



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
CAMPUS CATALÃO
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Av. Lamartine P. Avelar, 1.120. Setor Universitário – Catalão (GO) CEP – 75704 020

Fone: (64) 3441-5331. E-mail: mestradogeografia@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS / REGIONAL CATALÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

SELMA PEREIRA DA COSTA SILVA

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NO TRATAMENTO
DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: abordagem
metodológica em Morrinhos (GO) – 2014-2015**

CATALÃO (GO)

2016

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

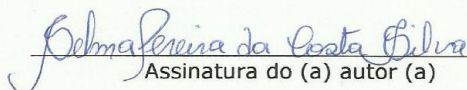
Nome completo do autor: Selma Pereira da Costa Silva

Título do trabalho: APLICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: abordagem metodológica em Morrinhos (GO) – 2014-2015.

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do (a) autor (a)

Data: 25/01/2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

SELMA PEREIRA DA COSTA SILVA

**APLICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NO TRATAMENTO
DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO: abordagem
metodológica em Morrinhos (GO) – 2014-2015**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão-IGEO, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Ordenamento do Território

Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais

Orientação: Prof. Dr. André Carlos Silva

Coorientação: Prof. Dr. Paulo H. Kingma Orlando

CATALÃO (GO)

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Selma Pereira da Costa

Aplicação de produtos químicos no tratamento de água para abastecimento público: abordagem metodológica em Morrinhos (GO) - 2014 - 2015 [manuscrito] / Selma Pereira da Costa Silva. - 2016. 119 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. André Carlos Silva; co-orientador Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Geografia, Catalão, Programa de Pós Graduação em Geografia, Catalão, 2016.

Bibliografia. Anexos.

Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, gráfico, lista de figuras.

1. Recursos hídricos. 2. Tratamento de água. 3. Abastecimento público. 4. Água bruta. 5. Água tratada. I. Silva, André Carlos, orient. II. Título.

CDU 911



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL CATALÃO
UAE - INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
Av. Lamartine P. Avelar, 1.120, Setor Universitário - Catalão (GO) CEP - 75704-020
Fone/fax: (64) 3441-5331. E-mail: mestradogeografia@gmail.com



ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE **Selma Pereira da Costa Silva**

Aos quatro dias do mês de julho do ano de dois mil e dezesseis (04/07/2016), às 14h (quatorze horas), no Laboratório de Cartografia – Bloco B, Sala 1, Regional Catalão/UFV, teve lugar a 112ª Sessão Pública de Julgamento da Dissertação de Mestrado de **Selma Pereira da Costa Silva**, CPF 418.898.601-82, intitulada “**ESTUDO DA APLICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO EM MORRINHOS (GO)**”. A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria nº. 018/2016 do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFV, pelos Professores: Prof. André Carlos Silva (Orientador Engenharia de Minas – RC/UFV e Presidente), Prof. Dr. Ed Carlo Rosa Paiva (Engenharia Civil - RC/UFV – Membro Externo), Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira (Geografia – RC/UFV – Membro Interno). Os examinadores arguiram na ordem citada, tendo a mestranda respondido satisfatoriamente. Às 16 horas e 45 minutos a Banca Examinadora passou ao julgamento, em Sessão Secreta, tendo a mestranda obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. André Carlos Silva – Ass. _____

Aprovado () Reprovado ()

Prof. Dr. Ed Carlo Rosa Paiva – Ass. _____

Aprovado () Reprovado ()

Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira - Ass. _____

Aprovado () Reprovado ()

Obs.:

Alteração de título do trabalho para “Aplicação de produtos químicos no tratamento de água para abastecimento público: abordagem metodológica em Morrinhos (GO) - 2014 - 2015”

Presidente da Banca – Prof. Dr. André Carlos Silva - Ass. _____

Resultado final: APROVADO () REPROVADO ()

Reaberta a Sessão Pública, a Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a Sessão, da qual foi lavrada a presente Ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, Mestranda examinada e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFV.

Assinatura do Mestrando: Selma Pereira da Costa Silva

Secretária: _____

Obs: O(a) aluno(a) deverá encaminhar o prazo de até 15 dias, a contar da data da Defesa Pública, os exemplares definitivos da Dissertação, para arquivamento e devidos encaminhamentos, conforme as normas do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFV.

Priscila Querino de Lima
Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia | Regional Catalão | UFV

“Contei meus anos e descobri que terei menos tempo para viver daqui para frente do que já vivi até agora. Sinto-me como aquela menina que ganhou uma bacia de jabuticabas. As primeiras, ela chupou displicente, mas percebendo que faltam poucas, rói o caroço. Já não tenho tempo para lidar com mediocridades. Não quero estar em reuniões onde desfilam egos inflados. Não tolero gabolices. Inquieto-me com invejosos tentando destruir quem eles admiram, cobiçando seus lugares, talentos e sorte. Já não tenho tempo para projetos megalomaníacos. Não participarei de conferências que estabelecem prazos fixos para reverter a miséria do mundo. Não quero que me convidem para eventos de um fim de semana com a proposta de abalar o milênio. Já não tenho tempo para reuniões intermináveis para discutir estatutos, normas, procedimentos e regimentos internos. Já não tenho tempo para administrar melindres de pessoas, que apesar da idade cronológica, são imaturos. Não quero ver os ponteiros do relógio avançando em reuniões de 'confrontação', onde 'tiramos fatos a limpo'. Detesto fazer acareação de desafetos que brigaram pelo majestoso cargo de secretário geral do coral. Lembrei-me agora de Mário de Andrade que afirmou: 'as pessoas não debatem conteúdos, apenas os rótulos'. Meu tempo tornou-se escasso para debater rótulos, quero a essência, minha alma tem pressa... Sem muitas jabuticabas na bacia, quero viver ao lado de gente humana, muito humana; que sabe rir de seus tropeços, não se encanta com triunfos, não se considera eleita antes da hora, não foge de sua mortalidade, defende a dignidade dos marginalizados, e deseja tão somente andar ao lado do que é justo. Caminhar perto de coisas e pessoas de verdade, desfrutar desse amor absolutamente sem fraudes, nunca será perda de tempo. O essencial faz a vida valer a pena... e para mim basta o essencial.”

O Tempo e as Jabuticabas

Rubem Alves

AGRADECIMENTOS

Olhando para trás, as primeiras sensações que me vêm são de alívio e gratidão. Não foi fácil chegar até aqui. Do processo seletivo, passando pela aprovação até a conclusão do Mestrado, foi um longo caminho percorrido. Nada foi fácil, nem tampouco tranquilo. Existe um provérbio africano que diz: “A sola do pé conhece toda a sujeira da estrada.” Foram longas viagens, porém, mesmo a mais longa das viagens um dia chega ao fim.

Quero agradecer primeiramente a Deus, por mais essa benção de permitir que esse sonho se realizasse e que tudo o que foi planejado se tornasse real.

A todos aqueles que sempre confiaram em mim.

À minha família, meus verdadeiros amigos.

Aos meus pais, por terem me dado educação, valores e por terem me ensinado a andar. A meu pai (*in memoriam*), que, onde quer que esteja, nunca deixou de me amar, de confiar em mim. Pai, meu amor eterno, meu primeiro professor. As lições tomadas após o almoço, as brigas pelas “orelhas de burro” nas bordas do caderninho simples, mas que para ele significava muito. Suas mãos firmes me levando pela mão no primeiro dia de aula, os gritos, o choro... mas ele sempre estava lá. À minha mãe, amor incondicional. Mulher simples e guerreira, sei que sempre posso contar com seu apoio. Com vocês, partilho a alegria deste momento.

Ao meu esposo Fábio Carlos, que Deus colocou em minha vida para dar sentido a ela. Não tenho nem por onde começar a agradecer. Pelas muitas vezes que abriu mão de sua vida para viver a minha. De sonhar os seus sonhos para realizar os meus. Pelo estímulo, mesmo quando o cansaço e o desânimo pareciam me abater e, principalmente, pela confiança e o carinho de sempre...

Aos meus filhos, Mônica Letícia e Fábio Carlos, amor maior do mundo. Tudo que faço é para vocês e por vocês...

Aos professores Jean Fábio Torres Rodrigues (ex-diretor) e Marcília Helena Romano Campos, atual diretora da UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus Morrinhos,

exemplos de profissionais, por não terem permitido que eu interrompesse o mestrado e pela confiança, pela tolerância nas muitas vezes que tive de me ausentar do trabalho.

Minha eterna gratidão aos professores Alik Timóteo de Sousa e Jaqueline de Oliveira Lima, coordenadores do curso de Geografia da UEG/Morrinhos, por acreditarem em mim e relevarem minhas ausências.

Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Regional/Catalão. Aos professores Carmem Lúcia Costa, Magda Valéria da Silva, Idelvone Mendes Ferreira, José Henrique Staciarinni, Paulo Henrique Kingma Orlando, José Vieira Neto, João Donizete, pela solicitude e solidariedade diante de minhas dificuldades.

Ao meu orientador, Professor Dr. André Carlos Silva, pela disponibilidade, compreensão e orientação durante as várias etapas de elaboração de minha dissertação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG, pelo apoio financeiro que me possibilitou custear as despesas referentes ao desenvolvimento da pesquisa e à participação em eventos acadêmicos relacionados como atividades programadas do mestrado.

À Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, Regional de Morrinhos, especialmente ao gerente do distrito Adolfo Machado da Silva e aos técnicos Irene Vieira Queiroga e Miguel Lino de Araújo Júnior, por disponibilizarem o ambiente e as condições necessárias para a realização das análises laboratoriais de água, bem como o acesso a resultados anteriores das análises de rotina da empresa, importantes para a conclusão da pesquisa.

Com todos vocês, divido a alegria desta experiência.

“O impossível reside nas mãos inertes daqueles que não tentam.”

Epicuro

RESUMO

O Brasil é um país com grande potencial de recursos hídricos, mas isso não significa que as águas de seus mananciais apresentem a qualidade necessária para o consumo humano. Normalmente, é preciso haver uma intervenção química e física com o intuito de adequar as suas características naturais aos parâmetros legais de potabilidade. Todavia, a adição de produtos químicos à água causa certa desconfiança nos consumidores, principalmente em relação aos possíveis efeitos colaterais decorrentes dessa prática. Nesse sentido, a presente pesquisa traz uma abordagem metodológica que tem como objetivo geral verificar a real necessidade de aplicação de produtos químicos na água de abastecimento público no município de Morrinhos, Estado de Goiás, indicando a viabilidade ou não do consumo da água *in natura* pela população. Para tanto, foram realizadas coletas e análises de amostras de água bruta e tratada, seguindo os padrões exigidos pela legislação brasileira e normas internacionais, além de acesso a resultados obtidos pela Empresa de Saneamento no Município entre julho/2014 e dezembro/2015. Através da comparação entre os resultados das análises da água no seu estado natural e depois de tratada e do confronto com os parâmetros estabelecidos por lei, foi possível atingir os objetivos específicos propostos pela pesquisa. O trabalho discute ainda a situação atual dos mananciais de abastecimento público no Município, diante da influência dos processos antrópicos e sua relação com as características analisadas na água e a sua escassez na Cidade. O texto está estruturado em sete seções que trazem a introdução ao tema estudado, os objetivos, a justificativa, o referencial teórico, a problemática da escassez de água, a sua importância como fator de saúde pública, as polêmicas e questionamentos sobre o seu tratamento, a metodologia adotada, a caracterização da área de estudo, uma abordagem sucinta das principais etapas do tratamento de água em Morrinhos (GO), além da exposição e discussão dos resultados. A conclusão analisa os aspectos atuais do tratamento e abastecimento de água na região estudada diante dos resultados do trabalho, considerando os fatores que possam interferir na oferta e qualidade da água distribuída à população.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Tratamento de Água. Água Bruta e Tratada. Abastecimento Público.

ABSTRACT

Brazil is a country with great potential for water resources, but it does not mean that the water from their fountains have the necessary quality for human consumption. Normally, there must be a chemical and physical intervention in order to tailor their natural characteristics to legal parameters of potability. However, the addition of chemicals to the water causes some suspicion among consumers, especially regarding the possible side effects of this practice. In this sense, the present research brings a methodological approach that has the general objective to verify the actual need for application of chemicals in the public water supply in the county of Morrinhos, Goiás State, indicating the viability or not of water consumption *in natura* by population. For this purpose, were realized collections and analysis of samples of gross water and treated following the standards required by brazilian law and international standards, plus access to results obtained by the Sanitation Company in the county between July / 2014 and December / 2015. By comparing the results of water analyzes in its natural state and then treated and the confrontation with the parameters established by law, it was possible to achieve the specific objectives proposed by the research. The study also discusses the current situation of the public supply fountains in the county, given the influence of anthropogenic processes and their relationship to the characteristics analyzed in the water and its scarcity in the city. The text is divided into seven sections that bring the introduction to the subject studied, the objectives, the rationale, the theoretical framework, the problem of water scarcity, its importance as a public health factor, the controversies and questions about their treatment, the methodology adopted, the characterization of the study area, a succinct approach of the main stages of water treatment in Morrinhos (GO), besides the exposure and discussion of results. The conclusion analyzes the current aspects of the treatment and water supply in the region studied given the results of the research, considering the factors that may interfere in the supply and quality of water distributed to the population.

