



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM EMPREENDIMENTO
IMOBILIÁRIO: Estudo de caso em uma estação de tratamento de água no
município de Angra dos Reis-RJ.

João Lucas Paiva da Conceição

ORIENTADORA: Prof. Dr. Maíra Freire Pecegueiro do Amaral

TRÊS RIOS- RJ
AGOSTO-2023



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE - DCMA

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM EMPREENDIMENTO
IMOBILIÁRIO: Estudo de caso em uma estação de tratamento de água no
município de Angra dos Reis-RJ.

João Lucas Paiva da Conceição

Monografia apresentada ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da UFRRJ, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

TRÊS RIOS- RJ
AGOSTO-2023

Conceição, João Lucas Paiva.

Gestão de recursos hídricos em empreendimentos imobiliários: Estudo de caso em uma estação de tratamento de água no município de Angra dos Reis/ João Lucas Paiva da Conceição.

Orientadora: Dr. Maíra Freire Pecegueiro do Amaral

Monografia ou Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Instituto Três Rios, Três Rios, 2023. 1. Controle de qualidade 2. Tratamento de Água 3. Parâmetros físico-químicos. I. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto Três Rios. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO TRÊS RIOS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO MEIO AMBIENTE – DCMA

GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM EMPREENDIMENTO
IMOBILIÁRIO: Estudo de caso em uma estação de tratamento de água no
município de Angra dos Reis-RJ.

João Lucas Paiva da Conceição

Monografia apresentada ao Curso de Gestão Ambiental como pré-requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Aprovada em: 12/12/2023

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br MAIRA FREIRE PECEGUEIRO DO AMARAL
Data: 19/12/2023 19:23:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Maíra Freire Pecegueiro do Amaral (orientadora)

Documento assinado digitalmente
gov.br ALEXANDRE FERREIRA LOPES
Data: 19/12/2023 15:54:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre Ferreira Lopes.

Prof. Dr. Fábio Cardoso de Freitas

TRÊS RIOS - RJ
DEZEMBRO – 2023

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus admiráveis pais pela concepção, incentivo, e apoio indispensável na minha trajetória.

A Professora Dr. Maíra, pela paciência e orientação no desenvolvimento desse trabalho.

Ao empreendimento, na figura do Técnico de Operação, pela disponibilização dos dados e presteza durante o período de treinamento.

RESUMO

CONCEIÇÃO, João Lucas Paiva. Gestão de recursos hídricos em empreendimentos imobiliários. Um estudo de caso em uma estação de tratamento de água no município de Angra dos Reis. 2023.30 f. (Monografia, graduação). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ.

O presente trabalho de conclusão de curso descreveu as atividades realizadas durante o treinamento para auxiliares de operação realizado em uma empresa privada responsável pelo tratamento de água em um empreendimento imobiliário localizado no município de Angra dos Reis-RJ. O principal foco desse trabalho foi apresentar o funcionamento dos dispositivos que compõem uma Estação de Tratamento de Água Compacta (ETA-C), bem como apresentar a rotina de operação e das análises físico-químicas que monitoram a qualidade de água realizada na estação de tratamento. Neste trabalho, foram descritos o funcionamento do processo de tratamento e das análises de qualidade de água buscado aferir seus valores e comparar aos parâmetros preconizados na Portaria GM/ MS nº 888, de 4 de maio de 2021, legislação vigente referente a parâmetros de potabilidade de água tratada. Por fim, ficou demonstrado que a tecnologia adotada no empreendimento permite o fornecimento de água tratada de qualidade ao não se observar amostras com aspectos físico-químicos e bacteriológicos que apresentassem valores superiores aos preconizados a Portaria MS nº 888/2021.

Palavras Chave: Controle de qualidade; Tratamento de Água; Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

CONCEIÇÃO, Joao Lucas Paiva. Management of water resources in real estate projects. A case study in a water treatment plant in the city of Angra dos Reis. 2023.30 f. (Monograph, graduation). Federal Rural University of Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ.

This course completion work describes the activities carried out during the training for operating assistants, carried out in a private company responsible for water treatment in a real estate development located in the municipality of Angra dos Reis-RJ. The main focus of this work is to present the operation of the devices that make up a Compact Water Treatment Station (ETA-C), as well as to present the routine of operation and physical-chemical analyzes that monitor the quality of water carried out in the treatment plant. . In this work, the operation of the treatment process is described and water quality analyzes are carried out, seeking to assess its values and compare them to the parameters recommended in Ordinance GM / MS No. 888, of May 4, 2021, current legislation regarding water potability parameters treated. Finally, it is demonstrated that the technology adopted in the enterprise allows the supply of quality treated water by not observing samples with physical-chemical and bacteriological aspects that presented values higher than those recommended by Ordinance MS n° 888/2021.

Keywords: Quality control; Water treatment; Physical-chemical parameters.

LISTA DE ABREVIACOES E SBOLOS

CERHI- Conselho Estadual de Recursos Hídricos
ETA – Estaco de Tratamento de gua
ETA-C- Estaco de Tratamento de gua Compacta
ETE- Estaco de Tratamento de Efluentes
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA- Instituto Estadual do Ambiente
NTU- Nephelometric Turbidity Units
RH- Região Hidrográfica
PRH- Plano de Recursos Hídricos
PPM- Partes Por Milhão
PH- Potencial Hidrogeniônico
UHP- Unidade Hidrológica de Planejamento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Município de Angra dos Reis-RJ, inserido na região turística Costa Verde, juntamente com Itaguaí, Mangaratiba, Paraty e Rio Claro (Fonte: IBGE, 2010).....	5
Figura 2: Unidades Hidrológicas de Planejamento, com a seta na cor azul indicando a Bacia do Frade e Rio Grataú, UHP-7 (Fonte: INEA, 2015).....	6
Figura 3: Uso e cobertura do solo para UHP-7 (Fonte: IBGE 2018, Inea: 2005).....	7
Figura 4: Barragem da Banqueta (Fonte: O Dia, 2015)	9
Figura 5: Imagem com localização geográfica da Estação de tratamento de água/reservatório de água tratada (Fonte: Google Earth, 2022).....	10
Figura 6: Imagem aérea da Estação de Tratamento de Água Compacta-Control Master (Fonte: Empreendedor, 2023).....	11
Imagem 7: Equipamento Jar Test utilizado para calibração das dosagens de produtos químicos (Fonte: Empreendedor, 2023).....	12
Imagem 8: Técnico de operação realizando a formulação de produtos químicos (Fonte: Empreendedor, 2023).....	13
Imagem 9: Vista externa do laboratório de monitoramento (Fonte: Autor, 2023).....	14
Figura 10: Vista interna do laboratório de monitoramento de água (Fonte: Autor, 2023).....	14
Figura 11: Beckers utilizados para realização periódica de amostragem de cada ponto de coleta (Fonte: Autor, 2023).....	15
Figura 12: phmetro de bancada Quimis, modelo Q0400 AS, utilizado para aferição de faixa pH das amostras (Fonte: autor, 2023).....	16
Figura 13: Turbidímetro digital de bancada Akso, modelo TU Log AS (Fonte: Autor, 2023).....	17
Figura 14: Clorímetro de bancada Akso, modelo Tester, utilizado para aferição de cloro livre (Fonte: Autor, 2022).....	17
Figura 15: Fluxograma do processo de funcionamento físico-químico da estação (Fonte: Autor, 2023).....	18
Figura 16: dispersor hidráulico (Fonte: Autor, 2023).....	19

