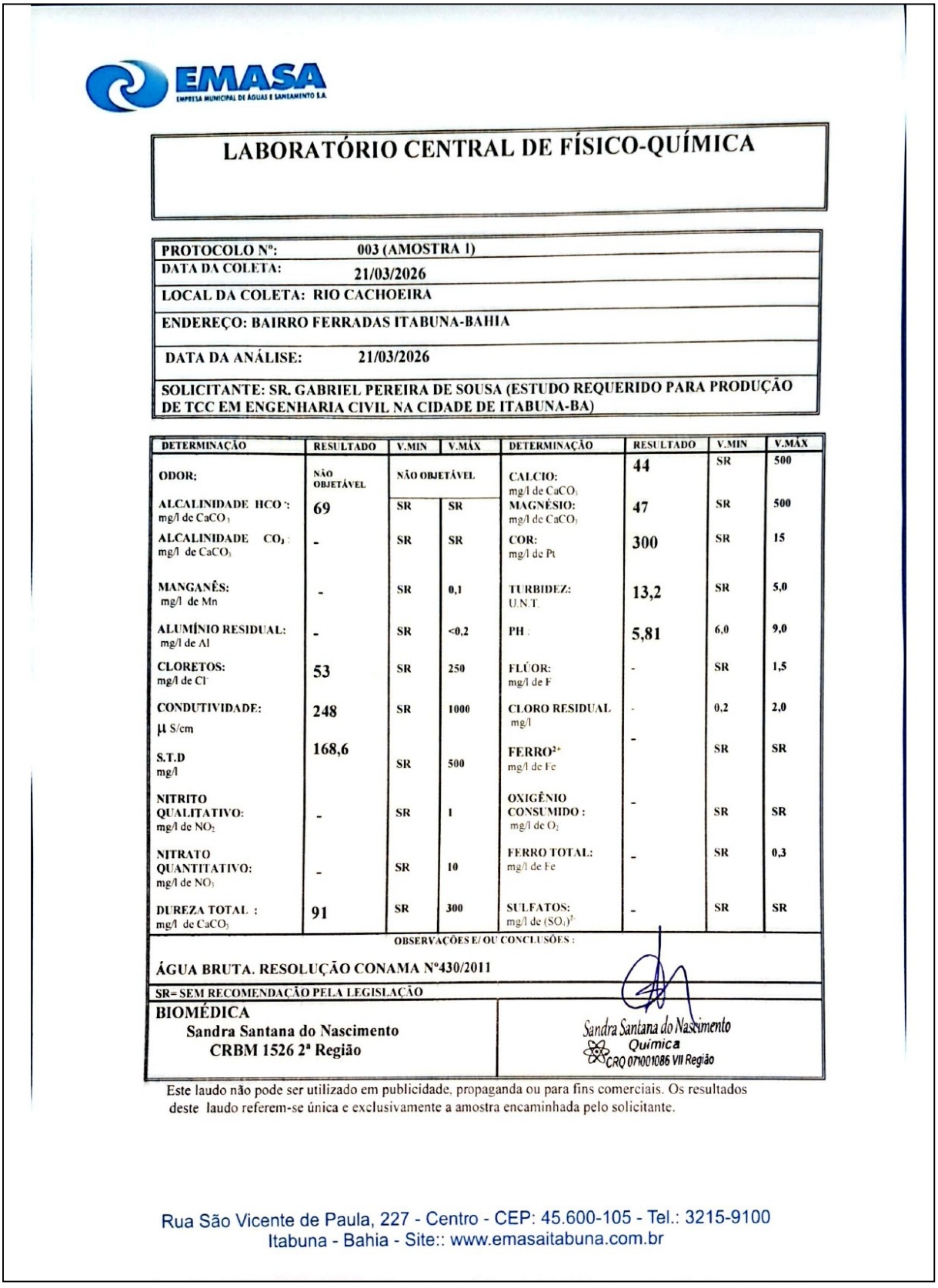
SOUZA, R. B. **Suscetibilidade de pastas de cimento ao ataque por sulfatos – método de ensaio acelerado.** Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07122006-173150/publico/DissRUIBARBOSA.pdf. Acesso em: 19 abr. 2026.

MAGALHÃES, Felipe Costa. **Proposição de um modelo para penetração de íons cloreto em concreto**: estudos dos parâmetros intervenientes e análise probabilística. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/196104/001094754.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 19 abr. 2026.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: Átomo, 2016. 640 p. Disponível em: https://www.academia.edu/43579087/Fundamentos_de_Qualidade_e_Tratamento_de_Agua_Marcelo_Libanio_Final20200710_84577_axi93n. Acesso em: 24 abr. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABUNA/BA PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ITABUNA -BA PRODUTO 2 -DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DO SANEAMENTO BÁSICO -EM DESENVOLVIMENTO ITABUNA AGOSTO/2025. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://itabuna.ba.gov.br/wp-content/uploads/2025/09/Link-1.1-6039-Itabuna-Saneamento-Produto-2-Diagnostico-v5_compressed.pdf>. Acesso em: 2 maio. 2026.