Keywords: Water Resources. Water Treatment. Gross Water and Treated. Public Supply.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Morrinhos no sul do Estado de Goiás, na região Centro-Oeste do Brasil, em relação aos demais municípios das áreas limítrofes.....	55
Figura 2: Unidades geológicas do município de Morrinhos (GO).....	56
Figura 3: Uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Pipoca, no município de Morrinhos (GO), em 2014.....	57
Figura 4: Vista aérea da Estação de Tratamento de Água de Morrinhos (GO).....	59
Figura 5: Prédio da Estação Elevatória de Água Bruta do Córrego Pipoca.....	60
Figura 6: Canal de chegada da água bruta na ETA de Morrinhos (GO).....	61
Figura 7: Adição do Sulfato de Alumínio na água bruta.....	62
Figura 8: Vista parcial dos floculadores 1 e 2 na ETA de Morrinhos (GO).....	63
Figura 9: Vista parcial dos decantadores 1 e 2 na ETA de Morrinhos (GO).....	64
Figura 10: Vista parcial do filtro 2 na ETA de Morrinhos (GO).....	65
Figura 11: Baterias de cilindros de Cloro instaladas no clorador na ETA de Morrinhos (GO).....	66
Figura 12: Reservatório para preparo de solução de Flúor interligado à bomba dosadora na ETA de Morrinhos (GO).....	67
Figura 13: Laboratório de Processo na ETA de Morrinhos (GO).....	68
Figura 14: Vista aérea da Estação de Tratamento de Esgoto de Morrinhos (GO).....	69
Figura 15: Vista aérea das unidades operacionais da SANEAGO/distrito de Morrinhos (GO).....	70

GRÁFICOS

Gráfico 1: Índice de <i>Escherichia coli</i> na água bruta em relação à turbidez no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	79
Gráfico 2: Turbidez da água tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	82

Gráfico 3: Cor aparente da água tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	83
Gráfico 4: Teor de Flúor na água tratada (média mensal), no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	86
Gráfico 5: Cloro residual na água tratada (média mensal), no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	88
Gráfico 6: Turbidez da água bruta, decantada e tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	91
Gráfico 7: Cor aparente da água bruta, decantada e tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	91
Gráfico 8: Relação entre o índice pluviométrico, a turbidez média da água bruta e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos (GO) no ano de 2015.....	94
Gráfico 9: Dosagem de Sulfato de Alumínio por faixa de turbidez da água bruta na ETA de Morrinhos (GO).....	96

QUADROS

Quadro 1: Resultados semestrais das análises completas de água bruta na ETA de Morrinhos (GO) – 2014 e 2015.....	74
Quadro 2: Índice de <i>Escherichia coli</i> em relação à turbidez da água bruta na ETA de Morrinhos (GO).....	78
Quadro 3: Resultados semestrais das análises completas de água tratada na ETA de Morrinhos (GO) – 2014 e 2015.....	81
Quadro 4: Teor de Flúor e residual de Cloro na água tratada (médias mensais), no período de julho/2014 a dezembro/2015, na ETA de Morrinhos (GO).....	85
Quadro 5: Comparação entre a água bruta, decantada e tratada em relação aos parâmetros de turbidez e cor aparente, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO).....	90
Quadro 6: Relação entre o índice pluviométrico, a turbidez média da água bruta e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos (GO) no ano de 2015.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A – Ausente

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental

ANA – Agência Nacional de Águas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

APHA – *American Public Health Association*

AWWA – *American Water Works Association*

BR – Brasil

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DATASUS – Departamento de Informática do SUS

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ES – Espírito Santo

ETA – Estação de Tratamento de Água

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde

GO – Goiás

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IQA – Índice de Qualidade da Água

ISO – *International Organization for Standardization*

L/s – Litro por segundo

m³ – Metro cúbico

mg/L – Miligrama por litro

mm – Milímetro

MS – Ministério da Saúde

ND – Não Detectado

NMP – Número Mais Provável

NR – Não Recomendado

NTU – Unidade Nefelométrica de Turbidez

ODM – Objetivo de Desenvolvimento do Milênio

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

P – Presente

pH – Potencial Hidrogeniônico

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

ppm – Parte por Milhão

S/A – Sociedade Anônima

SAAESMA – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Mateus/ES

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SAD – *South American Datum*

SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná

SEPLAN – Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento de Goiás

SEGPLAN – Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento de Goiás

SES/SP – Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SISAGUA – Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

SRTM – *Shuttle Radar Topography Mission*

SUPEA – Superintendência de Engenharia Operacional e Controle Ambiental

SUS – Sistema Único de Saúde

UEG – Universidade Estadual de Goiás

U.F.C – Unidade Formadora de Colônia

UFG – Universidade Federal de Goiás

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

uH – Unidade Hazen

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância

uT – Unidade de Turbidez

VIGIAGUA – Vigilância Ambiental em Saúde relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano

VMP – Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Uma visão geral sobre o saneamento básico no Brasil.....	19
2.2 A legislação brasileira referente à qualidade da água.....	21
2.3 A problemática da escassez de água.....	24
2.4 A água como fator de saúde pública.....	33
2.5 Polêmicas e questionamentos sobre o tratamento de água.....	35
2.6 O Índice de Qualidade da Água (IQA).....	40
2.7 O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA).....	41
3 METODOLOGIA.....	43
3.1 Coleta de amostras para ensaios físico-químicos.....	44
3.1.1 Coleta de água tratada.....	44
3.1.2 Coleta de água bruta.....	45
3.2 Coleta de amostras para ensaios bacteriológicos.....	45
3.2.1 Coleta de água tratada.....	45
3.2.2 Coleta de água bruta.....	45
3.3 Determinação do residual de cloro (método DPD).....	46
3.4 Teor de flúor pelo método colorimétrico (SPADNS).....	46
3.5 Determinação do pH pela técnica eletroanalítica (potenciométrica).....	46
3.6 Turbidez (material em suspensão na água).....	47
3.7 Cor aparente (material dissolvido na água).....	47
3.8 Alcalinidade (método titulométrico).....	47
3.9 Dureza total.....	48
3.10 Manganês.....	48
3.11 Oxigênio consumido (matéria orgânica).....	48
3.12 Oxigênio dissolvido.....	49
3.13 Nitrato (método da redução de cádmio).....	49
3.14 Nitrito (método colorimétrico).....	50

3.15 Cloretos.....	50
3.16 Ferro total.....	50
3.17 Condutividade e sólidos totais dissolvidos.....	51
3.18 Determinação de coliformes totais e termotolerantes (técnica da Presença – Ausência).....	51
3.18.1 Método qualitativo.....	51
3.18.2 Exames confirmativos para coliformes totais e termotolerantes.....	52
4 CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	53
4.1 O município de Morrinhos (GO).....	53
4.2 O tratamento da água em Morrinhos (GO).....	58
4.3 Perspectivas de investimentos e ações em saneamento básico.....	70
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
5.1 Características físico-químicas e bacteriológicas da água bruta.....	73
5.2 Características físico-químicas e bacteriológicas da água tratada.....	80
5.3 Comparação entre as características físico-químicas e bacteriológicas da água bruta e tratada.....	89
5.4 A relação entre o índice pluviométrico, a turbidez da água bruta e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos (GO).....	92
CONCLUSÃO.....	97
REFERÊNCIAS.....	99
ANEXO A – Planilhas do IQA – Índice de Qualidade da Água (2º semestre/2015).....	104
ANEXO B – Gráficos do IQA médio anual (2014 e 2015).....	113
ANEXO C – Quadro com a dosagem de Sulfato de Alumínio (mg/L) em relação à turbidez da água bruta.....	116

1 INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais importante para a manutenção da vida na Terra e constitui um bem fundamental para as atividades humanas. Desde as antigas civilizações, a maior parte dos aglomerados humanos surge em torno de um curso d'água, que pode ser um córrego, um riacho ou um rio. A necessidade imprescindível da água é, em geral, a condição básica para que um grupo se fixe em um determinado local e promova o desenvolvimento de uma sociedade.

Indispensável para a sobrevivência das espécies, a água ocupa cerca de dois terços do Planeta e cumpre um ciclo perene que determina o regime de chuvas, o fluxo contínuo dos cursos d'água e a manutenção de um equilíbrio dinâmico na natureza. Todavia, a ideia de um recurso infinito que nunca fosse acabar fez com que o homem fizesse mau uso da água, provocando desperdícios constantes e impactos generalizados nos seus ambientes de origem.

No Brasil, assim como em outras regiões do mundo, a escassez de água é hoje uma realidade e tem comprometido frequentemente o abastecimento público. O crescimento populacional brasileiro das últimas décadas, entre os anos de 1970 e 2010, divulgado pelos censos demográficos realizados nesse período pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pode ser considerado como principal responsável pela demanda cada vez maior de água no País. Associada a esse contexto, vem a necessidade de abordar a maneira com que a população se relaciona com a água que dispõe, tornando necessária a realização de estudos e a adoção de políticas públicas relacionadas ao melhor aproveitamento da água para o abastecimento público, analisando fatores como as perdas durante a sua distribuição, o desperdício durante o seu consumo, as deficiências no controle de drenagem, dentre outros. Tais medidas devem envolver gestores e sociedade em novas discussões que procurem propor medidas no sentido de propiciar condições adequadas de uso racional e a manutenção dos recursos hídricos, promovendo, assim, uma melhor qualidade de vida para a população, seja no meio urbano ou rural.

A preservação dos recursos hídricos está diretamente relacionada à qualidade de vida dos seres vivos no meio onde vivem. Todos os organismos necessitam de água para a sua sobrevivência, mas essa necessidade depende das condições em que a água é encontrada na natureza. Fatores físico-químicos e microbiológicos interferem no seu aproveitamento para consumo. O ser humano pode contar, na atualidade, com o

conhecimento técnico e recursos tecnológicos para se certificar dos parâmetros que a qualificam como própria ou imprópria para a sua utilização, partindo do princípio básico de que a água potável deve ser incolor, insípida e inodora.

Os Padrões de Potabilidade, no Brasil, são estabelecidos atualmente pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde, de 12 de dezembro de 2011, a qual determina, em seu Artigo 3º, que “toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade” (BRASIL, 2011). Isso se dá, primeiramente, através do acompanhamento das próprias empresas de saneamento básico responsáveis pela realização dos serviços de água e esgoto, com o monitoramento de todo o processo de abastecimento público, desde a captação da água nos mananciais, passando pelas várias etapas de tratamento, até o armazenamento e distribuição. Outros órgãos, como a Vigilância Sanitária e as Agências de Regulação, contribuem com a fiscalização da qualidade da água distribuída, ao analisarem amostras coletadas por seus próprios técnicos, obedecendo às normas vigentes. A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, estabelece legislação que orienta sobre as condições de preservação e manutenção dos recursos hídricos na natureza (BRASIL, 2005).

Quando se discute saúde pública, vem sempre à mente a ideia de prevenção e combate das diversas enfermidades que acometem a população em geral. Muitos fatores devem ser considerados além da doença propriamente dita, como os agentes transmissores, os grupos de risco, as desigualdades sociais e regionais, dentre outros. Nesse contexto, o saneamento se enquadra como fator decisivo na manutenção da saúde pública. A coleta de lixo com acondicionamento adequado em aterros sanitários e o combate aos vetores de doenças, realizados pelas Prefeituras Municipais em parceria com a Fundação Nacional de Saúde; a coleta com tratamento de esgoto e o tratamento da água, realizados pelas Companhias de Saneamento, constituem ações fundamentais para a promoção da saúde.

A verificação da qualidade da água para o abastecimento público deve começar ainda nos ambientes de captação. É preciso analisar as características da água bruta e a que tipos de intervenção normalmente está sujeita. As intervenções antrópicas têm contribuído com uma série de impactos ambientais que alteram os mananciais, muitas vezes tornando a água imprópria para o abastecimento público. A influência da urbanização acelerada e mal planejada; o mau uso do solo na agricultura e pecuária; a construção de instalações comerciais e industriais; as atividades de extração, transporte e beneficiamento de

minérios; e mesmo a prática da pesca predatória são fatores que interferem na qualidade da água dos mananciais.

Nesse contexto, Tundisi (2012) destaca que a água é componente fundamental da dinâmica da natureza, pois impulsiona todos os ciclos, sustenta a vida e é o solvente universal. Sem água, a vida na Terra seria impossível. Os sistemas aquáticos têm uma grande diversidade de espécies úteis ao homem e que são também parte ativa e relevante dos ciclos biogeoquímicos e da diversidade biológica do planeta Terra. O homem, além de usar a água para suas funções vitais como todas as outras espécies de organismos vivos, utiliza os recursos hídricos para um grande conjunto de atividades, tais como: produção de energia, navegação, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômico.

O presente trabalho realizou uma abordagem metodológica da aplicação de insumos no tratamento de água em Morrinhos (GO) frente aos muitos questionamentos da sociedade em relação a esta intervenção química. Diante de tantas polêmicas e dúvidas sobre a eficácia do tratamento de água, da real necessidade de adição de produtos químicos e da qualidade da água distribuída à população, fez-se necessária uma avaliação dos parâmetros analisados regularmente em laboratório e uma observação das condições ambientais dos mananciais que abastecem a cidade. Com isso, o estudo aliou uma discussão geográfica aos apontamentos técnicos, ao relacionar as condições ambientais, como uso e apropriação do solo e dos recursos hídricos, com as características observadas nas águas dos mananciais de abastecimento público.

O objetivo geral foi avaliar a necessidade de aplicação de produtos químicos na água de abastecimento público em Morrinhos/Goiás, indicando a viabilidade ou não do consumo da água *in natura* pela população; e os objetivos específicos foram: a) analisar as características físico-químicas e bacteriológicas da água bruta captada nos mananciais de abastecimento público e da água tratada distribuída à população em Morrinhos/Goiás; b) verificar se os resultados das análises de água bruta e tratada estão de acordo com a legislação específica vigente no País; e c) discutir a situação atual dos mananciais de abastecimento público em Morrinhos/Goiás diante da influência dos processos antrópicos e sua relação com as características analisadas na água e a sua escassez na cidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho buscou, como fundamentação teórica, um material composto por livros, revistas especializadas e artigos científicos que tratam a importância do saneamento básico, mais especificamente do tratamento de água para a sociedade, como fator imprescindível para a promoção de saúde pública. Também foram utilizados dados técnicos e estatísticos de órgãos governamentais e instituições afins.

2.1 Uma visão geral sobre o saneamento básico no Brasil

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO (2015), a Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou em março de 2013 que o Mundo atingiria, até 2015, o Objetivo de Desenvolvimento do Milênio (ODM) de reduzir pela metade a proporção de pessoas sem acesso à água potável. No entanto, reconhecia que o Planeta enfrentava enormes desequilíbrios entre regiões e países no que diz respeito ao acesso à água de qualidade e que dificilmente atingiria a meta global de saneamento.

Conforme o Centro de Vigilância Epidemiológica, da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo – SES/SP (2009), há vários tipos de doenças que podem ser transmitidas pela água, como cólera, difteria, febre tifoide, hepatites A e E, dentre outras. As doenças de veiculação hídrica são assim denominadas quando causadas por organismos ou outros contaminantes disseminados diretamente por meio da água. Em locais com saneamento básico deficiente (falta de água tratada e/ou de rede de esgoto ou de alternativas adequadas para a deposição dos dejetos humanos), as doenças podem ocorrer devido à contaminação da água por esses dejetos ou pelo contato com esgoto despejado nas ruas ou nos córregos e rios. A falta de água também pode causar doenças, pois, sua escassez impede uma higiene adequada. Incluem-se também na lista de doenças de transmissão hídrica, aquelas causadas por insetos que se desenvolvem na água.

De acordo com a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA (2015), a água, tão necessária à vida do ser humano, pode ser também responsável por transmitir doenças. As principais doenças de veiculação hídrica são: amebíase, giardíase,

gastroenterite, febres tifoide e paratifoide, hepatite e cólera. Indiretamente, a água também está ligada à transmissão de verminoses, como esquistossomose, ascaridíase, oxiúriase e ancilostomíase. Vetores, como o mosquito *Aedes aegypti*, que se relacionam com a água podem ocasionar a dengue, a febre amarela e a malária. Em todos esses casos, o tratamento da água, higiene pessoal e condições sanitárias adequadas são formas de evitar as doenças.