Imagem 17:Flocodecantador (Fonte: Autor, 2023).....	19
Figura 18: registros de extração de lodo (Fonte: Autor, 2023).....	20
Figura 19: Filtro Biflow (Fonte: Autor, 2023).....	21
Figura 20: Dosagem adequada de cloro para tratamento bacteriológico (Fonte: Autor, 2023).....	22
Figuras 21 e 22: Operador realizando procedimento de retrolavagens (Fonte: Autor, 2023).....	23
Figura 23: Medidor de vazão/pressão (Fonte: Autor, 2023).....	23
Imagens 24 e 25: Operador realizando a extração do lodo do decantador e acompanhando a extração do lodo gerado na retrolavagem (Fonte: Autor, 2023).....	24
Figura 26: Relatório Anual de Qualidade da água (Fonte: Saae, 2016).....	25
Figura 27: Operador realizando aferição de cloro livre através do Método DPD (Fonte: Autor, 2023).....	26
Figuras 28 e 29: Operador realizando aferição de cloro livre através do Método DPD (Fonte: Autor, 2023).....	27
Figuras 30 e 31: Operador realizando a aferição da faixa de pH de uma amostra (Fonte: Autor, 2023).....	28
Figura 32 e 33: Operador realizando o procedimento de aferição de turbidez de uma amostra rotineira (Fonte: autor, 2023).....	29
Figura 34: Aferição de turbidez de uma mostra rotineira (Fonte: autor, 2023).....	29
Figura 35: Planilha utilizada em laboratório para aferir os dados gerados nas análises (Fonte, 2023).....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores das análises de cloro residual livre.....	27
Tabela 2: Valores das análises de faixa de pH.....	28
Tabela 3: Valores das análises de turbidez.....	30
Tabela 4: Compilação das médias diárias do período de 13/03 a 18/03.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3. OBJETIVOS.....	4
3.1. Objetivo geral.....	4
3.2. Objetivos específicos.....	4
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
4.1. Caracterização ambiental e hidrográfica da área de estudo- município de Angra dos Reis.....	5
4.2. Caracterização das ETA,s do setor público.....	8
4.3. Caracterização do empreendimento privado ETA-C.....	9
4.4. Caracterização do dispositivo de tratamento (ETA-C).....	10
4.4.1. Laboratório.....	13
4.5. Análises de controle de qualidade/Plano de amostragem.....	14
4.5.1. Método de determinação de pH.....	15
4.5.2. Método de determinação de turbidez.....	16
4.5.3. Método de determinação de cloro livre.....	17
4.6. Descrição do tratamento.....	18
4.6.1. Dispersor hidráulico.....	18
4.6.2. Floccodcantador.....	19
4.6.3. Filtro biflow.....	20
4.6.4. Retrolavagem dos filtros.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Análises de controle de qualidade das ETA,s pública.....	24
5.2. Análises de controle de qualidade/Plano de Amostragem da ETA-C privada.....	25
5.2.2. Determinação cloro livre- método DPD.....	26

5.2.3. Determinação de pH.....	27
5.2.4. Determinação de turbidez.....	28
5.3. Resultados das análises/Plano de Amostragem.....	30
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS.....	34
ANEXOS.....	37

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e sua concentração em áreas urbanas também aumenta a demanda por recursos naturais locais, impactando o meio ambiente em diversos aspectos. Em termos de planejamento em empreendimentos imobiliários, o saneamento básico deve ser pensado para atender não apenas as atuais demandas, mas também as demandas futuras locais, principalmente no aspecto de uso de recursos hídricos. A expansão das redes de abastecimento de água, de esgoto e de drenagem pluvial deve estar prevista e regularizada junto aos órgãos responsáveis pelos serviços, sejam eles públicos ou privados (FUNASA, 2017).

No Brasil, a lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), na qual consta que, todas as gerações, tanto atuais quanto futuras, devem ter acesso à água de boa qualidade que atenda aos critérios devidos de potabilidade. Os prestadores de serviço de abastecimento e monitoramento de qualidade de água podem ser empresas privadas, companhias estaduais, autarquias municipais ou as próprias prefeituras. Em seus estudos Araújo (2022) ressalta que a água é considerada própria para consumo humano quando atende o padrão de potabilidade estabelecido pelo Ministério da Saúde, disposto na Portaria de Consolidação nº 5, Anexo XX, de 28 de setembro de 2017 e, atualmente, alterada pela Portaria GM/ MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Os parâmetros considerados estratégicos no monitoramento da qualidade da água para consumo humano são: Turbidez, presença/ausência da bactéria *Escherichia coli* (indicador de contaminação fecal), e residual de agente desinfetante (ARAÚJO, 2022).

Diante das exigências legais sob o ponto de vista ambiental e sanitário, observa-se o aumento do apelo do mercado imobiliário na busca da manutenção de um bom relacionamento com órgãos públicos locais, podendo-se observar que o setor tem cada vez mais adotado práticas adequadas de tratamento e distribuição de água, conforme legislação vigente. Desta forma, o objetivo geral deste trabalho foi acompanhar o funcionamento de uma estação de tratamento de água em um empreendimento imobiliário privado localizado no município de Angra dos Reis-RJ, bem como realizar análises laboratoriais de controle de qualidade e comparar os resultados dos parâmetros avaliados com os limites estabelecidos na legislação vigente (Portaria GM/ MS nº 888, de 4 de maio de 2021).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A água é o líquido mais abundante do planeta e é essencial para sobrevivência de plantas, animais e microorganismos. A água é insubstituível, servindo como meio de transporte para substâncias vitais aos organismos e como ambiente para os habitantes de oceanos e lagos (EMBRAPA, 2011). De acordo com apontamentos da GEO BRASIL (2007), três quartos da água doce são localizados nas camadas de gelo continental da Antártida. A água subterrânea representa 20% da água doce e é largamente utilizada pela indústria pela irrigação e uso doméstico. Somente 1% da água doce ocorre de forma superficial (rios, córregos e lagos). Isso representa 0,03% da água presente no globo terrestre (GEO BRASIL, 2007).

Diante dos relatos descritos acima, constata-se que a busca por água boa e de qualidade para uso e consumo tornou-se um desafio a humanidade. Segundo dados da UNICEF (2017), três a cada dez pessoas no mundo não têm acesso a água potável. A primeira avaliação global dos serviços de água potável e saneamento com gestão segura concluiu que principalmente em áreas afastadas dos centros urbanos, a população é carente desses serviços básicos (UNICEF, 2017).

Sob o ponto de vista da saúde pública, cabe aqui destacar a importância da qualidade de água no que se refere a veiculação de doenças causadas pela sua má qualidade. Conforme dados descritos pela Organização Mundial de Saúde (2006), o abastecimento de água, cada vez mais, tem preocupado os gestores públicos, pois a falta de acesso a água tem sido considerada fator de risco à saúde, além de limitante ao desenvolvimento. Dados do relatório “Saúde no Mundo”, editado pela mesma organização, em 2004 (WHO, 2006), mostram que 85 de 102 agravos à saúde e traumatismo são atribuídos ao saneamento ambiental deficiente. Estimativas, em âmbito mundial, retratam que 24% das enfermidades e 23% das mortes prematuras resultam da exposição a ambientes insalubres e sem atenção sanitária (WHO, 2006).

No que se refere ao cenário brasileiro, apesar das deficiências, o acesso água tratada e acesso ao abastecimento apresenta alguns avanços. Segundo o Instituto Trata Brasil (2022), a parcela da população brasileira com acesso aos serviços de distribuição de água tratada passou de 81,7% em 2004 para 84,1% em 2020. Isso significou que, nos últimos doze anos, 37 milhões de brasileiros conquistaram o acesso a esse serviço fundamental e humanitário. (TRATA BRASIL, 2022).

Diante dos dados descritos acima, torna-se necessário atentar para as ofertas de tecnologias adequadas utilizadas para tratamento e desinfecção de águas para uso e consumo humano. Segundo estudos de Richter, (2009), a adoção do tratamento que seja mais adequado deve ser realizada levando-se em conta as características físico-químicas e a tratabilidade da água bruta, fatores que muitas vezes são negligenciados no âmbito da implantação de estações de tratamento de água, trazendo problemas operacionais (RICHTER, 2009). Libâneo (2008) relata em seus estudos que, o uso da água bruta para abastecimento deve passar por tratamento prévio objetivando atender finalidades de ordem sanitária, de ordem estética (quanto a correção de turbidez, odor e sabor) e de ordem econômica, facilitando distribuição para populações e a instalação de indústrias e empreendimentos (LIBANEO,2008).

Conforme descreve Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os métodos ou tecnologias de tratamento de água para abastecimento podem ser classificados em convencional, contendo os processos de coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção, podendo conter etapas adicionais como correção de pH, fluoretação entre outros antes de ser distribuída à rede de abastecimento, e não convencional quando não possui todas as etapas contidas no tratamento convencional (IBGE, 2020). Segundo a Organização Mundial de Saúde (2017), o padrão de potabilidade dos sistemas de abastecimento de água deve levar em conta uma série de condições ambientais, sociais, culturais e econômicas que possam afetar a qualidade da água e estabelece o monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano (WHO, 2017). Já sob o ponto de vista da legislação brasileira, a portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021 estabelece que a qualidade da água a ser consumida pela população deve estar isenta de microrganismos patogênicos, além disso, os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos devem atender aos padrões de potabilidade estabelecidos (BRASIL, 2021).