ANEXO A - Laudo Físico-Químico elaborado pela EMASA



EMASA
EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO S.A.

LABORATÓRIO CENTRAL DE FÍSICO-QUÍMICA

PROTOCOLO Nº:	**003 (AMOSTRA 1)**
DATA DA COLETA:	**21/03/2026**
LOCAL DA COLETA:	**RIO CACHOEIRA**
ENDEREÇO:	**BAIRRO FERRADAS ITABUNA-BAHIA**
DATA DA ANÁLISE:	**21/03/2026**
SOLICITANTE:	**SR. GABRIEL PEREIRA DE SOUSA (ESTUDO REQUERIDO PARA PRODUÇÃO DE TCC EM ENGENHARIA CIVIL NA CIDADE DE ITABUNA-BA)**

DETERMINAÇÃO	RESULTADO	V.MIN	V.MÁX	DETERMINAÇÃO	RESULTADO	V.MIN	V.MÁX
ODOR:	NÃO OBJETÁVEL	NÃO OBJETÁVEL		CALCIO: mg/l de $CaCO_3$	44	SR	500
ALCALINIDADE HCO^-: mg/l de $CaCO_3$	69	SR	SR	MAGNÉSIO: mg/l de $CaCO_3$	47	SR	500
ALCALINIDADE CO_3: mg/l de $CaCO_3$	-	SR	SR	COR: mg/l de Pt	300	SR	15
MANGANÊS: mg/l de Mn	-	SR	0,1	TURBIDEZ: U.N.T.	13,2	SR	5,0
ALUMÍNIO RESIDUAL: mg/l de Al	-	SR	<0,2	PH :	5,81	6,0	9,0
CLORETOS: mg/l de Cl^-	53	SR	250	FLÚOR: mg/l de F	-	SR	1,5
CONDUTIVIDADE: µ S/cm	248	SR	1000	CLORO RESIDUAL mg/l	-	0,2	2,0
S.T.D mg/l	168,6	SR	500	FERRO^{2+} mg/l de Fe	-	SR	SR
NITRITO QUALITATIVO: mg/l de NO_2	-	SR	1	OXIGÊNIO CONSUMIDO : mg/l de O_2	-	SR	SR
NITRATO QUANTITATIVO: mg/l de NO_3	-	SR	10	FERRO TOTAL: mg/l de Fe	-	SR	0,3
DUREZA TOTAL : mg/l de $CaCO_3$	91	SR	300	SULFATOS: mg/l de $(SO_4)^{2-}$	-	SR	SR

OBSERVAÇÕES E/ OU CONCLUSÕES :

ÁGUA BRUTA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº430/2011

SR= SEM RECOMENDAÇÃO PELA LEGISLAÇÃO

BIOMÉDICA
Sandra Santana do Nascimento
CRBM 1526 2ª Região

Sandra Santana do Nascimento
Química
CRQ 071001086 VII Região

Este laudo não pode ser utilizado em publicidade, propaganda ou para fins comerciais. Os resultados deste laudo referem-se única e exclusivamente a amostra encaminhada pelo solicitante.

Rua São Vicente de Paula, 227 - Centro - CEP: 45.600-105 - Tel.: 3215-9100
Itabuna - Bahia - Site:: www.emasaitabuna.com.br

Fonte: Empresa Municipal de Águas e Saneamento (EMASA)

ANEXOE B - Laudo Físico-Químico elaborado pela EMASA

EMASA
EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO S.A.

LABORATÓRIO CENTRAL DE FÍSICO-QUÍMICA

PROTOCOLO Nº:	**004 (AMOSTRA 2)**
DATA DA COLETA:	**21/03/2026**
LOCAL DA COLETA: RIO CACHOEIRA	
ENDEREÇO: BEIRA RIO ITABUNA-BAHIA	
DATA DA ANÁLISE:	**21/03/2026**
SOLICITANTE: SR. GABRIEL PEREIRA DE SOUSA (ESTUDO REQUERIDO PARA PRODUÇÃO DE TCC EM ENGENHARIA CIVIL NA CIDADE DE ITABUNA-BA)	