Segundo Guimarães *et al* (2007), a Organização Mundial de Saúde define saneamento como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social. De outra forma, pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar Salubridade Ambiental. O autor ressalta ainda que o Saneamento promove a saúde pública preventiva, reduzindo a necessidade de procura aos hospitais e postos de saúde, porque elimina a chance de contágio por diversas moléstias. Isto significa dizer que, onde há Saneamento, são maiores as possibilidades de uma vida mais saudável e os índices de mortalidade - principalmente infantil - permanecem nos mais baixos patamares.

O meio ambiente tem sido degradado através de diferentes formas. Como exemplos verifica-se que a água é utilizada como meio de transporte para dejetos e rejeitos, o solo é prejudicado pela disposição de resíduos sólidos a céu aberto e a qualidade do ar é alterada pela emissão de gases nocivos pelas indústrias e veículos. As ações de saneamento devem ter, dentre outros objetivos, o de assegurar um meio ambiente favorável à vida humana e de outros seres vivos, através do controle da poluição da água, do solo e do ar (BOVOLATO, 2015, p. 06).

Segundo o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (2013), embora a maioria da população brasileira, em 2010, tivesse acesso a condições adequadas de abastecimento de água potável e de manejo de resíduos sólidos, o déficit ainda é bastante significativo em todos os componentes do saneamento básico e representa milhões de pessoas vivendo em ambientes insalubres e expostos a diversos riscos que podem comprometer a sua saúde. Em uma perspectiva histórica, as políticas públicas não foram capazes de propiciar a universalização do acesso às soluções e aos serviços públicos de saneamento básico de qualidade, que teriam contribuído para melhorar as condições de vida desse contingente populacional.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), o serviço de abastecimento de água caracteriza-se pela retirada da água bruta da natureza,

adequação de sua qualidade, transporte e fornecimento à população através de rede geral de distribuição.

Para a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2015), a situação do saneamento brasileiro é trágica e somente 56% da população humana brasileira têm acesso à rede de esgotamento sanitário e 84% têm acesso à água tratada.

Conforme dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) *apud* Piterman e Greco (2005), 30% das morte de crianças com menos de um ano de idade é por diarreia; também 5,5 milhões de brasileiros são acometidos por esquistossomose, há um aumento de casos de cólera e outras doenças que são veiculadas pela água. O Brasil concentra em quarenta vezes a renda na camada mais rica do que nos mais empobrecidos. Esta população fica completamente sem acesso aos serviços de saneamento e saúde comprometendo o bem estar preconizado pela Organização Mundial de Saúde.

A maioria dos países, em grande parte subdesenvolvidos tecnologicamente e economicamente, tem enfrentado problemas de doenças infecciosas, de abastecimento de água pura, de esgotamento e elevação do padrão geral de vida a um nível mínimo aceitável. Em verdade, ainda há muito a fazer na área de saneamento ambiental, controle de doenças e educação em saúde e nutrição (ROSEN, 1994 *apud* PITERMAN;GRECO, 2005, p. 14).

É notório que o saneamento básico constitui condição fundamental para a melhoria da qualidade de vida da população, a conservação do ambiente e o conseqüente desenvolvimento do País. Para tanto, serão necessários constantes investimentos dos governos e aumento da informação e sensibilização de toda a sociedade.

2.2 A legislação brasileira referente à qualidade da água

Diante dos problemas enfrentados pelo Brasil no controle do abastecimento público de água, principalmente em períodos de estiagem, e na preservação dos mananciais, foi preciso criar normas que regulamentassem os diversos usos da água, visando proteger esse recurso natural indispensável à sobrevivência de todas as espécies e à manutenção do equilíbrio na natureza. Somente os trabalhos de conscientização da sociedade para um consumo racional, evitando-se o desperdício e o uso indevido da água, não foram suficientes para garanti-la nas torneiras todos os dias ou mesmo sua conservação

in natura nos corpos hídricos, livre de contaminação ou poluição. Medidas de intervenção legal e fiscalização foram criadas, sobretudo nas últimas décadas, na tentativa de proteger principalmente as nascentes dos cursos d'água e reverter alguns casos de devastação de matas ciliares e de solos degradados e sem cobertura vegetal.

Os constantes desmatamentos para a prática da agricultura, da pecuária e urbanização deixaram muitos solos descobertos e susceptíveis às ações erosivas das águas de chuvas, com posterior carreamento de sedimentos para o leito dos cursos de água, provocando o seu assoreamento e a conseqüente diminuição do seu volume de água. As lavouras e as pastagens chegaram muitas vezes até às margens dos mananciais, tomando lugar das matas ciliares que serviam como barreira de proteção. Os pesticidas aplicados nas lavouras, especialmente com o crescimento acelerado do agronegócio a partir das décadas de 1970 e 1980, vieram agravar a situação ao serem utilizados de forma indiscriminada, causando a poluição do solo e da água. Como o Brasil sempre foi muito rico em recursos naturais, pensava-se que a água nunca fosse faltar, considerando tanta abundância de rios e córregos cortando o País de sul a norte. Mas, com o tempo, a sociedade como um todo percebeu que não era exatamente assim e cobrou ações governamentais no sentido de estabelecer regras para a preservação ambiental.

De acordo com o Portal Brasil, o País é privilegiado na disponibilidade de recursos hídricos, contando com 12% de toda a água doce do Planeta, tem as bacias São Francisco e Paraná e cerca de 60% da Bacia Amazônica (BRASIL, 2015). Enquanto, em todo o Mundo, mais de 1 bilhão de pessoas não têm acesso à água, o volume de água por pessoa no Brasil é 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas – de 1.700 m³ por habitante por ano. Apesar da abundância, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis. A água não chega para todos na mesma quantidade e regularidade. As características geográficas de cada região e mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a sua distribuição.

Por ser reconhecido como "País das águas", o Brasil busca servir de exemplo na gestão e preservação deste bem inigualável para a humanidade. A partir dos anos 1980, três fatores já eram foco dessa gestão: a sustentabilidade ambiental, social e econômica; a busca de leis mais adequadas e a formulação de políticas públicas que integrassem toda a sociedade (BRASIL, 2015).

Com vistas a regulamentar a questão da água no País, foi sancionada, em 1997, a Lei das Águas (Lei nº 9.433) que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Um de seus principais objetivos é assegurar a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados, bem como promover uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos. A Lei tem como fundamento a compreensão de que a água é um bem público (não pode ser privatizada), sendo sua gestão baseada em usos múltiplos (abastecimento, energia, irrigação, indústria) e descentralizada, com participação de usuários, da sociedade civil e do governo. O consumo humano e de animais é prioritário em situações de escassez. O Portal Brasil salienta ainda que compete à União e aos Estados legislar sobre as águas e organizar, a partir das bacias hidrográficas, um sistema de administração de recursos hídricos que atenda as necessidades regionais. O Poder Público, a sociedade civil organizada e os usuários da água integram os Comitês e atuam, em conjunto, na busca de melhores soluções para sua realidade.

Ainda com o objetivo de normatizar o uso da água, em 17 de julho de 2000, foi sancionada a Lei nº 9.984, que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de Coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em seu Artigo 4º, estabelece que a atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe, dentre outras providências, supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos; disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos; outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União; fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União; elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica; estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica; planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações.

A legislação brasileira dá sustentação para execução de inúmeros programas de fiscalização e proteção do ambiente, especialmente no tocante aos recursos hídricos. Cada um dos instrumentos legais ampara as ações de combate à degradação ambiental e preservação dos mananciais. Resta, porém, que sejam colocados em prática efetivamente

para que alcancem os resultados propostos. É preciso intensificar a fiscalização em torno dos cursos d'água, principalmente nas áreas de nascentes e aplicar penas severas aos que desrespeitam a legislação vigente. Também é necessário que se adote medidas socioeducativas de combate ao desperdício do consumo e operacionais para a diminuição das perdas durante a adução, beneficiamento e distribuição da água.

2.3 A problemática da escassez de água

A questão da água no Brasil tem recebido um novo enfoque, uma nova interpretação por parte de toda a sociedade. Nas últimas décadas, os problemas ambientais já preocupavam as pessoas, de modo geral. Todavia, com a escassez de água não sendo agora um problema restrito apenas ao Sertão Nordestino, mas atingindo grandes centros urbanos do Sudeste do País, como a cidade de São Paulo, a sociedade percebeu que a realidade atual é outra. A diminuição do regime de chuvas e a conseqüente diminuição do nível de água nos reservatórios trouxeram muitas dificuldades a toda a população. A água, que antes fluía naturalmente ao simples abrir de uma torneira, agora pode nem chegar até as residências.

Atualmente, ocorre, sobretudo nas grandes cidades, uma enorme dificuldade em manter o abastecimento de água para toda a população, problema que tende a se agravar, pois o contingente populacional humano cresce cada vez mais, ao passo que os mananciais se esgotam com o tempo, não conseguindo suprir a demanda, principalmente nos meses de estiagem.

A expressiva demanda pelo uso da água tem gerado um paradoxo entre consumo e oferta. O aumento da população no Brasil – que, segundo o IBGE (2014), variou de 180 milhões em 2000 para mais de 201 milhões de habitantes em 2013 - e a crescente busca por alimentos e produtos industrializados, a necessidade de matéria-prima nas indústrias para os mais diversos fins, as atividades de mineração, o processo de urbanização acelerado e de forma desordenada têm gerado vários transtornos ao ambiente e conseqüentemente aos recursos hídricos de uma forma geral.

A falta de água para abastecimento público gera inúmeros transtornos para a sociedade. Os moradores frequentemente não recebem um suprimento mínimo de água, suficiente para atender às suas necessidades básicas. Isso afeta a rotina de vida das pessoas que, muitas vezes, são obrigadas a realizar suas tarefas domésticas à noite, quando se

recebe um pouco de água tratada. A chegada de caminhões-pipa numa localidade, com o intuito de amenizar o problema, acaba por gerar conflitos, quando os moradores se enfrentam numa disputa desesperada por alguns litros de água. Os alunos são dispensados mais cedo nas escolas e outros órgãos têm seu atendimento ao público comprometido pela escassez de água. Tais exemplos não conseguem retratar todos os transtornos sofridos pela comunidade em geral. Na realidade, o que antes se observava apenas nos Sertões do Semiárido Brasileiro, hoje tem sido comum em várias regiões do País. É preciso uma maior preocupação de toda a sociedade em relação ao seu uso, de forma racional e sustentável, e com a conservação dos mananciais.

Além disso, a economia do País pode ser afetada, uma vez que a escassez de água compromete as atividades agropecuárias, levando certamente a uma diminuição na produção de alimentos, o que pode elevar seus preços. Para continuar as suas atividades, os agricultores recorrem à irrigação das lavouras e pastagens, o que determina mais ainda o esgotamento dos mananciais de superfície da região. As indústrias, por sua vez, na tentativa de manter a sua produção, acabam por recorrer a outras fontes, como a perfuração de poços profundos que, se realizada de modo aleatório e indiscriminado, constitui um sério risco para a manutenção dos aquíferos, que são uma garantia de abastecimento para a população por mais alguns anos. É comum se observar, atualmente, que muitas residências e estabelecimentos comerciais também acabam por aderir a essa perfuração de poços, geralmente sem licença e optando pelo serviço de empresas nem sempre habilitadas, em função de preços menores ou mesmo por desinformação, o que intensifica ainda mais o problema.

No caso específico de São Paulo, para suprir o abastecimento público, entre 2014 e 2015, foi preciso recorrer ao volume morto dos reservatórios, apesar de críticas e questionamentos sobre a qualidade dessa água. Havia o temor de que essa água pudesse conter resíduos de substâncias tóxicas, como metais pesados, o que foi contestado veementemente pelas autoridades sanitárias paulistas, explicando que aquele volume não era morto, apenas não era utilizado. A partir daí, para evitar mal entendidos e o aspecto pejorativo do termo, passou-se a se referir ao volume morto como reserva técnica. Ainda em São Paulo, foi também necessário reacender as discussões e os estudos sobre o uso de represas antes utilizadas normalmente na geração de energia elétrica, como a Billings, que precisa passar por um rigoroso processo de recuperação e despoluição. O combate à crise hídrica inclui, apesar da resistência e desconfiança de parte da população, o reaproveitamento da água do esgoto sanitário que, após ser tratada e devolvida aos

mananciais, é novamente captada pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs), onde passará outra vez pelas diversas etapas de limpeza, purificação, filtração e desinfecção, além do monitoramento do produto em todas as fases através de uma série de análises laboratoriais, que atestam a sua qualidade antes da distribuição.

A sociedade brasileira precisa ter uma nova visão com relação à água, procurando valorizar cada gota, evitando o desperdício e aprendendo a utilizar esse recurso com mais prudência. Novos comportamentos já podem ser observados, como a utilização de tanques e galões para o armazenamento da água da chuva, lembrando as tradicionais cisternas de alvenaria usadas há tanto tempo no nordeste. Boa parte da população que ainda não se preocupava com reserva de água, passou a comprar reservatórios domésticos, as conhecidas caixas d'água. E quanto maior a sua capacidade de armazenamento, melhor. O importante é aproveitar os períodos em que a água é disponibilizada nas torneiras, geralmente à noite, para armazenar o maior volume possível. Outra atitude que vem se tornando hábito é a compra de água mineral, principalmente em galões, em função da falta ou diminuição da oferta de água tratada. São os costumes se transformando, como em outros tempos, normalmente impulsionados pelas necessidades e dificuldades impostas pela vida moderna e, sobretudo, pelos fatores ambientais.

As pessoas que insistem em abusar do consumo da água, por se acharem com o esse direito, uma vez que estão pagando em dia as suas faturas, começam a ser mal vistas pela comunidade. Afinal, não basta pagar, é preciso economizar, pois a água tem de ser um recurso disponível a todos. Não adianta se julgar no direito de usufruir da água de forma indiscriminada, é preciso que haja uma distribuição justa a todos, sob o risco de haver uma espécie de monopólio do consumo pelas classes mais abastadas.

Naturalmente, não se trata aqui de uma disputa pela água, mas de uma necessidade de torná-la acessível a toda a sociedade. Percebe-se um clima de revolta e indignação de uns, que lidam com o produto com parcimônia, em relação a outros, que parecem desconhecer a situação atual de escassez de água, continuando com os mesmos procedimentos de desperdício, alheios a toda a problemática tão divulgada pelos meios de informação. Lavar a calçada ou o carro com o uso de mangueira, principalmente se aberta durante todo o serviço, é, no mínimo, motivo de sérias críticas e repreensões, quando não de denúncias aos órgãos ambientais.