Sob o aspecto da adequação e regularização de usos dos recursos hídricos em empreendimentos, podemos aqui destacar a importância de instalação de dispositivos de tratamento/desinfecção para fornecimento de boas condições sanitárias aos usuários. Neto (2021), descreve que a criação de condomínios e loteamentos, tanto públicos como privados, nos subúrbios e dos centros urbanos, devem ocorrer de tal modo que as demandas de infraestrutura e saneamento básico sejam atendidas satisfatoriamente, uma vez que as pessoas que viverão nessas áreas têm o direito a usufruir de espaços

confortáveis, seguros e que disponham de condições sanitárias adequadas (NETO, 2021).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi acompanhar e analisar o funcionamento de uma estação de tratamento de água (ETA) em um empreendimento imobiliário no município de Angra dos Reis-RJ, bem como observar análises laboratoriais de controle de qualidade comparando os resultados dos parâmetros avaliados com os limites estabelecidos na legislação vigente, durante atividade extracurricular (treinamento para auxiliares de operação em ETA) realizada durante o período de 13/03/2023 à 22/03/2023.

3.2. Objetivos específicos

- Apresentar os dispositivos utilizados uma Estação de Tratamento de água durante seu processo de funcionamento sob o ponto de vista mecânico e de seus aspectos físico-químicos.
- Verificar as metodologias de ensaios laboratoriais de controle de qualidade e comparar os resultados dos parâmetros avaliados com os limites estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde nº 888 de 4 de maio de 2021.
- Verificar como se dá o atendimento a legislação referente ao abastecimento de água e as formas relacionamento e comunicação do empreendimento imobiliário com órgãos públicos municipais

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Por questões de sigilo de informações e de segurança, foi acordado com os empreendedores que não será exposto o nome dos empreendimentos e seus responsáveis, portanto o principal foco desse trabalho foi exclusivamente apresentar a rotina de operação de tratamento e as análises físico-químicas realizadas em uma estação de tratamento de água compacta (ETA-C).

Neste trabalho foi realizada uma análise sobre as vantagens que a ETA-C privada oferece em disparidade do setor público, também foi efetuada abordagens sobre as operações rotineira da estação de tratamento para fins de disponibilizar água tratada

de qualidade, além disso, foi realizado os procedimentos de aferição das análises físico químicas de controle de qualidade e adequação aos parâmetros de qualidade para potabilidade durante atividade extracurricular (treinamento para auxiliar de operação em ETA) realizada durante o período de 13/03/2023 á 22/03/2023.

4.1. Caracterização ambiental e hidrográfica da área de estudo- município de Angra dos Reis.

A estação de tratamento onde consiste o local de estudo situa-se em Angra dos Reis-RJ, município localizado ao Sul do estado do Rio de Janeiro, inserido na região turística Costa Verde, juntamente com Itaguaí, Mangaratiba, Paraty e Rio Claro (Figura 1).

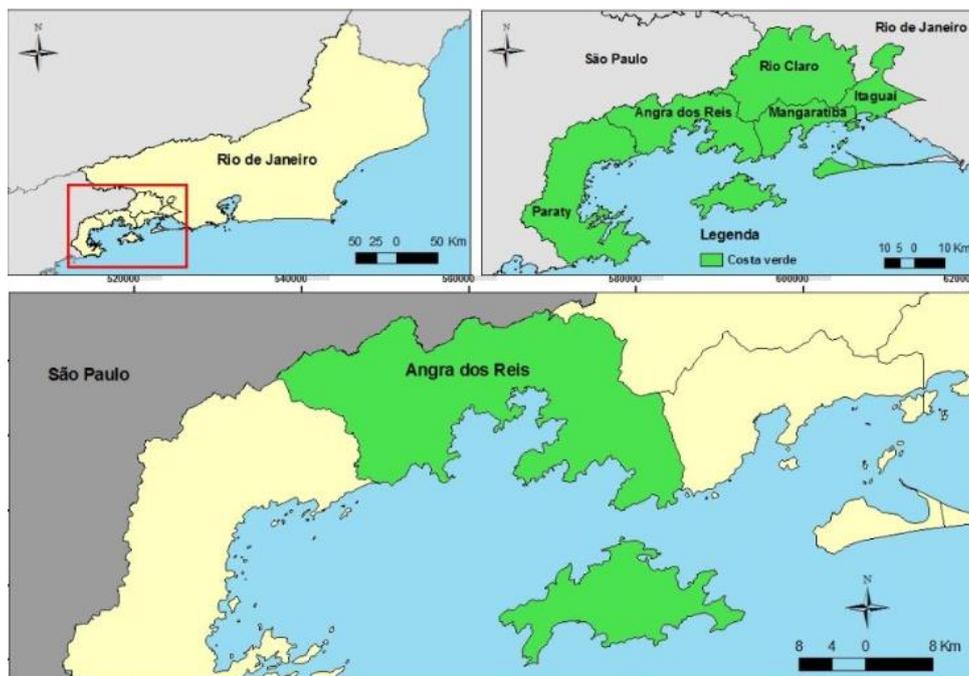


Figura 1: Município de Angra dos Reis-RJ, inserido na região turística Costa Verde, juntamente com Itaguaí, Mangaratiba, Paraty e Rio Claro (Fonte: IBGE, 2010).

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (CERHI-RJ) instituiu os atuais limites da Região Hidrográfica I - Baía de Ilha Grande (RH-I) através da Resolução CERHI RJ nº 107 de 22 de maio de 2013, apontando como suas principais bacias hidrográficas: Bacias Contribuintes à Baía de Paraty; Bacia do rio

Mambucaba; Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí; Bacia do Bracuí; Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira; Bacias da Ilha Grande; Bacia do rio Conceição de Jacareí (INEA, 2015).

Para o Plano de Recursos Hídricos da Bacia da Ilha Grande (PRH-BIG), foi definida uma divisão diferente daquela definida na Res. nº 107/2013, sendo definidas 14 Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP). Destaca-se que o empreendimento imobiliário utilizado na nesse estudo está situado na Bacia do Rio do Frade e Rio Grataú, classificada com Unidade Hidrológica de Planejamento- 7, conforme figura abaixo.



Figura 2: Unidades Hidrológicas de Planejamento, com a seta na cor azul indicando a Bacia do Frade e Rio Grataú, UHP-7 (Fonte: INEA, 2015).

A Bacia do Rio do Frade e do Rio Grataú (UHP-7) está totalmente inserida no município de Angra dos Reis, principalmente no distrito de Cunhambebe (Frade), dentre outras localidades. As florestas secundárias em estágio médio e avançado de regeneração recobrem 80,02% da área total da UHP-7 e estão concentradas nas vertentes íngremes da unidade, especialmente dentro dos limites do Parque Nacional da Serra da Bocaina. As pastagens ocupam 8,07% da UHP e estão localizadas, principalmente, no vale do baixo rio Grataú. Nessa UHP, as áreas urbanas

correspondem a 4,09% da área total, sendo que essa classe de uso abrange tanto usos residenciais, industriais, quanto turístico imobiliários, com grande área coberta por condomínios, hotéis e marinas. (INEA, 2015). O uso e cobertura do solo para a UHP-7 está apresentado na Figura 3.

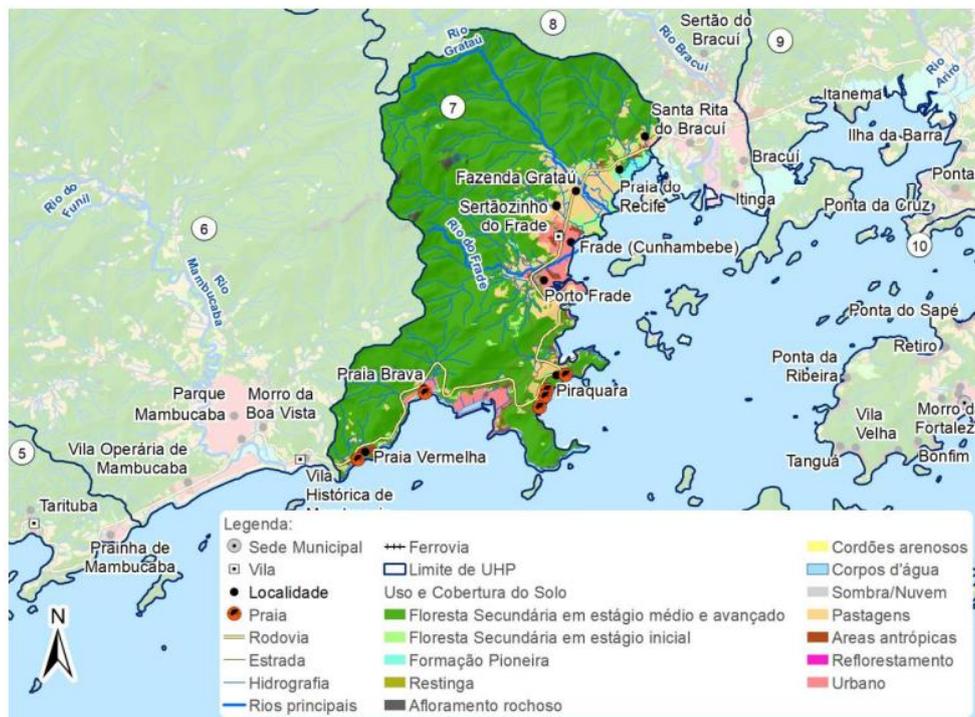


Figura 3: Uso e cobertura do solo para UHP-7 (Fonte: IBGE 2018, Inea: 2005).