DETERMINAÇÃO	RESULTADO	V.MIN	V.MÁX	DETERMINAÇÃO	RESULTADO	V.MIN	V.MÁX
ODOR:	NÃO OBJETÁVEL	NÃO OBJETÁVEL		CALCIO: mg/l de $CaCO_3$	62	SR	500
ALCALINIDADE HCO⁻³: mg/l de $CaCO_3$	80	SR	SR	MAGNÉSIO: mg/l de $CaCO_3$	64	SR	500
ALCALINIDADE CO_3 mg/l de $CaCO_3$	-	SR	SR	COR: mg/l de Pt	350	SR	15
MANGANÊS: mg/l de Mn	-	SR	0,1	TURBIDEZ: U.N.T	17,2	SR	5,0
ALUMÍNIO RESIDUAL: mg/l de Al	-	SR	<0,2	PH	7,61	6,0	9,0
CLORETOS: mg/l de Cl^-	55	SR	250	FLÚOR: mg/l de F	-	SR	1,5
CONDUTIVIDADE: µ S/cm	266	SR	1000	CLORO RESIDUAL mg/l	-	0.2	2,0
S.T.D mg/l	180,8	SR	500	FERRO^{2+} mg/l de Fe	-	SR	SR
NITRITO QUALITATIVO: mg/l de NO_2	-	SR	1	OXIGÊNIO CONSUMIDO: mg/l de O_2	-	SR	SR
NITRATO QUANTITATIVO: mg/l de NO_3	-	SR	10	FERRO TOTAL: mg/l de Fe	-	SR	0,3
DUREZA TOTAL: mg/l de $CaCO_3$	126	SR	300	SULFATOS: mg/l de $(SO_4)^2$	-	SR	SR

OBSERVAÇÕES E/OU CONCLUSÕES:

ÁGUA BRUTA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº430/2011

SR= SEM RECOMENDAÇÃO PELA LEGISLAÇÃO

BIOMÉDICA
Sandra Santana do Nascimento
CRBM 1526 2ª Região

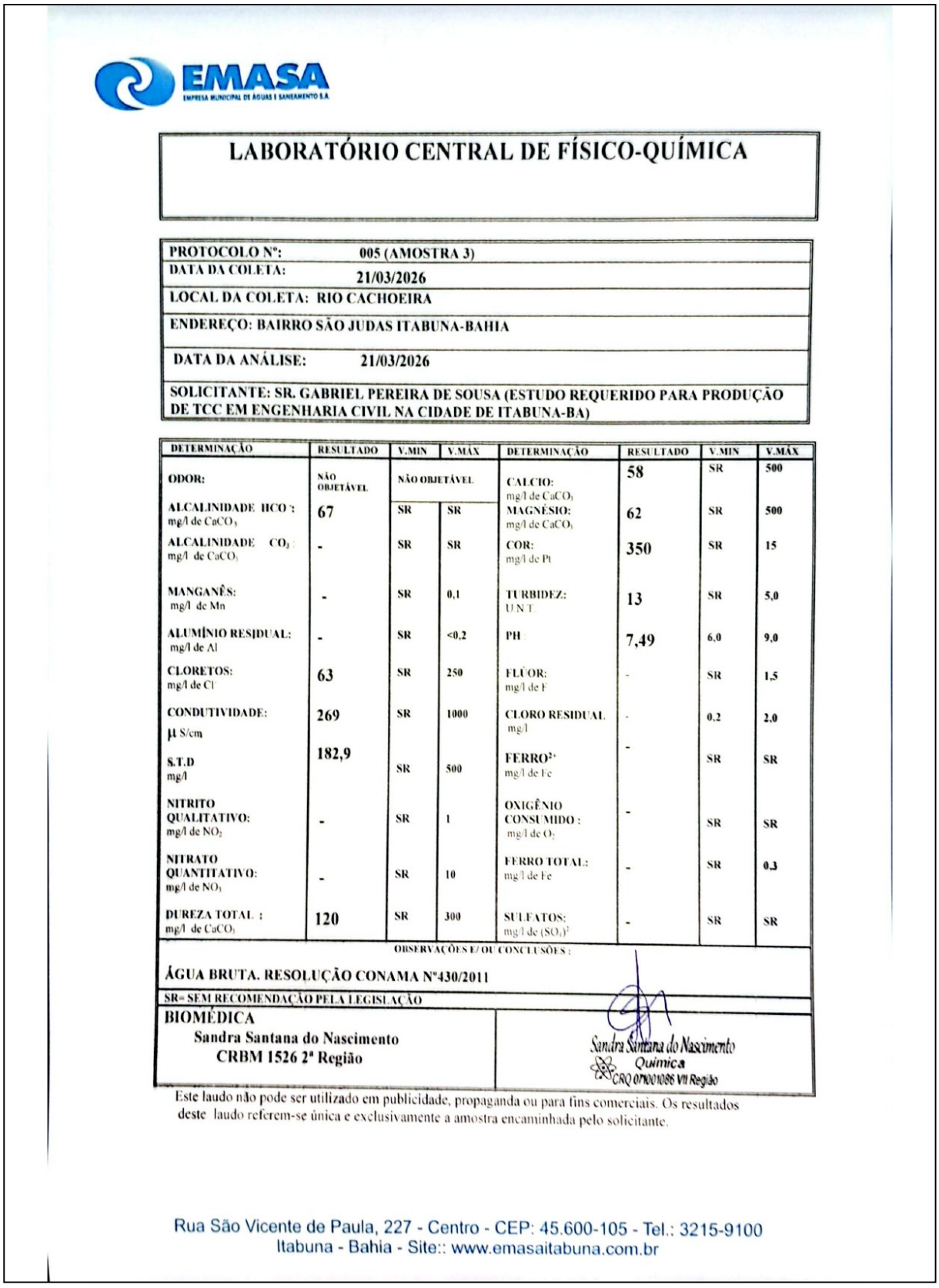
Sandra Santana do Nascimento
Química
CRQ 07101086 VII Região