Tudo isso demonstra que é preciso mudar a forma de tratar essa questão. A água não pode ser vista mais como um recurso infinito, mesmo num País cortado por inúmeros rios, córregos e outros cursos d'água. Vários fatores têm dificultado a reposição de água

nos reservatórios e está cada vez mais difícil fazer com esse líquido vital chegue a todas as torneiras.

Algumas áreas do País, como a região Norte, são menos penalizadas pela escassez de água, devido ao alto índice pluviométrico, que tem provocado, inclusive, muitas enchentes e inundações. No entanto, sofrem com a falta de um saneamento básico adequado e com os problemas decorrentes desses alagamentos. Parece um contrassenso, a convivência com a sede, a fome, as doenças, em meio a um volume tão gigantesco de água. Segundo a ABES (2015), as políticas públicas de saneamento básico, sobretudo as voltadas à implantação e ampliação de redes coletoras de esgotos, não conseguiram, na última década, acompanhar o crescimento demográfico da população brasileira nas áreas urbanas. A falta de sistemas de esgotamento sanitário atinge 44,8% dos municípios brasileiros. A Região Norte é a que apresenta a situação mais grave: 3,5% dos domicílios de 13% dos municípios têm acesso à rede coletora de esgoto.

O Brasil, apesar de ser um dos países com maior potencial hídrico do Mundo, tem demonstrado uma grande preocupação com a preservação e proteção dos mananciais, tanto por meio dos órgãos competentes como pela sociedade em geral. Têm sido formados comitês das principais bacias hidrográficas do País e, no caso específico de Morrinhos (GO), o Município têm representantes no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, visando discutir e elaborar propostas para a conservação dos recursos hídricos da Região.

Outra medida, de cunho socioeducativo, tem sido o lançamento de programas de conscientização de toda a população, através de um processo lento, mas que deve ser insistente e contínuo, de Educação Ambiental. As escolas de Ensino Fundamental e Médio e as Universidades já se preocupam em levar seus alunos para conhecerem a realidade sobre a gestão dos recursos hídricos em seu Município, com visitas a mananciais e estações de tratamento de água, além da realização de palestras com profissionais da área. Isso é muito importante, a partir do momento em que vai formando cidadãos mais conscientes de suas responsabilidades e da premente necessidade de proteger e valorizar o ambiente.

De uma forma ou de outra, é necessário que se tome medidas urgentes de contenção de quaisquer fatores de risco que possam ameaçar a integridade dos ecossistemas naturais, sob pena de toda a sociedade se ver privada da satisfação de suas necessidades básicas, como a utilização da água nas diversas atividades do dia a dia.

Entre as metas específicas do Plano Nacional de Recursos Hídricos, estão: assegurar a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em

qualidade e quantidade; a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos; a percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante (BRASIL, 2013).

Os municípios brasileiros devem se preocupar com a elaboração de seus Planos Diretores, responsabilidade não só dos poderes legislativo e executivo, como também de toda a sociedade, que deve cobrar sua implementação e acompanhar todo o processo, inclusive e principalmente a sua execução na prática. Medidas simples, como a exigência de infraestrutura mínima para a abertura de novos loteamentos e áreas industriais, além da obediência ao Código de Posturas do Município, podem fazer toda a diferença para a preservação e manutenção do ambiente físico e natural das cidades.

A região abordada por este estudo, compreendendo os ambientes de origem das águas de abastecimento público de Morrinhos, no Estado de Goiás, não se encontra, aparentemente, em situação muito diferente do restante do País. Os mananciais sofrem claramente a influência da urbanização e dos processos de intervenção antrópica. Isto é percebido facilmente, lançando-se um primeiro olhar sobre a situação dos corpos hídricos da região, mas se torna necessária uma pesquisa científica para a comprovação do que se pode observar na prática.

Segundo Paula *et al* (2012), com o acelerado crescimento populacional e das atividades agrícolas nas últimas décadas no Estado de Goiás, tem-se por consequência o aumento do consumo de água urbana, industrial e agrícola, e uma sensível deterioração da qualidade desse recurso natural. Afirmam ainda que o conhecimento da distribuição espacial dos usos da água é importante no diagnóstico ambiental das bacias hidrográficas, permitindo avaliar como os corpos d'água vêm respondendo, em termos quantitativos à intervenção antrópica.

A preocupação com os recursos hídricos em nosso País pode parecer exagerada se considerarmos que o Brasil é intensamente cortado e irrigado por um grande número de cursos d'água - sejam córregos, riachos ou rios, além de possuir uma enorme reserva subterrânea e uma vasta costa marítima. Todavia, a situação não é exatamente como parece e o Brasil vem enfrentando sérios problemas ambientais que ameaçam e colocam em risco todo esse patrimônio natural.

O Brasil não é tão rico de água assim, dizem alguns, à medida que perto de 80% das descargas anuais dos nossos rios ocorrem nas regiões hidrográficas dos rios Amazonas e Tocantins, onde se tem a mais baixa densidade demográfica do país. Porém, fica difícil explicar ao mundo de água escassa que, até nas cidades mais importantes da região Amazônica, tais como Manaus e Belém, quase metade das populações que aí vivem esteja sujeita aos mesmos problemas de saneamento básico que ocorrem nas regiões metropolitanas de Fortaleza, Recife ou São Paulo, por exemplo (REBOUÇAS, 2012, p. 33).

Como resultado da Lei das Águas, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) estabelece metas para a preservação dos mananciais em todo o País. Construído em amplo processo de mobilização social, o documento final do plano foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006. O Brasil foi o primeiro País da América Latina e do Caribe a ter este tipo de plano, que faz parte das Metas do Milênio. Seu objetivo é estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social (BRASIL, 2013).

Segundo Pompeu (2012), ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), colegiado intergovernamental, além de outras competências, cabe promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estadual e dos setores usuários; acompanhar a execução e aprovar o Plano Nacional de Recursos Hídricos; determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas, assim como estabelecer critérios gerais para cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Entre suas funções, a da articulação dos planejamentos de recursos hídricos com os demais é de grande relevância, em especial por se tratar de organismo que deve contar com a participação dos mais variados setores públicos e privados ligados às águas.

Evidentemente, como já é amplamente difundido, a água propriamente dita não irá acabar, mas já está sofrendo muitas interferências que a tem tornado imprópria para os diversos usos. A disponibilidade de água, dentro dos parâmetros considerados ideais pelos órgãos de saúde pública, tem diminuído. O acesso aos recursos hídricos está se tornando cada vez mais difícil e inviável. As águas superficiais estão expostas a uma série de agressões por agentes físicos (como o assoreamento), químicos (efluentes industriais) e biológicos (saneamento precário) que afetam a sua qualidade e, em muitos casos, restringe ou inviabiliza totalmente o seu consumo. O tratamento dessas águas, muitas vezes, não é

recomendado por envolver um gasto maior de produtos químicos, o que acaba por ser dispendioso. Então, recorre-se a outras formas de obtenção e captação de água, como a perfuração de poços profundos, aproveitando as águas subterrâneas, sobretudo em regiões ocupadas por grandes aquíferos, como o Guarani, que abrange o Centro-Sul do Brasil e países vizinhos como o Paraguai, a Argentina e o Uruguai.

Outros processos de transformação e reutilização da água são estudados, como forma de uso racional e sustentável. A dessalinização da água do mar e de lagoas salobras, o reaproveitamento dos efluentes das indústrias – após tratamento em pequenas estações - e o armazenamento da água das chuvas são medidas já adotadas em regiões onde a escassez de recursos hídricos é uma realidade.

A política nacional de recursos hídricos, calcada nos princípios da descentralização e da participação, instituiu a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Para tanto, foi idealizado o ‘Comitê de Bacia Hidrográfica’, órgão colegiado formado por representantes da sociedade civil e do poder público. Com caráter normativo, deliberativo e jurisdicional, trata-se de um órgão público, mantido por recursos públicos e vinculado organicamente à estrutura administrativa de um estado, do Distrito Federal ou da União (CARDOSO, 2012, p. 40).

O Ministério do Meio Ambiente é responsável pela coordenação do PNRH e a implementação está sob responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), uma Autarquia Federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. A ANA tem como missão regular o uso das águas dos rios e lagos de domínio da União e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, garantindo o seu uso sustentável, evitando a poluição e o desperdício e assegurando água de boa qualidade e em quantidade suficiente para a atual e as futuras gerações.

Conforme Tucci (2012), para implementar medidas sustentáveis na cidade é necessário desenvolver o Plano Diretor de Drenagem Urbana. O Plano se baseia em princípios onde os principais são os seguintes: (a) os novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão máxima de jusante; (b) o planejamento e controle dos impactos existentes devem ser elaborados considerando a bacia como um todo; (c) o horizonte de planejamento deve ser integrado ao Plano Diretor da cidade; (d) o controle dos efluentes deve ser avaliado de forma integrada com o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos.

A Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Prefeitura de São Paulo – FCTH (1999), destaca que o sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da

infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. Inclui ainda a hidrografia e os talwegues. É constituído por uma série de medidas que visam a minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelas inundações e possibilitando o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e ambientalmente sustentável.

O desenvolvimento das cidades é inevitável, seja através de programas de urbanização com projetos e planejamentos, seja através de ações impensadas que levam a um crescimento desordenado. Não há como barrar essa expansão urbana. Uma cidade, por mais pacata, pode permanecer estática, com poucas transformações, mas não costuma decrescer.

Embora não se possa generalizar, a tendência natural é que os aglomerados urbanos cresçam e se desenvolvam, buscando melhores condições de vida para toda a população, mas nem sempre os resultados obtidos são totalmente favoráveis à sociedade. Muitas vezes, para se realizar uma obra urbanística que parece beneficiar a população, tem-se que adotar medidas que impactam profundamente o ambiente físico.

Cursos de águas são canalizados, represados e condicionados por intervenção da engenharia e já não correm livres pela superfície; Veredas ricas em biodiversidade sucumbem à criação de lagos municipais; áreas verdes naturais são sufocadas pela pavimentação do terreno na construção de vias públicas; Áreas de Proteção Permanente são ilhadas pela abertura de novos loteamentos e sofrem continuamente os efeitos de borda.

A descaracterização dos vales, encostas e leito dos cursos de água, uma tendência tanto da área urbana como rural em vista da necessidade de ocupação dos espaços, ultimamente se revela preocupante, pois a supressão da cobertura vegetal, em virtude das atividades desempenhadas, tem acelerado o processo de erosão, assoreamento, contaminação e aumento de sólidos em suspensão nas águas. A vegetação, responsável por inibir a ação de determinadas degradações, quando retirada, potencializa os efeitos deletérios sobre a qualidade da água (PORTO; FERREIRA, 2012, p. 44).

O ambiente é constantemente agredido e degradado e as políticas públicas parecem considerar apenas o desenvolvimento econômico em detrimento da conservação da natureza. Todavia, como evitar esse processo de desenvolvimento? Como negar que tais atividades exploratórias, além do interesse propriamente financeiro, podem trazer mais qualidade de vida para as pessoas? Como afirmar que essas ações, embora invasivas nos

ambientes naturais, não trazem a satisfação de muitas necessidades dos cidadãos, ainda que de forma indireta e não percebida por muitos daqueles? Se esses procedimentos de tocar grandes empreendimentos nos municípios às custas da degradação ambiental são viáveis, não se sabe ao certo até que comecem a surgir as primeiras consequências.

O fato é que não dá mais para impedir ou frear o crescimento e o progresso urbanos atrelados às atividades extrativistas de exploração dos recursos ambientais. É preciso, porém, coerência e firmeza quando da elaboração e aplicação de políticas públicas, buscando sempre um equilíbrio entre a necessidade de realizar algumas obras essenciais ao desenvolvimento das cidades e a manutenção e conservação dos ambientes naturais.

Enfim, os impactos ambientais devem ser minimizados e compensados pelos ganhos na qualidade de vida de cada cidadão, sempre com o cuidado de que os recursos naturais valiosos que hoje são explorados intensamente não sejam esgotados daqui a alguns anos.

Esse é um problema que se estende por várias regiões do País. Embora com tantos rios cortando o seu território e com uma vasta extensão de litoral, o Brasil enfrenta hoje inúmeros problemas quanto à manutenção dos seus recursos hídricos, independentemente de suas causas. A gestão desses recursos precisa ser revista e é necessário certificar se a sociedade está realmente desempenhando a sua função, onde cada cidadão deve ser um consumidor consciente e um agente fiscalizador das Políticas Públicas destinadas a esse setor. A realidade é que muitos mananciais estão sendo degradados, comprometendo a sua biota, bem como impossibilitando o seu uso como bem público, nas suas diversas formas de exploração.

A poluição por rejeitos industriais, a contaminação por esgotos sanitários, o mau uso do solo na agricultura, os projetos inviáveis de urbanização e a atividade mineradora constituem sérios fatores de agravamento das condições ambientais, sobretudo com relação à água. Algumas medidas precisam ser tomadas no sentido de preservar os mananciais, evitando o contínuo avanço da degradação dos recursos hídricos.

O Poder Público, em todas as esferas de Governo, precisa ter atitudes mais firmes de proteção ambiental e a população humana tem que se conscientizar do seu papel decisivo no controle e manutenção dos seus recursos naturais, como a disponibilidade de água com boa qualidade. Afinal, a preservação do ambiente – e, por extensão, dos recursos

hídricos - requer atitudes práticas e coerentes que promovam a melhoria da qualidade de vida da sociedade em geral e não com a finalidade clara ou sutil de promoção política.

2.4 A água como fator de saúde pública

No Brasil, ainda hoje, a sociedade com maior carência socioeconômica vive momentos de grandes dificuldades na área da saúde, com atendimentos médico-hospitalares precários, que não oferecem o mínimo de dignidade àqueles que dependem desses serviços públicos. A realidade é dolorosa e é divulgada quase diariamente pelos jornais, causando indignação e revolta, não apenas aos que necessitam e buscam por atendimento, mas a toda a sociedade que paga seus impostos e não percebe a aplicação desses recursos na área da saúde pública. Todavia, o País já viveu momentos ainda piores em épocas remotas e mesmo há poucas décadas, quando algumas doenças eram recorrentes e acometiam uma grande parcela da população, como as epidemias de cólera, varíola, difteria, dentre muitas outras. Estas enfermidades causaram a morte de milhares de brasileiros, até que fossem descobertas medidas profiláticas e terapêuticas. Elas atingiam principalmente as crianças, aumentando os índices de mortalidade infantil ou provocando sequelas para toda a vida. Era muito comum no passado observar crianças com a barriga volumosa, contrastando com aquele corpo pequeno e frágil, denunciando a presença de alguma enfermidade, principalmente as verminoses. A barriga d'água (esquistossomose), o amarelão e a ascariíase eram as mais comuns. Nesse contexto, a SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná (2015) nos mostra que são muitas as doenças vinculadas à falta de saneamento. Elas interferem na qualidade de vida da população e até mesmo no desenvolvimento do país. A maioria dessas doenças é de fácil prevenção, mas causam muitas mortes, como o caso da diarreia entre crianças menores de 5 anos no Brasil. Os índices de mortalidade infantil também estão associados à falta de acesso aos serviços de água, esgoto e destino adequado do lixo.