O clima predominante na RH-I/UHP-7 é do tipo tropical quente e úmido, característico de regiões litorâneas entre os trópicos e possui índice de precipitação relativamente elevado, apresentando médias entre 2.000 mm/ano e 3.000 mm/ano. As temperaturas apresentam bastante variação entre máximas e mínimas, com máximas médias anuais variando de 35°C a 40°C e mínimas médias anuais de 10°C a 15°C, variação influenciada pela variabilidade de altitudes. As temperaturas médias anuais se situam na faixa dos 20°C a 28°C (INMET, 2018). As declividades altas funcionam como “paredões”, que retêm a umidade que vem do oceano e provocam intensificação das chuvas, podendo causar grandes volumes de precipitação. Segundo Davis e Naghettini (2001) a Serra do Mar atua como barreira aos sistemas frontais e linhas de instabilidade, o que gera os altos índices de pluviosidade da região.

O município de Angra dos Reis é privilegiado quanto à disponibilidade hídrica natural, mas mesmo assim apresenta problemas no abastecimento público de água

tratada, consequência de uma estrutura defasada que se agrava durante temporadas de verão, finais de semana e feriados prolongados. Desde de 2002 existem duas empresas responsáveis pelo abastecimento e saneamento em Angra dos Reis, elas operam a gestão compartilhada da água e do esgoto no município: a Companhia Estadual de Águas e Esgotos (Cedae) e o Serviço Autônomo de Captação de Água e Tratamento de Esgoto (Saae).

Além da Cedae e do Saae, atuam na região outras redes alternativas de captação, tratamento e distribuição da água, como é realizado pelo próprio empreendimento imobiliário em estudo. Em 2017 iniciou-se o processo de fusão da Cedae com o Saae, que até então operavam de forma conjunta, mas nem sempre harmoniosa, gerando transtornos para a população.

Angra dos Reis dispõe apenas de duas estações de tratamento de água (ETA): Banqueta e Jacuecanga, a primeira e o Sistema Cabo Severino são operados pela Cedae. A segunda e os demais pontos de captação estão a cargo do Saae. A Prefeitura Municipal de Angra dos Reis (PMAR) apresentou em 2014 a versão final do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) nas modalidades Água, Esgoto e Drenagem Urbana (PMAR, 2014); esse plano passou a ser a base para a análise dos problemas de abastecimento e saneamento da região. Um dos grandes desafios a serem enfrentados é o fato de o município possuir uma disponibilidade hídrica imensa que não é aproveitada de maneira racional.

Segundo o PMSB (PMAR, 2014, p. 194), Angra dos Reis conta com potencial hídrico vasto e abundante, bem acima do critério estabelecido para escassez hídrica, que é de 2 mil m³/ano. Portanto, a falta d'água trata para a população não se justificava nessa região.

4.2. Caracterização das ETA,s do setor público.

Angra dos Reis dispõe apenas de duas estações de tratamento de água (ETA): Banqueta e Jacuecanga, a primeira e o Sistema Cabo Severino são operados pela Cedae. A segunda e os demais pontos de captação estão a cargo do Saae. Grande parte dos sistemas de abastecimento de água é constituída por captação de superfície e adutoras em PVC. O principal ponto de captação de água para o centro da cidade é a Barragem da Banqueta (Figura 4), que em épocas de estiagem praticamente seca.



Figura 4: Barragem da Banqueta (Fonte: O Dia, 2015).

Nessas ETAs, as águas captadas são tratadas por processos de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação, atendendo aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde (Brasil, 2011).

4.3. Caracterização do empreendimento privado ETA-C.

Localizada no bairro do Frade, a adutora do sistema de tratamento e abastecimento de água do local de estudo tem como objetivo oferecer uma maior segurança na captação, adução, tratamento (simples desinfecção) e reservação, buscando oferecer a esse empreendimento imobiliário, garantia de água em quantidade e qualidade adequada para uso e consumo humano. O empreendimento abastecido por esse sistema é composto por 01 unidade hoteleira de 100 apartamentos e 01 Condomínio residencial de 80 casas. A imagem 4 mostra a localização geográfica do sistema de adutora do empreendimento, desde sua captação, reservação de água bruta até a entrada no dispositivo de tratamento.



Figura 5: Imagem com localização geográfica da Estação de tratamento de água/reservatório de água tratada (Fonte: Google Earth, 2023).

Segundo relatos do técnico de operação, o empreendimento possui autorização de captação e uso dos recursos hídricos através da emissão do documento de Outorga junto ao órgão estadual (Instituto Estadual de Ambiente-RJ) além de uma Certidão de Inexigibilidade de Licença Ambiental junto ao órgão municipal (Instituto de Meio Ambiente de Angra dos Reis), dessa forma os apontamentos colocados nesse trabalho, referem-se apenas aos procedimentos para aferição dos parâmetros de qualidade de água preconizados na Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021, e exigidas pelo Alvará de Funcionamento da estação, emitido pelo órgão municipal de vigilância (Secretaria de Saúde/Vigilância Sanitária) em atendimento ao artigo 14 da mesma legislação.

4.4. Caracterização do dispositivo de tratamento (ETA-C)

A alternativa de tratamento da água adotada no empreendimento é a utilização de Estação de Tratamento de Água Compacta, Fabricante: Control Master. Modelo: - FB-70M.

- Material: Aço Carbono;
- Vazão: 70 m³/h;
- Pressão de trabalho: 3,0 kgf/cm²;

- Diâmetro: 2.000 mm;
- Altura total: 5.000 mm

A figura 6 demonstra os dispositivos de tratamento de água e os reservatórios de água tratada responsáveis pelo abastecimento do empreendimento.



Figura 6: Imagem aérea da Estação de Tratamento de Água Compacta (Fonte: Empreendedor, 2023).

Este dispositivo é recomendado para tratamento de águas superficiais em geral, sem contaminação físico-química, bacteriológicas elevadas a montante, sendo que sua aplicabilidade se limita as seguintes características da água bruta:

- Cor..... menor que 100 uH
- Turbidez.....menor que 300 NTU
- Ferro.....menor que 1,0 ppm
- Oxigênio consumido.....menor que 5,0 ppm

O tratamento é obtido através de equipamentos compactos, fabricados em chapa de aço carbono, funcionando sob pressão, constituídos basicamente dos seguintes elementos:

- Dispensor hidráulico (Flash Reator)

- Flocculador
- Sistema de filtração em areia
- Sistema de dosagem de produtos químicos

A calibração da quantidade de produtos químicos dosados na estação através da utilização do equipamento Jar Test (Imagem 7), e o manuseio de produtos químicos na Sala de Produtos Químicos (Imagem 8), não serão aqui descritos de forma pormenorizada, por se tratar de função exclusiva do técnico de operação habilitado pelo Conselho Regional de Química/ III-Região, acompanhado de um Técnico em Segurança do Trabalho. Portanto tais procedimentos não fazem parte da função e do Treinamento de Auxiliares de Operação em ETA-C.



Imagem 7: Equipamento Jar Test utilizado para calibração das dosagens de produtos químicos (Fonte: Empreendedor, 2023).



Imagem 8: Técnico de operação realizando a formulação de produtos químicos (Fonte: Empreendedor, 2023).

4.4.1. Laboratório

A Estação de tratamento de água possui um Laboratório de Monitoramento de Água (Imagens 9 e 10) com seguintes equipamentos:

- Jar Test de bancada- Calibração das dosagens de produtos químicos (Sulfato de Alumínio, Carbonato de Cálcio e Hipoclorito).
- Turbidímetro de Bancada- Aferição de Turbidez da água
- pHmetro de bancada- Aferição de faixas de pH da água
- Clorímetro de Bancada- Aferição de Cloro livre na água tratada



Imagem 9: Vista externa do laboratório de monitoramento (Fonte: Autor, 2023).