Este laudo não pode ser utilizado em publicidade, propaganda ou para fins comerciais. Os resultados deste laudo referem-se única e exclusivamente a amostra encaminhada pelo solicitante.

Rua São Vicente de Paula, 227 - Centro - CEP: 45.600-105 - Tel.: 3215-9100
Itabuna - Bahia - Site:: www.emasaitabuna.com.br

Fonte: Empresa Municipal de Águas e Saneamento (EMASA)

ANEXO C - Laudo Físico-Químico elaborado pela EMASA



EMASA
EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO S.A.

LABORATÓRIO CENTRAL DE FÍSICO-QUÍMICA

PROTOCOLO Nº:	**005 (AMOSTRA 3)**
DATA DA COLETA:	**21/03/2026**
LOCAL DA COLETA:	**RIO CACHOEIRA**
ENDEREÇO:	**BAIRRO SÃO JUDAS ITABUNA-BAHIA**
DATA DA ANÁLISE:	**21/03/2026**
SOLICITANTE:	**SR. GABRIEL PEREIRA DE SOUSA (ESTUDO REQUERIDO PARA PRODUÇÃO DE TCC EM ENGENHARIA CIVIL NA CIDADE DE ITABUNA-BA)**

DETERMINAÇÃO	RESULTADO	V.MIN	V.MÁX	DETERMINAÇÃO	RESULTADO	V.MIN	V.MÁX
ODOR:	NÃO OBJETÁVEL	NÃO OBJETÁVEL		CALCIO: mg/l de $CaCO_3$	58	SR	500
ALCALINIDADE HCO⁻³: mg/l de $CaCO_3$	67	SR	SR	MAGNÉSIO: mg/l de $CaCO_3$	62	SR	500
ALCALINIDADE CO_3: mg/l de $CaCO_3$	-	SR	SR	COR: mg/l de Pt	350	SR	15
MANGANÊS: mg/l de Mn	-	SR	0,1	TURBIDEZ: U.N.T.	13	SR	5,0
ALUMÍNIO RESIDUAL: mg/l de Al	-	SR	<0,2	PH	7,49	6,0	9,0
CLORETOS: mg/l de Cl⁻	63	SR	250	FLÚOR: mg/l de F	-	SR	1,5
CONDUTIVIDADE: µ S/cm	269	SR	1000	CLORO RESIDUAL mg/l	-	0,2	2,0
S.T.D mg/l	182,9	SR	500	FERRO²⁺ mg/l de Fe	-	SR	SR
NITRITO QUALITATIVO: mg/l de NO_2	-	SR	1	OXIGÊNIO CONSUMIDO: mg/l de O_2	-	SR	SR
NITRATO QUANTITATIVO: mg/l de NO_3	-	SR	10	FERRO TOTAL: mg/l de Fe	-	SR	0,3
DUREZA TOTAL: mg/l de $CaCO_3$	120	SR	300	SULFATOS: mg/l de $(SO_4)^2$	-	SR	SR

OBSERVAÇÕES E/ OU CONCLUSÕES:

ÁGUA BRUTA. RESOLUÇÃO CONAMA Nº430/2011

SR= SEM RECOMENDAÇÃO PELA LEGISLAÇÃO

BIOMÉDICA
Sandra Santana do Nascimento
CRBM 1526 2ª Região

Sandra Santana do Nascimento
Química
CRQ 07300386 VII Região

Este laudo não pode ser utilizado em publicidade, propaganda ou para fins comerciais. Os resultados deste laudo referem-se única e exclusivamente a amostra encaminhada pelo solicitante.

Rua São Vicente de Paula, 227 - Centro - CEP: 45.600-105 - Tel.: 3215-9100
Itabuna - Bahia - Site:: www.emasaitabuna.com.br

Fonte: Empresa Municipal de Águas e Saneamento (EMASA)