Tudo isso em função da ausência de medidas simples de higiene e saneamento básico, além da falta de informação. De acordo com o Atlas do Saneamento (IBGE, 2011), se a universalização da rede de abastecimento de água, coleta de esgoto e de manejo de resíduos sólidos constitui parâmetro mundial de qualidade de vida já alcançado em grande parte dos países mais ricos, no Brasil a desigualdade verificada no acesso da população a esses serviços ainda constitui o grande desafio posto ao Estado e à sociedade em geral nos

dias atuais. Hoje, a situação ainda não é ideal, porém, o nível de escolaridade melhorou, proporcionando à população informações simples de prevenção de muitas doenças. No entanto, foram os investimentos em saneamento básico que mais colaboraram para uma mudança extremamente significativa nas ações de controle da maior parte das enfermidades, principalmente aquelas mais comuns nos países tropicais.

Para reduzir os casos dessas doenças é fundamental que a população tenha acesso a água boa, tratamento correto do esgoto (seja ele doméstico, industrial, hospitalar ou de qualquer outro tipo), destinação e tratamento do lixo, drenagem urbana, instalações sanitárias adequadas e promoção da educação sanitária (que inclui hábitos de higiene), entre outras ações (SANEPAR, 2015).

Para a ABES (2015), embora a taxa de internações por doenças relacionadas à má qualidade do saneamento básico, como diarreias, dengue e leptospirose, esteja caindo no país, ainda é elevada, sobretudo em alguns estados das regiões Norte e Nordeste. Conforme constatação do Atlas do Saneamento (IBGE, 2011), em 1993, o País registrava 733 internações desse tipo por grupo de 100 mil habitantes. Em 2008, a relação caiu para 309 por 100 mil. O saneamento básico abrange os serviços de tratamento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo e ações de combate a agentes vetores de doenças, como ratos (leptospirose) e mosquitos (dengue, febre amarela, malária), por exemplo. O levantamento aponta que a principal deficiência do saneamento básico no país é a falta de sistema de coleta de esgoto, que atinge 44,8% dos municípios (2.495 cidades). Embora o serviço de abastecimento de água já beneficie 99,4% das cidades brasileiras, 23% delas ainda sofre com racionamento. Em 41% dos municípios que contam com rede de distribuição, o desabastecimento dura o ano todo, motivado, principalmente (66%), por secas ou estiagem.

Segundo a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB (2015), os serviços públicos de abastecimento devem fornecer água sempre saudável e de boa qualidade. Portanto, o seu tratamento apenas deverá ser adotado e realizado depois de demonstrada sua necessidade e, sempre que for aplicado, deverá compreender apenas os processos imprescindíveis à obtenção da qualidade da água que se deseja. A necessidade de tratamento e os processos exigidos deverão então, ser determinados com base em inspeções sanitárias e nos resultados de análises (físico-químicas e biológicas) representativas do manancial a ser utilizado como fonte de abastecimento.

Algumas medidas, como a aplicação de produtos químicos durante o tratamento da água, procuram conferir-lhe mais qualidade ao diminuir sua cor e turbidez e eliminar os riscos de contaminação, além de adicionar elementos importantes à saúde humana.

2.5 Polêmicas e questionamentos sobre o tratamento de água

“Água: fonte de vida e saúde”. Esta frase é muito divulgada, principalmente pelas Companhias de Saneamento Básico. No entanto, alguns questionamentos colocam em dúvida esta afirmação devido à insegurança quanto à qualidade da água tratada. A utilização de produtos químicos durante o tratamento da água para abastecimento público gera certa desconfiança na população. Talvez pelo fato das pessoas leigas não conhecerem a função e importância de cada produto. Há muitos questionamentos sobre a real necessidade da adição desses produtos nos diversos processos de tratamento da água. Afinal, por que é necessária a utilização desses produtos? Não há uma forma mais natural de tratar a água para consumo humano? Esses insumos, ainda que importantes para a purificação da água, não podem causar efeitos colaterais prejudiciais à saúde? Esses produtos são adicionados na dosagem correta? Que tipos de acompanhamento e fiscalização podem garantir à população que a água por ela consumida tem boa qualidade?

O crescimento das cidades e o aumento da população nos dias atuais levam a uma demanda cada vez maior de água e alimentos para suprir todas as necessidades. É preciso produzir em larga escala e, no caso específico da água, faz-se necessária a captação de um volume maior à medida que aumentam as ligações domiciliares a cada ano. Mas o problema não consiste apenas no risco de escassez de água, mas na forma como se trata o produto. Hoje, a água é um recurso natural extraído do ambiente e beneficiado através de vários processos industriais. As Estações de Tratamento de Água (ETAs) podem ser consideradas indústrias que recebem a matéria-prima bruta (água bruta) e a transformam no produto beneficiado e distribuído aos clientes. Para tanto, é imprescindível a utilização de alguns insumos para adequar a água ao consumo humano, conforme determina o Ministério da Saúde.

Em Morrinhos, é indispensável o uso de coagulantes como o Sulfato de Alumínio, caso contrário não seria possível limpar a água. Sobretudo no período chuvoso, um grande volume de sedimentos é carregado pelas enxurradas para dentro do leito do Córrego Pipoca, devido à proximidade com áreas agricultáveis, aumentando drasticamente a turbidez da água. Na ETA, a água barrenta precisa ser transformada em água potável e,

para tanto, não há fórmulas mágicas, sendo necessário o recurso da química para a obtenção desse resultado. Quanto maior a turbidez da água, maior é a dosagem de Sulfato de Alumínio necessária. Esta deve ser monitorada continuamente por análises laboratoriais, para que seja alterada conforme as variações de cor e turbidez.

De acordo com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Mateus/ES – SAAESMA (2015), as águas para abastecimento público, notadamente as procedentes de mananciais superficiais, necessitam de, na sua transformação em água potável, passarem por um processo de sedimentação precedido de coagulação química, tendo em vista que as águas com cor e turbidez elevadas, características especialmente de águas no período chuvoso, exigem esse tipo de tratamento químico, seguido de filtração rápida e a indispensável desinfecção. O emprego da coagulação química promove redução de turbidez, coloides, bactérias, cor, ferro e manganês oxidados e alguma dureza. O coagulante mais empregado no Brasil é o Sulfato de Alumínio, especialmente por ser o de menor custo, e geralmente é aplicado em sua forma líquida. Todavia, como já foi afirmado, este produto não é ingerido durante o consumo da água, pois é removido junto com as impurezas nas diversas etapas do tratamento.

Há uma grande preocupação com o emprego do Sulfato de Alumínio devido a uma série de questionamentos em vários países, estabelecendo uma correlação entre a sua aplicação no tratamento de água e o aumento do número de casos de Mal de Alzheimer, doença degenerativa do sistema nervoso.

Segundo a Comissão de Segurança e Saúde da Associação Brasileira do Alumínio – ABAL (2000), o primeiro processo econômico e prático para a produção de Alumínio primário ocorreu em 1886, sendo os utensílios de cozinha a primeira aplicação comercial para o metal. Em pouco tempo, começaram a surgir especulações, criadas pela concorrência, sobre possíveis efeitos adversos à saúde causados pela exposição ao Alumínio. Já em 1927, o Dr. E.E. Smith, presidente da Academia de Ciências de Nova Iorque, após estudos, apresentou evidências de que o Alumínio não é lesivo à saúde. Em 1957, foram publicados por pesquisadores da Universidade de Cincinnati, Estados Unidos da América, nos arquivos da Associação Médica Americana, trabalhos científicos os quais concluíram que não há preocupação no que se refere aos riscos à saúde pela exposição a produtos de Alumínio. Esse estudo foi ampliado em 1974 e, periodicamente, atualizado, ratificando sempre as mesmas conclusões. Essas pesquisas foram solicitadas pela entidade americana *The Aluminum Association*. A partir da metade dos anos 1970, a mídia começou a relacionar o Alumínio com a Doença de Alzheimer, conhecida na época como demência

pré-senil, afirmando que o metal provocava senilidade devido aos seus efeitos neurológicos. A partir daí, foram feitas recomendações médicas para que se evitasse o Alumínio nas dietas, nos utensílios domésticos e no armazenamento de alimentos. No entanto, as alegações foram baseadas em resultados de estudos epidemiológicos, que ainda estavam em andamento, e não possuíam conclusões definitivas, as quais não foram posteriormente confirmadas por estudos sucedâneos.

A utilização da Cal Hidratada (Hidróxido de Cálcio) nem sempre é necessária, dependendo das características de alcalinidade da água bruta. Geralmente, é utilizada para otimizar os processos de tratamento, procurando alcançar um pH ideal para a floculação. Normalmente, é necessária quando é captada apenas a água do Córrego Pipoca. Já a água dos poços profundos possui uma alcalinidade natural, dispensando o uso da cal.

O Cloro é essencial no tratamento de água por eliminar a sua contaminação ao agir como bactericida. É utilizado como desinfetante, sendo capaz de eliminar os microrganismos mais veiculados pela água, como as bactérias do grupo coliformes, agindo diretamente na destruição da parede celular das bactérias, causando a sua morte.

Os processos de desinfecção têm como objetivo a destruição ou inativação de organismos patogênicos, capazes de produzir doenças, ou de outros organismos indesejáveis. Esses organismos podem sobreviver na água por várias semanas, em temperaturas próximas a 21°C e, em alguns casos, por vários meses, em baixas temperaturas (CUBILLOS, 1981 *apud* MEYER, 1994, p 99).

O Ozônio pode ser um bactericida melhor que o Cloro no tratamento de água. Segundo Araújo *et al* (2016), os benefícios técnicos se juntam aos benefícios econômicos. Uma vez implementado, o tratamento utilizando Ozônio se mostra mais barato para se operar do que o método com Cloro. Existe, porém, uma ressalva: o processo de substituição de uma estação já utilizando Cloro, para uma nova utilizando Ozônio, tem um custo elevado. Isso se deve, dentre outros fatores, ao fato de que a armazenagem do Ozônio é impossível, obrigando que produção seja no local da utilização. Esse custo de implantação, no entanto, é pontual, sendo dissolvido ao longo da operação da Estação de Tratamento. Portanto, em longo prazo, o Ozônio se posiciona também como uma alternativa mais barata. Pode-se concluir então, que como alternativa ao Cloro, o Ozônio se mostra mais eficaz no combate a bactérias, economicamente viável e mais limpo, uma vez que sua atuação não implica em resíduos na água, como o Cloro.

O Flúor é adicionado na forma de Ácido Fluossilícico e tem função de conferir aos dentes proteção contra as cáries. Considerando que a saliva é produzida a partir da

água consumida pelo organismo, os dentes permanecem mergulhados constantemente em uma solução aquosa com alguma concentração de Flúor, garantindo mais proteção contra as cáries.

Uma das principais finalidades do tratamento da água de um sistema público de abastecimento é evitar a proliferação de doenças entre a população. E, entre elas, está a cárie. O flúor está na lista dos elementos que trazem efeitos fisiológicos benéficos. A fluoretação previne a perda de minerais do esmalte dos dentes, deixando-os mais resistentes à ação de agentes nocivos. Estudos realizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) revelam que, para cada dólar investido em fluoretação, são economizados US\$ 50,00, que seriam destinados ao pagamento de tratamentos dentários e outras despesas indiretas (SABESP, 2015).

Conforme a Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (2012), o problema da cárie dental no Brasil assume dimensões que são determinadas pelas precárias condições socioeconômicas da maioria da população, as quais dificultam ou impedem o acesso a alimentação adequada, a informações sobre saúde e até mesmo a produtos básicos de higiene bucal. A maioria da população não tem acesso a serviços de assistência odontológica, mas a consultas eventuais para resolução de problemas de urgência, estando à margem de cuidados sistemáticos que enfatizam medidas preventivas e a educação em saúde. Historicamente, sabe-se que a Organização Mundial de Saúde desenvolveu um programa para a promoção da fluoretação de água de abastecimento de comunidades, apresentado na 25ª Assembleia Mundial de Saúde, em 1975, que enfatizou a importância de se utilizar o Flúor nas concentrações adequadas na água de abastecimento. O Programa obteve aprovação por unanimidade dos 148 países-membros. Deve ser enfatizado que a ingestão de Flúor em dosagens recomendadas pela legislação é benéfica. Entretanto, sua eficácia fica comprometida quando ingerido em baixas dosagens. Por outro lado, o Flúor consumido em excesso apresenta toxicidade aguda ou crônica. A toxicidade aguda seria a resposta ao consumo de alta dosagem de Flúor de uma única vez. Na toxicidade crônica têm-se a fluorose, que resulta da ingestão acima do limite adequado por período prolongado, ocasionando, a princípio, manchas esbranquiçadas no esmalte dental podendo agravar-se a um grau deformante do elemento.

Os compostos solúveis de flúor na água e alimentos quando ingeridos sofrem dissociação iônica em função do ácido clorídrico produzido no estômago. O íon fluoreto é absorvido, em sua maior parte, pela mucosa estomacal. Por intermédio do plasma sanguíneo o flúor circula por todo o organismo. Após três horas 70% é eliminado pela urina, 15% pelas fezes e 5% pelo suor. Apenas 10% do Flúor ingerido é assimilado pelo organismo. Essa pequena parte circula nos fluídos intra e extracelulares fixando-se nos tecidos duros: ossos e dentes em formação. O flúor não se fixa em tecidos moles (BUENDIA, 1996 *apud* FUNASA, 2012, p. 15)

A FUNASA (2012) afirma ainda que a fluoretação da água para consumo humano é uma medida preventiva de comprovada eficácia, que reduz a prevalência de cárie dental entre 50% e 65% em populações sob exposição contínua desde o nascimento, por um período de aproximadamente dez anos de ingestão da dose ótima. É um processo seguro, econômico e adequado. O método é econômico e apresenta um baixo custo "per capita". O Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos calcula que, para cada dólar despendido na fluoretação da água, 36 dólares são economizados no tratamento da cárie. O benefício atinge toda população sem distinção de ordem econômica, social ou educacional. Durante toda a vida do indivíduo, os fluoretos provocam efeitos benéficos à saúde e protegem os dentes contra a cárie.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP (2015), por sua vez, alerta que o excesso de Flúor pode ser prejudicial para a saúde. Em doses muito altas, os dentes podem ficar manchados ou até quebradiços. No Brasil, a prática de fluoretação das águas de abastecimento público começou em 31 de outubro de 1953, na cidade de Baixo Guandu, no Espírito Santo. Porém, foram nos anos 1970 que a fluoretação alcançou um grande progresso, com participação nos programas nacionais e estaduais. É importante ressaltar que a cidade de Morrinhos foi a primeira unidade de fluoretação do Estado de Goiás, desde 1985, o que aponta a Cidade como um polo em potencial para novas pesquisas na área de Saneamento Básico.