Figura 10: Vista interna do laboratório de monitoramento de água (Fonte: Autor, 2023).

4.5. Análises de controle de qualidade/Plano de amostragem

De acordo com o PLANO DE AMOSTRAGEM da estação, as análises de controle de qualidade do processo de tratamento são realizadas pelos operadores a cada duas horas de intervalo, onde são determinados valores das faixas de pH; Turbidez (unidade de medida: NTU) e presença de Cloro total livre (unidade de medida de em partes por milhão: ppm). Esse protocolo busca adequação do produto à legislação decorrente, dando suporte ao operador da planta no que diz respeito ao funcionamento das operações e processos. De acordo com o plano, são realizadas análises de água em quatro pontos de coleta durante o processo de tratamento, sendo eles:

- P-1- Água Bruta (pH, turbidez)
- P-2- Decantador (pH, turbidez)
- P-3- Saida do filtro Biflow (pH, turbidez)
- P-4- Reservatório de água tratada (pH, turbidez, cloro livre)

A imagem 11 demonstra os frascos Beckers utilizados para realização periódica de cada ponto de coleta.

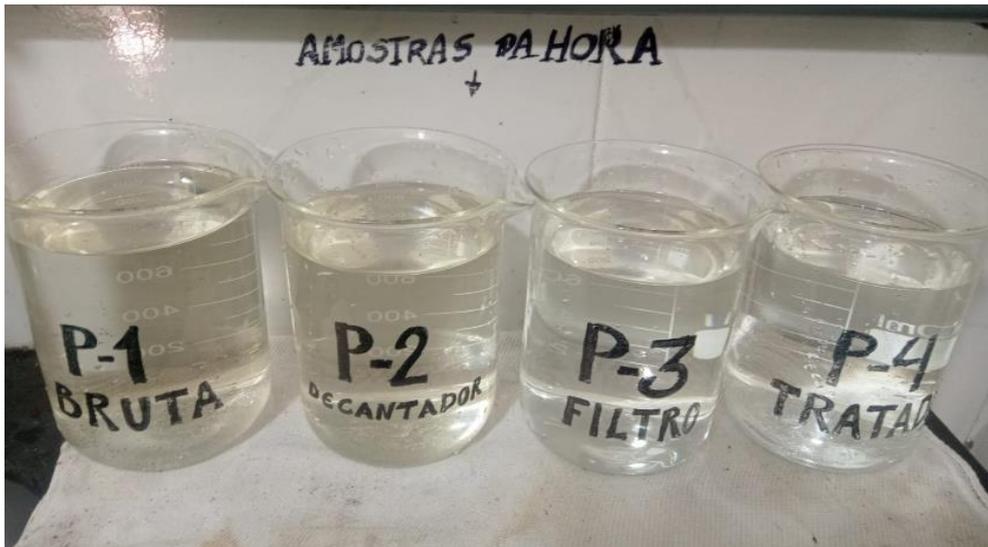


Figura 11: Beckers utilizados para realização periódica de amostragem de cada ponto de coleta (Fonte: Autor, 2023).

4.5.1. Método de determinação de pH

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H⁺). **15** Na teoria o valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina, a água com pH 7 é neutra. Esse fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento (JUNIOR, 2018). O dispositivo usado para aferir esse dado na ETA-C é o phmetro de bancada do fabricante Quimis, modelo Q0400 AS (figura 12).



Figura 12: phmetro de bancada Quimis, modelo Q0400 AS, utilizado para aferição de faixa pH das amostras (Fonte: autor, 2023).

4.5.2. Método de determinação de turbidez

A turbidez de uma amostra de água é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la (esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam turbidez nas águas são maiores que o comprimento de onda da luz branca), devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos, tais como algas e bactérias, plâncton em geral (JUNIOR, 2018). O dispositivo usado para aferir esse dado na ETA-C é o Turbidímetro digital de bancada do fabricante Akso, modelo TU Log AS (figura 13).



Figura 13: Turbidímetro digital de bancada Akso, modelo TU Log AS (Fonte: Autor, 2023).

4.5.3. Método de determinação de cloro livre

Para a determinação de cloro livre, utilizou-se Clorímetro do fabricante Akso, modelo Tester, solução DPD 1 e 2 de teste, cubetas 10 ml e frascos para coletas (Imagem 14).



Figura 14: Clorímetro de bancada Akso, modelo Tester, utilizado para aferição de cloro livre (Fonte: Autor, 2022).

4.6. Descrição do tratamento

A água bruta a ser tratada é inserida no dispositivo por força de gravidade, sem utilização de bombas, passando primeiro pelo *Dispensor Hidráulico*, onde receberá a dosagem dos reagentes químicos seguida de mistura. Em seguida é dirigida diretamente ao *Flocodecantador* para decantação, sequencialmente enviada às entradas superiores e inferiores do *Filtro Biflow*, e posteriormente recebendo a dosagem adequada de hipoclorito. A imagem 15 demonstra o fluxograma do processo de funcionamento físico-químico da estação.

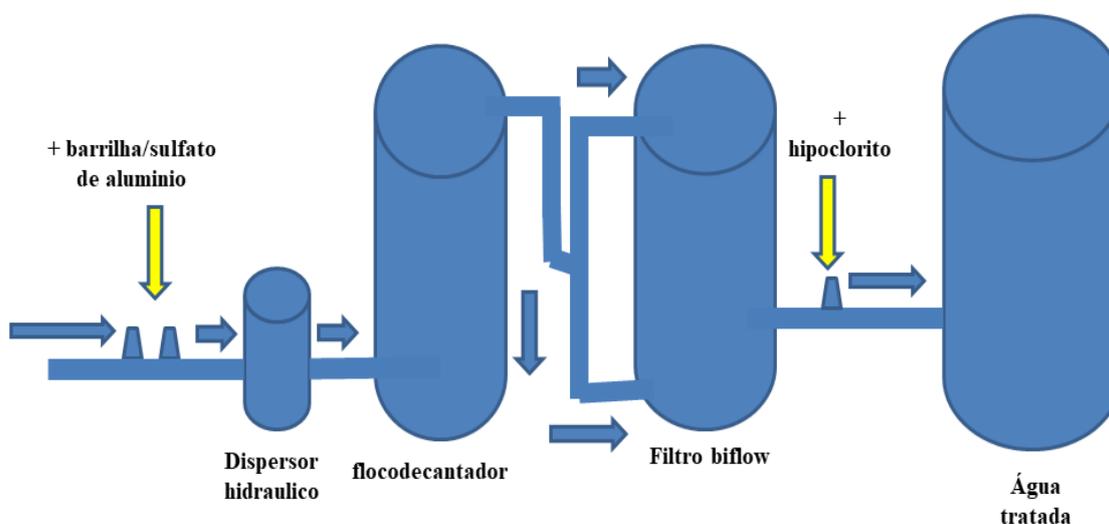


Figura 15: Fluxograma do processo de funcionamento físico-químico da estação (Fonte: Autor, 2023).

4.6.1. Dispensor hidráulico

O dispensor hidráulico (Imagem 16) tem a função de permitir uma boa dispersão dos reagentes na água a ser tratada. Os reagentes (Carbonato de Cálcio e Sulfato de alumínio) são injetados através de bocais especiais, para o interior do dispensor que possui defletores que, pela sua disposição, promove hidraulicamente a mais ampla dispersão dos reagentes no meio (CONTROL MASTER, 2017).



Figura 16: dispersor hidráulico (Fonte: Autor, 2023).

4.6.2. Floccodecantador

Esta unidade é constituída de uma câmara flocladora na forma circular com fundo em formato cônico (Imagem 17).



Imagem 17:Floccodecantador (Fonte: Autor, 2023).

A floculação é o processo na qual ocorrem aglomerações das partículas coloidais da água, já coaguladas ou desestabilizadas, visando uma decantação mais rápida. O

“Floco-decantador” utiliza para tal o processo de floculação em lodos suspensos, portanto reduzindo a um mínimo gasto de reagentes de coagulação inicialmente. A extração dos lodos da câmara inferior de sedimentação (Imagem 18) se faz hidrostáticamente, de forma contínua ou por descargas periódicas, conforme a conveniência da operação (CONTROL MASTER, 2017).



Figura 18: registros de extração de lodo
(Fonte: Autor, 2023).

4.6.3. Filtro Biflow

O filtro Biflow (Imagem 19), é composto internamente de dois elementos de filtração superpostos, não se limita apenas de duplicar simplesmente a taxa de filtração e a capacidade de retenção, mas ampliá-las muito das metas comuns. Assim este fluxo invertido funciona praticamente como uma série de filtros de porosidade progressivamente reduzida, “dispersando e diluindo” a carga específica, dentro da totalidade da massa filtrante, ao invés desconcentrá-la brutalmente sobre uma pouca superfície, como é o caso nos filtros convencionais (CONTROL MASTER, 2017).