A polêmica em torno da adição de produtos químicos no tratamento de água talvez persista devido a uma falta de informação generalizada. É preciso muito cuidado, sobretudo pelos formadores de opinião, em se divulgar certas ideias que não correspondem à realidade e supostas teorias sem nenhum apoio experimental. Se o tratamento da água pode estar relacionado a algum malefício à saúde, não há nada comprovado de fato. Todavia, que a água não tratada pode transmitir uma série de doenças causadas por inúmeros microrganismos de veiculação hídrica, é absolutamente comprovado há várias décadas. Consumir água tratada não é só ingerir uma água limpa e filtrada, mas sim contar com um produto de boa qualidade e livre de contaminação, que realmente faça jus ao *slogan* de que água é fonte de saúde.

2.6 O Índice de Qualidade da Água (IQA)

Os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas da água bruta e tratada são avaliados pelo IQA – Índice de Qualidade da Água, cuja fórmula calcula de forma ponderada os parâmetros e classifica-os com notas que variam de 0 a 100, obedecendo a seguinte pontuação por categoria, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB (2015) e que vale também para o Estado de Goiás: IQA ótimo – 80 a 100; IQA bom – 52 a 79; IQA regular – 37 a 51; IQA ruim – 20 a 36 e IQA péssimo – 0 a 19.

Quanto maior a nota do IQA, melhor é a qualidade da água. Segundo a ANA (2015), o Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela CETESB. Nas décadas seguintes, outros estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no País. O IQA é composto por nove parâmetros, que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água e que correspondem a Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Temperatura da Água, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Resíduo Total.

Conforme a SANEAGO – Companhia de Saneamento de Goiás (2015), nas últimas planilhas representativas dos valores do IQA da água bruta (nos dois ambientes de captação) e da água tratada (na saída da ETA) alguns parâmetros obtiveram perda na nota de avaliação em função da não conformidade, como pode ser observado no ANEXO A deste trabalho.

Ao final de cada mês, é realizada uma média de todas as avaliações do IQA para os resultados das análises laboratoriais realizadas pela SANEAGO, chegando-se ao IQA Médio mensal, que possibilita a elaboração de um gráfico com a posição de Morrinhos em relação às outras cidades pertencentes à sua Regional, conforme o seu desempenho. O ANEXO B (SANEAGO, 2015) traz os gráficos que demonstram o IQA Médio anual, referente ao período de julho/2014 a dezembro/2015, para água tratada, destacando que o IQA Médio menor ou igual a 63 é considerado fora do padrão.

2.7 O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA)

Os resultados obtidos nas análises diárias realizadas pelo Laboratório de Processo da Estação de Tratamento de Água de Morrinhos e aqueles provenientes das duas análises semanais do Laboratório de Controle de Qualidade da Regional da SANEAGO, juntamente com informações sobre a intermitência no abastecimento de água, número de reclamações de falta de água e reparos nas redes de distribuição, servem de base para o preenchimento do Relatório Mensal do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). É uma forma da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) acompanhar e fiscalizar os resultados apresentados pela Empresa de Saneamento e repassados ao Departamento de Vigilância Sanitária do Município.

A Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina – SES/SC (2016), através da Vigilância Sanitária estadual, afirma que a Portaria n.º 2.914, de 2011, estabelece que o controle da qualidade da água é de responsabilidade de quem oferece o abastecimento coletivo ou de quem presta serviços alternativos de distribuição. No entanto, cabe às autoridades de saúde pública das diversas instâncias de governo a missão de verificar se a água consumida pela população atende às determinações dessa Portaria, inclusive no que se refere aos riscos que os sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde pública. Assim, a ANVISA criou o Programa de Vigilância Ambiental em Saúde relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), que consiste em desenvolver ações contínuas para garantir à população o acesso à água de qualidade compatível com o padrão de potabilidade estabelecido na legislação vigente, para a promoção da saúde. Os objetivos específicos de sua atuação são: reduzir a morbimortalidade por doenças e agravos de transmissão hídrica, por meio de ações de vigilância sistemática da qualidade da água consumida pela população; buscar a melhoria das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano; avaliar e gerenciar o risco à saúde das condições sanitárias das diversas formas de abastecimento de água; monitorar sistematicamente a qualidade da água consumida pela população, nos termos da legislação vigente; informar a população sobre a qualidade da água e riscos à saúde; apoiar o desenvolvimento de ações de

educação em saúde e mobilização social; e coordenar o Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água (SISAGUA).

O VIGIAGUA foi concebido tomando por base os princípios e diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS), com indicadores de qualidade da água para consumo humano definidos, por meio de metodologia proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que subsidiaram o desenvolvimento SISAGUA. Este, por sua vez, foi estruturado em 03 módulos de entrada de dados, sendo: **Cadastro** - objetiva registrar as informações referentes aos sistemas e soluções alternativas de abastecimento; **Controle** - finalidade de alimentar o sistema com as informações encaminhadas pelos prestadores de serviços, responsáveis pelos sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas; e **Vigilância** - visa alimentar o SISAGUA com as informações dos resultados das análises físico-químicas, bacteriológicas, entre outras, incluindo informações referentes à inspeção sanitária realizadas nas diversas formas de abastecimento pelo setor de saúde.

3 METODOLOGIA

Para melhor conhecimento e entendimento do tema estudado nesta pesquisa, inicialmente foi realizado um levantamento das características geográficas da área de estudo, bem como dos principais fatores interferentes na dinâmica e manutenção do seu ambiente físico. Em seguida, foi organizado um levantamento bibliográfico para a aquisição de um suporte teórico no qual foram pautadas as discussões e conclusões do estudo, além de possibilitar o acesso a trabalhos já desenvolvidos a respeito do mesmo tema, especialmente aqueles cuja pesquisa relaciona-se à mesma área estudada neste trabalho.

Nas idas ao campo, foram realizadas visitas aos mananciais de abastecimento público para identificar as condições impactantes causadas no ambiente por intervenção antrópica, considerando esses fatores como determinantes nas características da água.

Depois dessas etapas preliminares, foi iniciado o cronograma de coletas e análises laboratoriais da água, consistindo na parte técnica do trabalho. Foram coletadas amostras de água bruta na sua chegada à Estação de Tratamento de Água (ETA), no poço que reúne as águas de procedência do manancial de superfície (Córrego Pipoca) e dos mananciais subterrâneos (poços profundos); e de água tratada na saída da ETA, no poço de distribuição para os reservatórios (bombeada para o Laboratório de Processo). Essas amostras de água foram analisadas pelo Laboratório de Controle de Qualidade da SANEAGO – Saneamento de Goiás S/A, Regional de Morrinhos (GO), que também se dispôs a fornecer os resultados de análises anteriores conforme solicitação prévia autorizada mediante ofício.

As coletas e análises abrangeram um período de um ano e meio (julho/2014 a dezembro/15), considerando os parâmetros: turbidez, cor aparente, pH, alcalinidade, cloro residual, flúor, dureza, oxigênio consumido e dissolvido, nitrato, nitrito, ferro total, cloretos, demanda bioquímica de oxigênio, manganês, condutividade, sólidos dissolvidos totais, temperatura ambiente e da água, alumina residual, índice de coliforme total e presença ou ausência de *Escherichia coli*. As análises físico-químicas e bacteriológicas foram realizadas seguindo as normas do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Métodos Padronizados para a Análise de Água e Água Residuária) da Associação Americana de Saúde Pública – APHA (2014). Os resultados obtidos nas análises de água bruta foram avaliados conforme as determinações da Resolução

CONAMA nº 357/2005, que enquadra os corpos de água em Classes; e os de água tratada foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela Portaria MS nº 2914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A metodologia adotada para a coleta das amostras de água seguiu o procedimento padrão da Instrução de Trabalho – IT 07.0101 (SANEAGO, 2014). A coleta das amostras de água bruta e/ou tratada consistiu em tomar uma alíquota no local de estudo, acondicionando e armazenando-a adequadamente conforme o tipo de análise a ser processada, procurando, dessa maneira, conservar as características dessa água até a hora da realização das análises físicas, químicas e bacteriológicas.

Antes de iniciar as coletas das amostras, foram verificadas as condições de limpeza do compartimento de transporte, do material a ser utilizado (caixa, frascos, termômetro, reagentes, equipamentos e demais acessórios). Também foram certificados que todos os frascos de coleta estavam adequadamente identificados. As amostras foram transportadas em recipientes adequados e, quando necessário, refrigeradas. Os prazos de validade dos reagentes utilizados nas análises realizadas no ato da coleta foram obedecidos rigorosamente. Para todos os procedimentos, o coletor observou sempre as condições de higiene das mãos. Os equipamentos utilizados fora das instalações permanentes do laboratório foram transportados, acondicionados e manuseados de forma a assegurar seu correto funcionamento e prevenir a sua contaminação ou deterioração. A coleta das amostras de água bruta foi realizada separadamente das demais para evitar a contaminação cruzada de outras amostras.

3.1 Coleta de amostras para ensaios físico-químicos

3.1.1 Coleta de água tratada

Inicialmente, posicionou-se o termômetro à sombra para medir a temperatura ambiente. Antes de abrir a torneira de água tratada na pia do Laboratório de Processo (ETA), fez-se a desinfecção com Álcool 70% ou Hipoclorito de Sódio e deixou a água escoar por 1 minuto. Colocou-se em um béquer um volume de água (aproximadamente 500 mL) e mediu a sua temperatura. Enxaguou-se o frasco apropriado com a amostra por duas vezes e, em seguida, realizou a coleta.

3.1.2 Coleta de água bruta

Primeiramente, colocou-se um volume de água em um béquer (aproximadamente 500 mL) e mediu a sua temperatura. Enxaguou-se o frasco apropriado com a amostra por duas vezes e, em seguida, realizou a coleta. Acondicionou-se todas as amostras em caixa de material isolante térmico até o momento das análises. Para as análises de DBO, encheu-se dois frascos de Winkler com a amostra. Para as análises de OD, adicionou-se à amostra coletada 2 mL de Sulfato Manganoso e 2 mL de Álcali-iodeto e homogeneizou.

3.2 Coleta de amostras para ensaios bacteriológicos

3.2.1 Coleta de água tratada

Adotou-se os procedimentos de assepsia, abrindo a torneira e deixando a água escorrer por 1 minuto. Removeu-se a tampa do frasco, tomando cuidado para manter o papel alumínio protetor. Coletou-se a amostra e fechou o frasco imediatamente, fixando o papel alumínio protetor em volta da tampa. Transportou-se as amostras em caixa de material isolante térmico. Observou-se alguns cuidados em relação ao frasco de coleta: não foi enxaguado, não se encostou qualquer objeto na sua boca além da própria tampa, não se encheu com água até a boca.

3.2.2 Coleta de água bruta

Com todos os procedimentos de assepsia, removeu-se a tampa do frasco, tomando cuidado para manter o papel alumínio protetor. Mergulhou-se o frasco rapidamente no canal de água bruta da ETA com a boca para baixo aproximadamente de 15 a 30 cm da superfície da água, direcionando-o de modo que a boca ficou em sentido contrário ao fluxo da água.

Os procedimentos metodológicos das principais análises podem ser descritos resumidamente como segue:

3.3 Determinação do residual de Cloro (método DPD)

Ligou-se o aparelho colorímetro modelo DR/890, marca Hach, selecionando o programa 9, específico para este tipo de análise e seguiu-se a instrução de trabalho para a operação do equipamento. Mediu-se 10 mL da própria amostra de água e levou ao aparelho, zerando como branco. Em seguida, adicionou-se na mesma cubeta 3 gotas de reagente DPD e 3 gotas de solução tampão. Homogeneizou-se a mistura. Levou-se novamente ao colorímetro e procedeu imediatamente a leitura no visor, relativa à quantidade, em mg/L, de Cloro contida na amostra.

3.4 Teor de flúor pelo método colorimétrico (SPADNS)

Pipetou-se 10 mL de água destilada para uma cubeta (branco) e 10 mL de solução padrão de Flúor (1,0 mg/L) para outra cubeta. Transferiu-se 100 mL de amostra de água para um erlenmeyer. Quando era detectado cloro, este era removido com Arsenito de Sódio ou Tiosulfato de Sódio 0,05 N (1 gota para cada 0,1 mg de Cloro). Homogeneizou-se e transferiu 10 mL para cubeta da amostra. No equipamento colorímetro modelo DR/890, marca Hach, selecionou-se o programa 27, próprio para esta análise e zerou o aparelho com o branco. Em seguida, passou-se a cubeta com a solução padrão 1,0 e, logo depois, a cubeta contendo a amostra, procedendo a leitura em mg/L.

3.5 Determinação do pH pela técnica eletroanalítica (potenciométrica)

Selecionou-se no equipamento pHmetro modelo DM 20, marca Digimed, o modo leitura e seguiu a instrução de trabalho. Transferiu-se uma alíquota da amostra para um béquer. Retirou-se o eletrodo da solução de Cloreto de Potássio, enxaguando-o com água destilada e secando com papel absorvente, sem atritar o bulbo de vidro. Introduziu-se o eletrodo no béquer com a amostra. Realizou-se a leitura da amostra no visor do equipamento após a estabilização e registrou.

3.6 Turbidez (material em suspensão na água)

Lavou-se as cubetas com água e detergente, enxaguando-as com água destilada, quando necessário. Nesta análise, não é necessária a utilização de branco. Homogeneizou-se a amostra e encheu a cubeta até a marca com a mesma. Limpou-se a cubeta com papel absorvente. Selecionou-se no equipamento turbidímetro modelo 2100 Q, marca Hach, o modo leitura e seguiu a instrução de trabalho específica para a operação do mesmo. Realizou-se a leitura. No caso de amostra com turbidez acima da faixa de medição do equipamento, procedeu-se a diluição.