Figura 19: Filtro Biflow (Fonte: Autor, 2023).

O leito filtrante é constituído de duas camadas de areia de grão de diâmetro efetivo variável entre 0,5 e 1,7 mm e uma camada do zeólito Controll MF-574. Esse leito é apoiado sobre camadas de pedregulhos, sendo todo conjunto suportado por um fundo falso equipado com drenos especiais. A água filtrada é retirada do leito filtrante através de drenos instalados na parte superior do aparelho, cerca de 60 cm abaixo do topo da areia (CONTROL MASTER, 2017). Após a filtração da água no filtro biflow é adicionada a dosagem adequada de cloro para tratamento bacteriológico, conforme demonstra figura 20.



Figura 20: Dosagem adequada de cloro para tratamento bacteriológico (Fonte: Autor, 2023).

4.6.4. Retrolavagem dos filtros

Os procedimentos de retrolavagem dos filtros foram realizados uma vez ao dia, ou duas vezes em dia de chuva, onde a água bruta apresenta valores de turbidez acima de 5 NTU. Para a lavagem geral (de cima para o centro), foram abertos os registros de entrada superiores até que a água saísse limpa pela canaleta. Na operação de pré-funcionamento (centro para baixo), foram abertos os registros de entrada inferiores durante 5 minutos, e fechando-os após esse período. As imagens abaixo demonstram o operador realizando as manobras de registro para as retrolavagens, até que a água saísse limpa pela canaleta.



Figuras 21 e 22: Operador realizando procedimento de retrolavagens (Fonte: Autor, 2023).

Na última etapa, na operação normal, ficam abertos os registros, apenas necessitando regular a vazão da água tratada através do registro auxílio do medidor de vazão/pressão, que deve estar entre 1,5 e 2 Kgf/cm². (Imagem 22)



Figura 23: Medidor de vazão/pressão (Fonte: Autor, 2023).

Cabe aqui destacar que o lodo gerado na extração do fundo dos decantadores e dos filtros de Biflow é despejado na caneleta de passagem; posteriormente passando por um tanque de decantação; leito de secagem e destinado a uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), autorizada pelo órgão ambiental estadual através do documento de Outorga. A imagem 25 demonstra o operador realizando a extração do lodo do fundo do

decantador e o acompanhamento da extração do lodo gerado nos filtros biflow para canaleta durante procedimento de retrolavagem.



Imagem 24 e 25: Operador realizando a extração do lodo do decantador e acompanhando a extração do lodo gerado na retrolavagem (Fonte: Autor, 2023).

Todavia, por não se tratar do foco deste estudo, não serão aqui detalhados os procedimentos de tratamento deste lodo na ETE, escopo de contrato de outra empresa prestadora de serviço neste empreendimento imobiliário.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da realização de atividade treinamento, foi possível compreender de forma detalhada como se dá o funcionamento da Estação de Tratamento de Água Compacta, os procedimentos de manutenção dos filtros biflow através de suas retrolavagens, compreender as análises de controle de qualidade da água, e por fim realça a importância da ETA-C privada para o condomínio, conforme é descrito abaixo.

5.1. Análises de controle de qualidade das ETA,s pública.

Para que a água esteja adequada ao consumo humano, suas características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas devem atender a padrões de qualidade estabelecidos pela Portaria. A tabela abaixo (figura 26) apresenta os resultados apurados

ao longo de 2016, administrada pelo Saae, estão assinaladas em cinza as células da tabela que contêm valores em desacordo com os próprios critérios de potabilidade adotados pelo Saae.



ESTADO DO RIO DE JANEIRO
Município de Angra dos Reis
SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO



Relatório Anual de Qualidade de Água - 2016

Parâmetro	Controle de Qualidade da Água													
	TURBIDEZ (UT)		pH			COR (uH)		CLORO RESIDUAL (mg/l)			COLIMETRIA			
	Água subter. 1,0 UT (95%)		Valores recomendados:			Máximo de 15 uH		Mínimo de 0,2 mg/l			Coli total e E. coli			
	Água superf. VMP 5,0 UT		entre 6,0 e 9,5					Máximo de 5,0 mg/l			Ausência em 100ml de amostra			
Mês / Região Norte	Amostras realizadas	Turbidez média	Amostras realizadas	pH mínimo	pH máximo	Amostras realizadas	Cor média	Amostras realizadas	Amostras < 0,2 mg/l	CR médio	CR mínimo	Amostras realizadas	Positivas para Coli total	Positivas para E. Coli
Janeiro	50	0,57	50	6,53	8,07	50	10,64	50	0,00	1,53	0,93	50	19	2
Fevereiro	39	0,98	39	7,59	7,97	39	12,39	39	0,00	1,61	1,33	39	12	0
Março	15	0,62	15	7,78	8,04	15	10,54	15	0,00	1,78	1,30	15	3	0
Abril	46	2,27	46	7,12	7,74	46	14,05	46	0,00	1,41	1,05	46	0	0
Maio	79	1,99	79	7,05	7,79	79	14,89	79	0,00	1,77	1,05	79	6	0
Junho	95	0,92	95	7,30	7,82	95	11,73	95	0,00	1,75	1,22	95	20	0
Julho	85	0,91	85	7,53	8,19	85	12,82	85	0,00	1,73	1,05	85	10	0
Agosto	106	0,99	106	7,62	8,08	106	13,66	106	0,00	1,69	1,01	106	6	0
Setembro	67	1,31	67	7,47	7,71	67	15,11	67	0,00	1,85	1,37	67	2	0
Outubro	45	1,11	45	7,48	7,83	45	13,45	45	0,00	1,76	1,38	45	0	0
Novembro	61	1,12	61	7,45	7,82	61	14,56	61	0,00	1,78	1,38	61	4	0
Dezembro	59	2,65	59	7,09	7,94	59	17,76	59	0,00	1,81	1,43	59	1	0

OBS: As amostras positivas para coliformes totais e E.Coli, foram coletadas novas amostras que apresentaram -se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

Figura 26: Relatório anual de qualidade da água (Fonte: SAAE, 2016)

É possível compreender que durante determinados meses a água fornecida é imprópria, apresentando contaminação sistemática da água por coliformes totais em vários meses do ano de 2016. No mês de janeiro, inclusive, houve resultados positivos para Escherichia coli em duas amostras, indicando contaminação fecal.

5.2. Análises de controle de qualidade/Plano de Amostragem da ETA-C privada.

A caracterização da água nas etapas do processo de tratamento é de grande importância na qualidade do produto final em processo físico-químico. Além disso, a aferição dos parâmetros físico-químicos para alimentação do Plano de Amostragem busca garantir adequação do produto à legislação decorrente, dando suporte ao operador

da planta no que diz respeito ao funcionamento das operações envolvidas. A título de demonstração e exemplificação das formas de arranjo dos dados parâmetro físico-químico aferidos em laboratório foi escolhido de forma aleatória, a data de 17/03 para apresentação dos mesmos.

5.2.2. Determinação do Cloro livre- método DPD

A fim de quantificar o cloro residual livre, utilizou-se o método DPD (adição de 3 gotas de DPD-1 e 3 gotas do DPD-2 em uma cubeta de 10 ml) que consiste em reagir o cloro livre com DPD, num determinado pH, formando imediatamente cor rosa avermelhada. As imagens 27, 28 e 29, demonstram o operador realizando aferição de cloro livre através do Método DPD.



Imagem 27: Operador realizando aferição de cloro livre através do Método DPD (Fonte: Autor, 2023).



Figuras 28 e 29: Operador realizando aferição de cloro livre através do Método DPD (Fonte: Autor, 2023).

Na Tabela 1 são apresentados valores médios diário das análises de cloro residual livre em uma das análises rotineiras do ponto 4 (água tratada), referente a data de 17/03.

Tabela 1: Valores das análises de cloro residual livre

N° de amostras	8
Amostras não conforme	0
Valor médio (ppm)	1.85
Valor Máximo (ppm)	2.44
Valor Mínimo (ppm)	1.60
Portaria 888/2021	0.20-5,00

Fonte: Autor, 2023.

A portaria n° 888/21 de potabilidade promulga valores entre 0,20-5,00 ppm de cloro residual livre para água tratada.

5.2.3. Determinação de pH

Na rotina do laboratório da estação de tratamento, o *potencial hidrogeniônico* é medido pelo auxiliar de operação e ajustado pelo mesmo, conforme orientação do técnico de operação, sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. As imagens 30 e 31 demonstram o operador realizando a aferição de faixa de pH na amostra da hora



Figuras 30 e 31: Operador realizando a aferição da faixa de pH de uma amostra (Fonte: Autor, 2023).

Na Tabela 2 são apresentados valores médios das análises de faixa de pH do ponto 4 (água tratada) referente a data de 17/03, afim de demonstrar que as amostras testadas se adequaram a legislação vigente.

Tabela 2: Valores das análises de faixa de pH

Nº de amostras	8
Amostras não conforme	0
Valor médio (faixa)	7.27
Valor Máximo (faixa)	7.43
Valor Mínimo (faixa)	7.11
Portaria 888/2021	6.50-9.50

Fonte: Autor, 2023

A portaria nº 888/2021 de potabilidade promulga os valores relacionado ao pH em água tratada abrangem a faixa entre 6,0 e 9,5 para água tratada.

5.2.4. Determinação de turbidez

A erosão das margens dos rios e lagos em estações chuvosas, que é intensificada pelo mau uso do solo, é um exemplo de fenômeno que resulta em aumento da turbidez das águas e que exige manobras operacionais, tais como alterações nas dosagens de coagulantes e auxiliares, nas ETA. Na rotina do laboratório da estação de tratamento, a turbidez da água bruta da entrada do sistema, e das etapas do processo até sua

distribuição, é realizada de forma periódica. As imagens 32, 33 e 34 demonstram o operador realizando o procedimento de aferição de turbidez de uma amostra da hora durante treinamento.



Figura 32 e 33: Operador realizando o procedimento de aferição de turbidez de uma amostra rotineira (Fonte: autor, 2023).

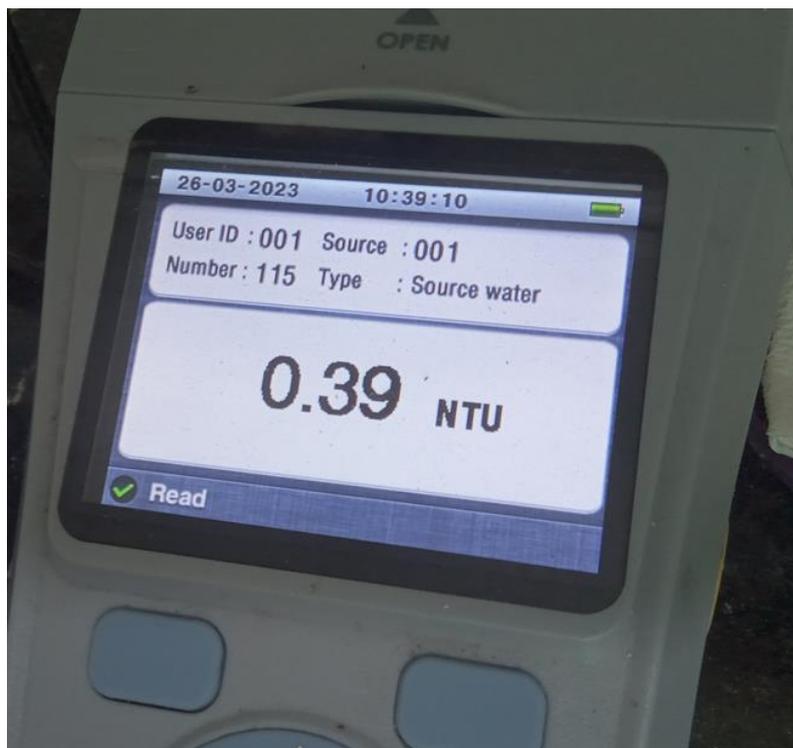


Figura 34: Aferição de turbidez de uma mostra rotineira (Fonte: autor, 2023).

Na Tabela 3 são apresentados valores médios das análises de turbidez do ponto 4 (água tratada) referente a data de 17/03, afim de demonstrar que as amostras testadas se adequaram a legislação vigente.

Tabela 3: Valores das análises de turbidez

Nº de amostras	8
Amostras não conforme	0
Valor médio (NTU)	0.04
Valor Máximo (NTU)	0.06
Valor Mínimo (NTU)	0.04
Portaria 888/2021	<5.00

Fonte: Autor, 2023.

A Portaria MS nº 888/2021, que dispõe sobre as normas e padrão de potabilidade da água para consumo humano, determina valor menor que 5 NTU (Nephelometric Turbidity Units) para turbidez de água tratada.

5.3. Resultados das análises/Plano de Amostragem

Os dados apresentados e discutidos nesse item demonstram valores médios diários de ensaios de água no laboratório gerados durante o período de 13/03 a 18/03. Nessa tabela, estão aferidas pH e turbidez do ponto de coleta 1 referente a água bruta (P-1), pH e turbidez do ponto de coleta 2 referente ao decantador (P-2), pH e turbidez do ponto de coleta 3 referente ao filtro biflow (P-3), pH, turbidez e concentração de cloro livre da água do ponto 4 referente ao tanque de tratado (P-4) no final da linha de abastecimento (Imagem 35).

DATA	P1-BRUTA	P2-DECNT	P3-FILTRO	P4-TRAT	Cloro	P5-REDE	Cloro	BAR/SUL/CL-%	HIDROMETRO	PLUV	
15/03											
08:00	PH TUR 6,71 0,19	6,70 0,18	6,73 0,25	7,01 0,03	1,43			10/10/20	201788	ALMT	OBS
10:00	PH TUR 6,70 0,22	6,73 0,1	6,75 0,04	7,10 0,05	2,21			10/10/30↑	201828	ALMT	
12:00	PH TUR 6,74 0,33	6,75 0,15	6,76 0,05	7,01 0,07	2,15			10/10/30	201879	ALMT	
14:00	PH TUR 6,80 0,28	6,75 0,13	6,73 0,05	7,20 0,05	2,21			10/10/30	201896	ALMT	
16:00	PH TUR 6,76 0,28	6,73 0,09	6,65 0,12	7,22 0,03	2,27	7,17	2,03	10/10/30	201925	ALMT	
18:00	PH TUR 6,77 0,34	6,69 0,17	6,57 0,10	7,19 0,05	2,08			10/10/30	201953	ALMT	MÉDIAS DIÁRIAS TURBIDEZ: 0,04 PH: 7,15
20:00	PH TUR 6,73 0,19	6,65 0,10	6,63 0,07	7,15 0,03	2,22			10/10/30	201986	ALMT	CLORO: 2,10
16/03											
08:00	PH TUR 6,78 0,20	6,71 0,12	6,75 0,05	7,16 0,07	1,95			10/10/30	202080	ALMT	OBS
10:00	PH TUR 6,79 0,23	6,75 0,17	6,73 0,07	7,23 0,03	2,10			10/10/20h	202109	ALMT	
12:00	PH TUR 6,80 0,21	6,73 0,19	6,71 0,05	7,15 0,07	2,50			10/10/10	202143	ALMT	
14:00	PH										

Figura 35: Planilha utilizada em laboratório para aferir os dados gerados nas análises (Fonte: Autor, 2023).

Segundo o artigo 14 da Portaria MS nº 888/2021, que estabelece diretrizes para o responsável pelo sistema de abastecimento de água para consumo humano, os seus parágrafos IV e V, dizem respeito ao envio do plano de amostragem à autoridade de vigilância da saúde pública:

IV – encaminhar à autoridade de saúde pública, anualmente e sempre que solicitado, o plano de amostragem de cada SAA e SAC, elaborado conforme Art. 44 deste Anexo, para avaliação da vigilância;

V – realizar o monitoramento da qualidade da água, conforme plano de amostragem definido para cada sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água;

Para alimentação de informações do Plano de Amostragem, os dados gerados em laboratório foram agrupados da seguinte forma:

- P-1- Água Bruta (pH, turbidez)
- P-2- Decantador (pH, turbidez)
- P-3- Saída do filtro Biflow (pH, turbidez)
- P-4- Reservatório de água tratada (pH, turbidez, cloro livre)

Buscando exemplificar e demonstrar a forma de compilação dos parâmetros físico-químicos das análises realizadas, apresenta-se a tabela 4, que aponta dados de médias diárias do período de 13/03 a 18/03 no formato de Plano de Amostragem enviado *mensalmente* ao órgão sanitário municipal (Secretaria Municipal de Saúde/ Vigilância Sanitária) conforme exigido no artigo 14, Portaria MS nº 888/2021.