3.7 Cor aparente (material dissolvido na água)

Lavou-se as cubetas com água e detergente, enxaguando-as com água destilada, quando necessário. Encheu-se a cubeta até a marca, com água destilada (branco). Limpou-se a cubeta com papel absorvente. Homogeneizou-se a amostra e transferiu para a cubeta até a marca. Limpou-se a cubeta com papel absorvente. Selecionou-se o equipamento colorímetro modelo AquaColor, marca Policontrol e seguiu a instrução de trabalho específica para a sua operação. Efetuou-se a leitura. No caso de amostra com cor acima da faixa de medição do equipamento, procedeu-se a diluição.

3.8 Alcalinidade (método titulométrico)

Mediu-se 100 mL da amostra e transferiu para um frasco erlenmeyer. Adicionou-se 4 gotas de Fenolftaleína e agitou. Quando houve alcalinidade a Fenolftaleína, apareceu uma coloração rósea, indicando que o pH atingiu 8,3. Neste caso, titulou-se gota a gota com ácido sulfúrico 0,02 N até que a amostra ficasse incolor. Adicionou-se 4 gotas de Verde de Bromocresol e agitou. A mistura ficou azul esverdeada. Titulou-se novamente com o mesmo ácido até que a mistura ficasse vermelho claro. Anotou-se a quantidade de mL gasta na titulação e multiplicou por 10 para obter o resultado.

3.9 Dureza total

Mediu-se 50 mL da amostra de água. Transferiu-se para um frasco erlenmeyer de 125 mL e adicionou 0,1 g do indicador de Negro de Eriocromo. A seguir, colocou-se 1 mL de Solução Amortiguadora. Titulou-se com EDTA (Ácido Etilenodiamino Tetraacético) 0,01 M mantendo uma agitação vigorosa até o aparecimento de uma cor cinza esverdeada. Anotou-se o volume gasto de EDTA.

3.10 Manganês

Retirou-se uma alíquota de 100 mL de água destilada e transferiu para um frasco erlenmeyer. Este era o branco da análise. Retirou-se uma alíquota de 100 mL da amostra e transferiu para outro erlenmeyer. Esta era a amostra. Enxaguou-se a proveta com bastante água destilada, pois ela seria utilizada posteriormente. Adicionou-se 5 mL da solução e uma gota de Peróxido de Hidrogênio a 30% a cada erlenmeyer e homogeneizou. Levou-se para chapa aquecedora. Acrescentou-se 1,0 g de Persulfato de Amônio a cada erlenmeyer e deixou ferver por 1 minuto. Removeu-se do aquecimento, deixou em repouso por 1 minuto e, em seguida, deixou esfriar debaixo da torneira. Transferiu-se o branco da análise para a proveta e completou o volume para 100 mL com água destilada. Devolveu-se o conteúdo da proveta para o mesmo erlenmeyer e homogeneizou. Enxaguou-se a proveta. Transferiu-se a amostra para a proveta e completou o volume para 100 mL com água destilada. Devolveu-se o conteúdo da proveta para o mesmo erlenmeyer e homogeneizou. Transferiu-se o branco da análise e a amostra para as respectivas cubetas. Enxugou-se, com cuidado, as paredes externas das cubetas com papel fino e absorvente. Realizou-se a leitura da concentração de Manganês, imediatamente, no espectrofotômetro DR 2000, após zerar com o branco da análise.

3.11 Oxigênio consumido (matéria orgânica)

Agitou-se a amostra de água. Mediu-se 100 mL da amostra de água com uma proveta e transferiu para um frasco erlenmeyer. Adicionou-se 3 mL de Permanganato de

Potássio 0,0125N. Adicionou-se 3 mL de Ácido Sulfúrico $\frac{1}{4}$ e aqueceu o erlenmeyer com amostra em banho-maria durante 30 minutos. Se durante o aquecimento a amostra descorasse, adicionava-se um novo volume de Permanganato de Potássio, efetuando o aquecimento. Caso a solução não descorasse, continuava-se o procedimento. Retirou-se o erlenmeyer do banho-maria e adicionou 3 mL de Oxalato de Amônio 0,0125N, agitando em seguida. O volume de Oxalato é sempre o mesmo volume total de Permanganato de Potássio utilizado. Titulou-se o conteúdo do erlenmeyer com Permanganato de Potássio 0,0125N até obter a coloração rosa-claro persistente. Anotou-se o volume (V) em parte por milhão (ppm).

3.12 Oxigênio dissolvido

Recolheu-se a amostra em um frasco de aproximadamente 300 mL (frasco de Winkler), lentamente, evitando a formação de bolhas, até transbordar. Adicionou-se 2 mL de solução de Sulfato Manganoso, mergulhando a ponta da pipeta no interior do líquido. Com a mesma técnica, adicionou-se 2 mL de solução de Álcali-iodeto. Tampou-se o frasco, agitou por inversões sucessivas e deixou o precipitado decantar por aproximadamente 3 minutos. Adicionou-se 2 mL de Ácido Sulfúrico concentrado em todos os frascos. Tampou-se e agitou o frasco por inversões sucessivas até total dissolução dos flocos. Mediu-se lentamente 200 mL do líquido em uma proveta de 250 mL e transferiu para um erlenmeyer de 250 mL. Titulou-se com Tiossulfato de Sódio 0,025N até o aparecimento de uma cor amarelo-palha. Adicionou-se 5 gotas de amido e prosseguiu a titulação até o desaparecimento da cor azul. Fez-se a leitura do volume gasto na titulação diretamente na bureta.

3.13 Nitrato (método da redução de cádmio)

Análise utilizando o aparelho DR 2000. Mediu-se 30 mL da amostra com proveta e transferiu para um frasco erlenmeyer de 125 mL, adicionando um envelope de reagente NitraVer 6. Homogeneizou-se durante 3 minutos. Em seguida, deixou-se a amostra em repouso por 2 minutos, período que permite a estabilização do Cádmio. Após os 2 minutos, retirou-se 25 mL da amostra estabilizada com uma proveta e transferiu para a cubeta e adicionou um envelope de NitriVer 3. Homogeneizou-se até a completa

dissolução. Aguardou-se 10 minutos até ocorrer a reação e, em seguida, fez-se a leitura no visor do DR 2000. O branco foi a própria amostra sem os reagentes.

3.14 Nitrito (método colorimétrico)

Mediu-se 50 mL de água destilada para o branco. Mediu-se 50 mL de amostra. Adicionou-se 2 mL do reativo corante na amostra e no branco. Homogeneizou-se e aguardou 10 minutos, no mínimo, e não mais que 2 horas depois de adicionar o reativo de cor nas amostras e branco, para a leitura. Selecionou-se o equipamento e seguiu a instrução de trabalho específica para operação do mesmo. Transferiu-se a solução para a cubeta, até a tarja. Limpou-se a parte externa das cubetas com papel absorvente. Realizou-se a leitura das amostras e registrou.

3.15 Cloretos

Mediu-se 100 mL de água destilada para o branco. Quando necessário, ajustou-se o pH adicionando gotas de Fenolftaleína e gota a gota de Hidróxido de Sódio 0,05 N até aparecer a cor rosa claro, em seguida adicionou Ácido Sulfúrico 0,05 N até que ficasse incolor na faixa de pH de 6,5 a 10, Colocou-se 1 mL do indicador Cromato de Potássio e determinou o volume de Nitrato de Prata 0,0141 N a ser adicionado à amostra antes de iniciar a titulação dos cloretos (geralmente se gasta 1 mL de Nitrato de Prata para obter a coloração adequada). Mediu-se 100 mL da amostra com uma proveta e transferiu para um frasco erlenmeyer de 250 mL. Quando necessário, ajustou-se o pH da amostra como descrito anteriormente (este procedimento é também uma forma de retirar interferentes na amostra). Adicionou-se 1 mL de Cromato de Potássio à amostra, em seguida colocou 1 mL de Nitrato de Prata 0,0141 N. Depois, titulou-se a amostra com o Nitrato de Prata até que a coloração se assemelhasse à cor do branco (alaranjado). Anotou-se o volume da titulação.

3.16 Ferro total

Agitou-se a amostra de água. Mediu-se 50 mL da amostra com uma proveta e transferiu para um frasco erlenmeyer. Mediu-se 50 mL de água destilada com uma

proveta e transferiu para outro erlenmeyer (branco). Acrescentou-se 2 mL de Ácido Clorídrico concentrado e 1 mL de solução de Hidroxilamina no branco e amostra, usando a capela. Evaporou-se em chapa elétrica, ambos os frascos, até proximadamente 15 a 20 mL. Retirou-se da chapa e deixou esfriar até a temperatura ambiente. Acrescentou-se 10 mL de solução tampão de Acetato de Amônio em ambos os frascos. Em seguida, adicionou-se 4 mL de solução de fenantrolina em ambos os frascos. Transferiu-se para proveta e avolumou ambas soluções para 50 mL com água destilada. Homogeneizou-se e aguardou no mínimo 10 minutos para a realização da leitura. Selecionou-se o equipamento e seguiu a instrução de trabalho específica para a sua operação. Transferiu a solução para a cubeta até a tarja. Limpou-se a parte externa das cubetas com papel absorvente e efetuou a leitura.

3.17 Condutividade e sólidos totais dissolvidos

Homogeneizou-se a amostra de água. Colocou-se em um béquer aproximadamente 80 mL da amostra e introduziu o eletrodo do equipamento Conductivity Benchtop, modelo Orion 3 Star, marca Thermo Scientific. O equipamento possui 5 escalas de leitura. Assim que se colocou o eletrodo na amostra, começou-se pelo maior valor da escala (200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e homogeneizou a amostra, verificando ao mesmo tempo o valor obtido no *display*. Observou-se a leitura mais coerente de acordo com as características da amostra analisada, mudando de escala até obter o valor adequado. Esperou-se estabilizar e anotou o resultado. Ao terminar todas as leituras, deixou-se o eletrodo imerso em um béquer com água destilada e na escala de 20 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Para encontrar o valor dos sólidos totais dissolvidos bastou multiplicar o resultado da condutividade por 0,55.

3.18 Determinação de coliformes totais e termotolerantes (Técnica da Presença – Ausência)

3.18.1 Método qualitativo

Adicionou-se ao frasco de coleta para água tratada, antes da esterilização, 0,1 mL de Tiosulfato de Sódio a 3% para a neutralização do Cloro residual. Homogeneizou-se a amostra, agitando-a pelo menos 25 vezes, formando um ângulo de 45° entre o braço

e o antebraço (o que corresponde a uma agitação vigorosa por 5 segundos). Verteu-se cuidadosamente 100 mL da amostra no frasco contendo Caldo P-A. Após a inoculação da amostra, incubou-se a 35 °C durante 48 horas em estufa de incubação. Submeteu-se as culturas com resultados presuntivos positivos para os testes confirmativos para coliformes totais e termotolerantes. Foi considerado resultado positivo presuntivo aquele que apresentou turvação ou cor amarela (acidificação) e gás (fermentação) no interior do tubo invertido.

3.18.2 Exames confirmativos para coliformes totais e termotolerantes

Com o auxílio de uma alça de inoculação devidamente flambada e resfriada, transferiu-se uma ou mais alçadas de teste presuntivo positivo para os tubos contendo os meios confirmativos Caldo Verde Brilhante e Bile (BVB) a 2% e meio E.C (*Escherichia coli*). Após a inoculação, incubou-se o tubo com meio Verde Brilhante a 35°C durante 24-48 horas e o meio E.C. Medium a 44,5°C, em banho-maria com agitação, durante 24 horas. Após os períodos determinados de incubação, efetuou-se as leituras, considerando resultado positivo para coliformes totais a produção de gás no interior do tubo de durhan a partir da fermentação da lactose no meio BVB a 2%; coliformes termotolerantes estavam presentes quando havia produção de gás e formação de bolha no interior do tubo de durhan presente no tubo contendo o meio E.C.

4 CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A presente pesquisa foi desenvolvida no Município de Morrinhos (GO) em função dos constantes questionamentos em torno da qualidade da água tratada na Cidade e por se tratar de um sistema de tratamento convencional, o que permitiu o estudo das etapas de clarificação da água, além da desinfecção e fluoretação. Com isso, foi possível verificar a utilização e eficácia dos produtos químicos correspondentes a cada etapa. A facilidade de acesso às dependências da Empresa de Saneamento local foi outro fator decisivo na escolha da área de estudo, uma vez que permitiu e agilizou a implementação do trabalho de campo, com visitas aos mananciais e a realização de análises laboratoriais das amostras de água coletadas.

4.1 O Município de Morrinhos (GO)

Morrinhos é um município brasileiro que está localizado na região Sul do Estado de Goiás (Figura 1). Sua população humana estimada em 2015 pelo IBGE era de 45.607 habitantes. Segundo a Prefeitura Municipal, o Município, com 2.976 km², situa-se na vertente goiana do Rio Paranaíba e possui um relevo relativamente ondulado (MORRINHOS, 2015). Conforme a nova Divisão Territorial do Brasil em Regiões Geográficas (IBGE, 2015), é uma unidade administrativa que pertence a Microrregião 015 – Meia Ponte. A Microrregião Meia Ponte é integrante da Mesorregião 05 – Sul Goiano, localizado a Sudeste da Capital do Estado de Goiás entre as coordenadas de 17° 30' 20" a 18° 05' 40" latitude Sul e 48° 41' 08" a 49° 27' 34" de longitude Oeste. Morrinhos possui uma ótima localização geográfica, está bem no centro geográfico da Microrregião do Meia Ponte, estando muito próximo de cerca de 24 municípios. Suas principais rodovias são a BR-153 e GO-213, além de diversas rodovias municipais. A distância da cidade de Morrinhos até Goiânia (capital do Estado de Goiás) é de 128 km. A área urbana está situada a uma altitude de 735 metros acima do mar, sendo que no Município a maior altitude não ultrapassa 800 metros. Possui clima ameno e saudável, grupo Tropical Úmido. Menos de 30% da cobertura é vegetal natural. Mais de 50% da área do Município apresenta potencial para o uso com lavouras (agricultura), predominando associações de terras favoráveis ao uso com lavouras e pastagens plantadas.

As unidades geológicas de Morrinhos (Figura 2) constituem uma área da subunidade do Planalto Rebaixado de Goiânia, com predomínio de cobertura Latossólica proveniente da alteração de rochas do Grupo Araxá (JARDIM, 2005). Abrangem principalmente rochas do tipo metamórficas, sedimentares e ígneas, incluindo aspectos litológicos correspondentes a xisto, laterita, argila, areia, basalto, gnaisse, dentre outros.