Tabela 4: Compilação das médias diárias do período de 13/03 a 18/03

Data	Fis-Quimico	Ponto-1	Ponto-2	Ponto-3	Ponto-4	P-4/Cloro Livre (ppm)
13/03	pH (faixa)	6.93	6.70	6.71	7.33	1.83
	Turb (NTU)	1.15	0.88	0.13	0.04	
14/03	pH (faixa)	6.95	6.81	6.79	7.25	1.77
	Turb (NTU)	1.11	0.73	0.19	0.03	
15/03	pH (faixa)	6.94	6.90	6.88	7.27	1.83
	Turb (NTU)	1.21	0.77	0.11	0.04	
16/03	pH (faixa)	6.76	6.71	6.67	7.15	2.10
	Turb (NTU)	1.22	0.10	0.04	0.04	
17/03	pH (faixa)	6.83	6.80	6.82	7.27	1.85
	Turb (NTU)	1.29	0.40	0.09	0.04	
18/03	pH (faixa)	6.86	6.81	6.84	7.23	1.75
	Turb (NTU)	1.17	0.35	0.08	0.05	

Fonte: Autor, 2023

Em atendimento à legislação referida, esse plano de amostragem com os dados mensais compilados é enviado *mensalmente* ao órgão sanitário (Secretaria Municipal de Saúde/ Vigilância Sanitária), acompanhado de um laudo de potabilidade realizado por laboratório externo certificado pelo órgão ambiental estadual (ANEXO I). Deve-se ressaltar que, durante o período do estudo, não foram observadas amostras apresentando valores de aspectos físico-químicos superiores aos preconizados na Portaria MS nº 888/2021 durante o período analisado.

6. CONCLUSÃO

Essa prática permitiu avaliar de forma crítica que a qualidade da água fornecida pelas empresas Cedae e Saae responsáveis pela captação, pelo tratamento e pelo abastecimento residencial do setor público do município de Angra dos Reis, interpretasse as causas para a falta de água de boa qualidade na região baseando-se em aspectos puramente técnico-científicos. Além disso, a rede de abastecimento pública não abrange todo o território do município, assim como não existe a rede pública na localidade do empreendimento imobiliário em estudo. Desta forma, ficou evidente nesse trabalho que a compreensão do funcionamento dos dispositivos em uma Estação de tratamento de Água Compacta e seus processos físico-químicos garantem, de um modo geral, que as etapas do tratamento de água sejam eficientes e benéficas para o condomínio privado. Outro aspecto de extrema relevância é o fato de os resultados obtidos através da realização das análises de qualidade durante o período de estudo e treinamento, garantiram que a água tratada, produto final do processo, atenda aos parâmetros estipulados pela Portaria MS nº 888/2021, ou seja, a tecnologia adotada nesse empreendimento imobiliário mostrou-se adequada para abastecimento e consumo humano.

Sob o ponto de vista da contribuição do treinamento à formação profissional, pude observar que o conteúdo ministrado na graduação, apesar de sua ótima qualidade, não abrange todas as situações possíveis para demonstrar ao aluno como é o dia a dia em uma empresa. Dessa forma, a carga horária destinada ao treinamento foi de suma importância, pois é neste momento que o graduando pode vivenciar situações rotineiras do ambiente de trabalho, colocando em prática os conhecimentos adquiridos no curso. Levando em consideração que o perfil profissional do indivíduo é formado à medida que se desenvolve novos trabalhos, fica a certeza de que esse treinamento e sua tradução sob o ponto de vista acadêmico foram de grande valia para o futuro na profissão de Gestor Ambiental.

7. REFERÊNCIAS

ARAÚJO. L. F. **Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do Brasil no ano de 2019**. Centro de Tecnologia e Ciências, Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Brasil. 2022.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em :L9433 (planalto.gov.br). Acesso em 20 mar.2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021**. 2021. Disponível em [Avaliação do desempenho das estações de tratamento de água de Porto Alegre referente aos parâmetros de potabilidade da Portaria Nacional GM/MS nº 888 e da Portaria Estadual nº 320/2014 \(ufrgs.br\)](#). Acessado em 24. Mar.2023.

CONTROL MASTER. **Manual de instrução de operação e manutenção. Estação de Tratamento de Água modelo ETAC-70m** número do projeto: 3.523-SL/16. 2017.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – RJ. CERHI – RJ. **Resolução CERHI nº 107 de 22 de maio de 2013. Aprova nova definição das regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro e revoga a Resolução CERHI n.18 de 08 de novembro de 2006**, CERHI – RJ, 2013.

DAVIS, E.G.; NAGHETTINI, M.C. **Estudo de chuvas intensas no Estado do Rio de Janeiro**. Em: M.E. DANTAS (Org.): Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, DF: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2001. 19 p.

EMBRAPA. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Documentos ISSN 232. Dezembro, 2011. 12 p.

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Orientações Técnicas para Elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para Sistemas de Abastecimento de Água**. 2017. Disponível em: [CAPA_MONT.cdr \(saude.gov.br\)](http://CAPA_MONT.cdr(saude.gov.br)) Acesso em: 20 abr. de 2023.

GEO Brasil: **recursos hídricos: componentes da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2007. 264 p. (GEO Brasil série sistemática).

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meioambiente/9073pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 23 mar. 2023.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?edicao=18098&t=o-que-e> Acesso em 23 mar. 2023

JUNIOR. Dario Paes de Brit. **Operação e controle de estação de tratamento de água**. Relatório de Estágio Supervisionado desenvolvido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Química Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. 2018.

LIBANEO ,M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. São Paulo: Átomo, 2008.

NETO. Jonas Sebastião da Silva. **Análise da sustentabilidade hídrica em condomínios horizontais. estudo de caso: atmospha green residence**. Universidade Federal de Campina Grande-Centro de Tecnologia e Recursos Naturais unidade acadêmica de engenharia civil. Campina Grande 2021.

RICHTER, Carlos A. **Água: Métodos e tecnologias de tratamento**. São Paulo: Editora Blucher, 2009. 340 p.

TRATABRASIL. **Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil**. Exante consultoria econômica novembro de 2022.

UNICEF - United Nations Children's Fund; WHO - World Health Organization. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and Sustainable Development Goal baselines. United Nations Children's Fund and World Health Organization, 2017.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for drinking-water quality.** 4^o ed. Geneva: World Health Organization, 2017b

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality. 3. ed. Geneve,** 2004. WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. Genève, 2006.

ANEXOS

LAUDO DE POTABILIDADE-LABORATÓRIO EXTERNO



RELATÓRIO DE ENSAIO: 22711/2023 - A - 1.0 Proposta Comercial 2997/2019-12

DADOS REFERENTES AO CLIENTE	
Empresa Solicitante:	Selo Verde Laboratorio de Analises Ltda-EPP
Endereço:	Rua Francelino Alves de Lima, 04, Areal - Angra dos Reis/RJ - CEP: 23900-000
Nome do Solicitante:	
Dados para contato:	24 3365-2335 seloverdelaboratorio@hotmail.com

DADOS REFERENTES À AMOSTRA	
Identificação do ponto:	– COLETADA NA TORNEIRA EXTERNA DA PORTARIA
ID do Projeto: Não Informado	Referência Oceanus: 1055251
Matriz: Água	Data da amostragem: 09/02/2023 09:05
Data de emissão do R.E.: 17/02/2023	Data de recebimento: 09/02/2023
Dados adicionais: Frade, Angra dos Reis/RJ	Coletor: Selo Verde Laboratório de Análises Ltda
Tipo de Coleta: Simples	Cloro Livre (mg/L) (fornecido pelo cliente): 1,5
Temperatura de recebimento (°C): <5	

RESULTADOS ANALÍTICOS DA AMOSTRA
Físico-Químico
Início dos Ensaio: 09/02/2023

Parâmetros	Unidade	LD	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados	Portaria GM/MS Nº 888 - SAA/SAC-Reservatório, Rede ou Ponto de Consumo
pH	N.A.	N.A.	1 – 13	---	8,53	Entre 6,0 e 9,5
Turbidez	uT	0,03	0,1	1	1,3	5,0
Cor Aparente	uH	5	5	1	5,00	15,0

Microbiológico
Início dos Ensaio: 09/02/2023

Parâmetros	Unidade	LQ / Faixa	Fator de Diluição	Resultados	Portaria GM/MS Nº 888 - SAA/SAC-Reservatório, Rede ou Ponto de Consumo
Coliformes Totais	N.A.	N.A	---	Ausência	Ausência em 100 mL
Escherichia coli	N.A.	N.A	---	Ausência	Ausência em 100 mL

INFORMAÇÕES RELEVANTES