O Município apresenta como principal manancial de abastecimento público o Córrego Pipoca, que recebe este nome porque sua nascente localiza-se na área rural conhecida como Fazenda Pipoca. O uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Pipoca (Figura 3) são responsáveis atualmente por pequenas áreas remanescentes de vegetação nativa e grandes regiões ocupadas com pastagens e agricultura, além de espaços consideráveis de solos expostos, sujeitos ao empobrecimento pelo carreamento de seus nutrientes pelas chuvas e à formação de erosões, com consequência direta para o assoreamento do curso d'água em questão. O córrego segue seu curso até chegar ao meio urbano, indo desaguar no Lago Municipal, contribuindo para a formação de uma das principais áreas de lazer e de práticas de esporte da Cidade, o Parque Municipal Recanto das Araras. Antes de sua foz, porém, o Córrego tem parte de seu volume de água represado e desviado por canais até a Estação Elevatória de Água Bruta da SANEAGO, onde é captado e bombeado para iniciar o processo de abastecimento de toda a cidade.

Figura 1: Localização do município de Morrinhos no sul do Estado de Goiás, na região Centro-Oeste do Brasil, em relação aos demais municípios das áreas limítrofes. Organização: Selma Pereira da Costa Silva. Cartografia: Juheina Lacerda R. Viana (2015)



Figura 3: Uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Pipoca, no município de Morrinhos/GO, em 2014. Organização: Selma Pereira da Costa Silva. Cartografia: Juheina Lacerda R. Viana (2015)



Legenda

Córrego Pipoca

Corpos d' água

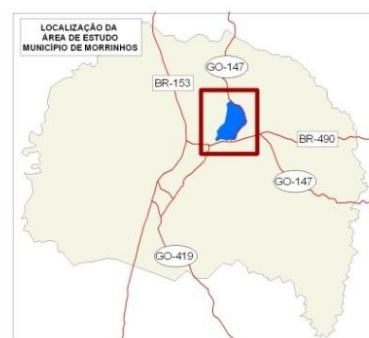
Usos/Classificação

Vegetação

Agricultura

Solo Exposto

Campo/Pastagem



A captação de água em Morrinhos está distribuída em duas regiões, sendo um manancial de superfície (Córrego Pipoca) e um manancial subterrâneo, com dois poços profundos perfurados no Setor Sul dos Pomares.

O Córrego Pipoca faz parte das bacias do Rio Paranaíba e Paraná, com área de 31,05 km² e 3.104,82 hectares. Suas coordenadas geográficas correspondem a: zona 22K; UTM E: 701.930,00 e UTM N: 8.039.145,48; latitude: -17,7256468311 e longitude: -49,0957388654. É um manancial de pequeno porte que, à primeira vista, parece não ter volume suficiente para abastecer uma cidade do tamanho de Morrinhos, com mais de 40 mil habitantes. Todavia, mantém razoável vazão de água durante quase todo o ano, conseguindo suprir o consumo da população murrinhense. Apenas nos meses de estiagem mais rigorosa o seu potencial hídrico fica comprometido. Não somente em função da escassez de chuvas, mas pelo mau uso dos seus recursos. Além de abastecer a Cidade, o Córrego Pipoca é utilizado para irrigação de áreas agricultáveis e de pastagens. Isso promove o assoreamento do seu leito, diminuindo a vazão de água disponível para a captação, além de comprometer a sua qualidade.

Os poços profundos apresentam as seguintes coordenadas geográficas: Poço 1 – latitude: -17,7315833333 e longitude: -49,1368888889; Poço 2 – latitude: -17,7331944444 e longitude: -49,1384444444. Eles fornecem cerca de 20 L/s, conforme manobra nas válvulas de distribuição para não esgotar o seu limite. A sua água apresenta naturalmente boa qualidade, com cor e turbidez baixas, necessitando apenas, em condições normais, de cloração para garantir a sua desinfecção. Todavia, o subsolo é rico em Manganês, que reage com o Cloro adicionado durante o tratamento escurecendo a água. Assim, é necessário realizar o tratamento convencional para adequar também a água dos poços para o consumo humano. Tanto a água do Córrego Pipoca como a dos poços, recebem o mesmo tratamento e passam pelas mesmas análises laboratoriais para garantir a sua qualidade e a segurança da população.

4.2 O tratamento da água em Morrinhos (GO)

Nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), que visam o abastecimento público, a água bruta (*in natura*) passa por diversas etapas de tratamento até que possa ser considerada tratada e pronta para o consumo. Segundo a FUNASA (2014), o tratamento convencional é composto das seguintes etapas: clarificação (mistura rápida/coagulação,

mistura lenta/floculação, decantação e filtração), desinfecção, correção de pH, reservação e distribuição. A fluoretação é implantada como coadjuvante na prevenção da cárie dental, considerada no Brasil como problema de Saúde Pública, em face da alta prevalência.

Em Morrinhos, a ETA é do tipo Convencional (Figura 4) e os seus processos de tratamento podem ser descritos sucintamente da forma como segue os parágrafos seguintes.

Figura 4: Vista aérea da Estação de Tratamento de Água de Morrinhos (GO).



Fonte: Saneamento de Goiás S/A, 2004.

A princípio, a água bruta é captada na Estação Elevatória de Água Bruta do Córrego Pipoca – EEAB (Figura 5), próximo ao Parque Municipal Recanto das Araras, no Lago Municipal, na parte baixa da cidade. Em seguida, é bombeada por cerca de três quilômetros, percorrendo uma adutora com diâmetro que varia de 250 mm a 350 mm até chegar à Estação de Tratamento, no local conhecido como Canal de Água Bruta, com uma vazão que pode variar entre 94 e 118 L/s.

Figura 5: Prédio da Estação Elevatória de Água Bruta do Córrego Pipoca



Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

Quando necessário, para suprir a demanda de consumo, dois poços profundos são acionados para complementar o volume da água bruta em cerca de 20%. Inicialmente, esses poços bombeavam diretamente para os reservatórios que abastecem a parte alta da Cidade, localizados no Setor Aeroporto. Todavia, a reação entre a concentração de manganês presente naturalmente na água subterrânea e o cloro adicionado para a desinfecção promoveu o surgimento de uma coloração escura na água, o que provocou a recusa do produto pela população. Foi necessária a canalização e bombeamento da água dos poços para a Estação de Tratamento, para a remoção do manganês e outras substâncias com alta concentração, com o intuito de se evitar qualquer reação com o processo de cloração. As águas captadas nos dois ambientes, manancial de superfície (Córrego Pipoca) e subterrâneo (poços), chegam no mesmo local, o canal de água bruta, onde se misturam instantaneamente (Figura 6).

Figura 6: Canal de chegada da água bruta na ETA de Morrinhos (GO)

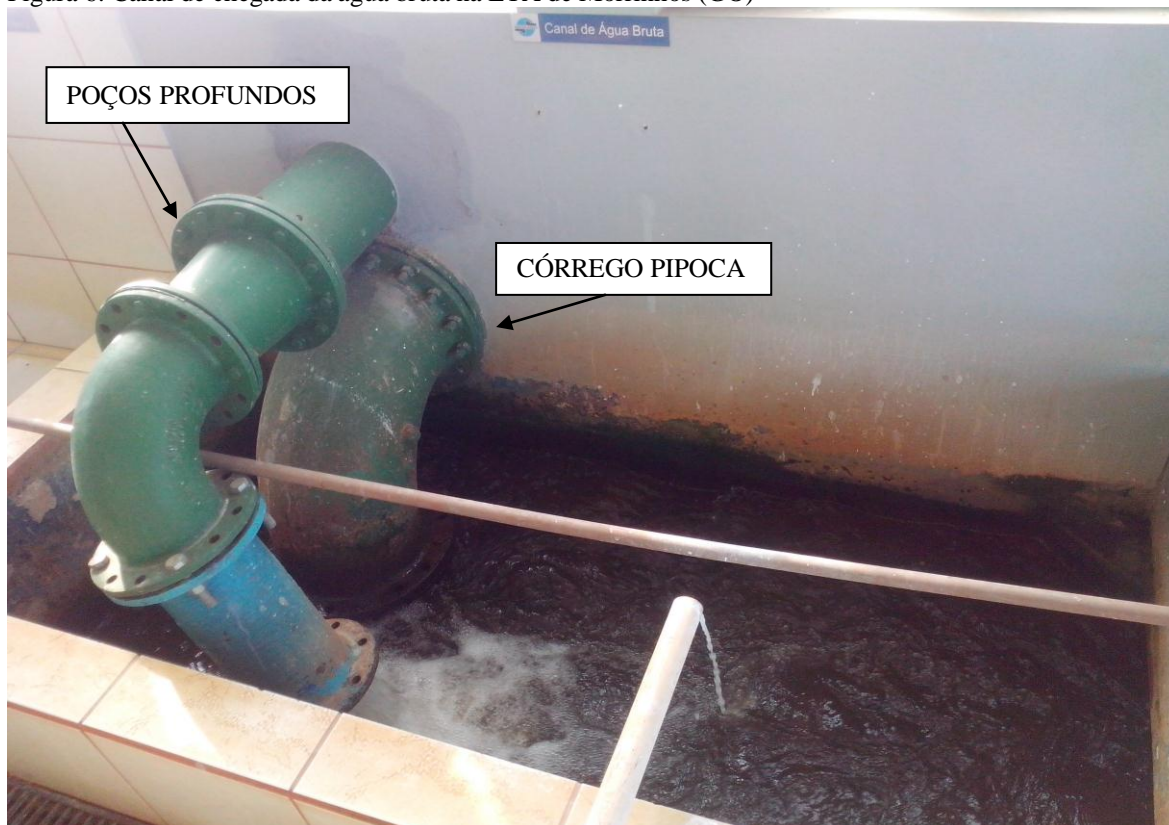


Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

Para iniciar os processos de tratamento, é necessário adicionar alguns produtos químicos. O primeiro deles é o Sulfato de Alumínio, $Al_2(SO_4)_3$, que promove a aglutinação das partículas dissolvidas ou em suspensão na água, formando os flóculos. No momento em que o Sulfato de Alumínio entra em contato com a água (Figura 7), durante a mistura rápida, ocorre uma reação instantânea, que consiste na primeira etapa do tratamento, conhecida como coagulação. A eficiência dessa etapa, como das outras subsequentes, depende fundamentalmente do acerto na dosagem de Sulfato de Alumínio. É necessário o ajuste da dosagem de acordo com as características de cor, turbidez e pH da água bruta. Quanto maior a turbidez e a cor, maior será também a quantidade de Sulfato de Alumínio a ser administrada. No entanto, o excesso desse produto também diminui a qualidade da água, seja por afetar a formação dos flóculos e conseqüentemente diminuir a remoção de partículas ou por provocar a liberação de resíduos de alumínio na água tratada. Analisando a concentração hidrogeniônica, busca-se encontrar o pH ótimo através do controle entre a adição do Sulfato de Alumínio e da Cal Hidratada, caso seja necessária. Qualquer equívoco nessa primeira etapa pode comprometer significativamente a eficácia de todo o tratamento da água.

Figura 7: Adição do Sulfato de Alumínio na água bruta



Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

Outro produto aplicado é a Cal Hidratada, o Hidróxido de Cálcio, Ca(OH)_2 , que funciona como coagulante, auxiliando nos processos de coagulação e floculação da água. À medida que a água bruta chega à ETA, conforme as suas características, vai recebendo as dosagens necessárias desses dois produtos e segue para as demais etapas. A Cal Hidratada reage com o Sulfato de Alumínio em uma reação química de dupla troca, formando dois produtos, o Sulfato de Cálcio e o Hidróxido de Alumínio, conforme Equação 1:



Em algumas situações, é possível que haja a floculação sem a necessidade de adição da cal, apenas com a alcalinidade natural da água bruta. Nestas circunstâncias, a reação química pode ser expressa conforme Equação 2:



O Hidróxido de Alumínio é um produto gelatinoso que vai “grudando” nas partículas de impurezas da água, promovendo a sua aglutinação e a consequente formação dos flóculos, durante a mistura lenta. Esta etapa é conhecida como floculação e ocorre à medida que a água percorre, em movimentos ondulatórios de sobe e desce, os compartimentos divididos que recebem a denominação de floculadores (Figura 8).

Figura 8: Vista parcial dos floculadores 1 e 2 na ETA de Morrinhos (GO)



Foto: Fábio C. Silva, 2016.

Ao sair dos floculadores, a água percorre os canais que chegam aos tanques chamados de decantadores (Figura 9), onde ocorre a etapa de decantação da água. Nesse momento, ao atravessar lentamente toda a extensão dos tanques, a água é decantada, ou seja, purificada. Os flóculos (impurezas aglutinadas) vão sedimentando no fundo dos decantadores, enquanto a água segue o percurso dos tanques, impulsionada pelo seu próprio movimento de entrada e saída na estação, tornando-se cada vez mais limpa. Normalmente, no final desta etapa, já é possível visualizar o fundo dos decantadores através da água visivelmente mais transparente.

Figura 9: Vista parcial dos decantadores 1 e 2 na ETA de Morrinhos (GO)



Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

Ao sair dos decantadores, através de canaletas de concreto planejadas para impedir a passagem dos flóculos remanescentes, a água entra em tanques menores, que constituem os filtros da estação (Figura 10), formados por sete camadas de cascalho, areia e carvão mineral (antracito), com diâmetros variados que diminuem gradativamente da base para a superfície. Quando a água chega aos filtros, atravessa o material filtrante em sentido descendente, sendo canalizada para um poço no andar inferior do prédio da ETA. Durante a filtração, são removidos os flóculos mais leves e pequenos que não ficaram retidos nas etapas anteriores, além de quaisquer impurezas que tenham caído nos flocladores, decantadores e filtros, como insetos, penas, algas, folhas, dentre outras, uma vez que essas etapas são realizadas a céu aberto. Os insetos são atraídos pela umidade e pelos refletores, especialmente durante o verão chuvoso, que constitui o período propício de sua reprodução. As aves aproximam da ETA em busca principalmente de água para sua dessedentação, provocando sérios transtornos, que levam à adoção de medidas de controle, sobretudo no caso de pombos, que são comprovadamente transmissores de doenças. As algas proliferam em função da umidade e incidência direta da luz solar e precisam ser removidas antes que interfiram nas características da água. Sua remoção

pode promover a liberação de fragmentos, que acabam sendo levados até os filtros. As folhas e outros objetos mais leves são conduzidos pelo vento, embora sejam retirados manualmente antes de chegarem aos filtros, em sua maior parte, com o auxílio de um instrumento formado por uma peneira acoplada a um suporte com cabo.

Figura 10: Vista parcial do filtro 2 na ETA de Morrinhos (GO)

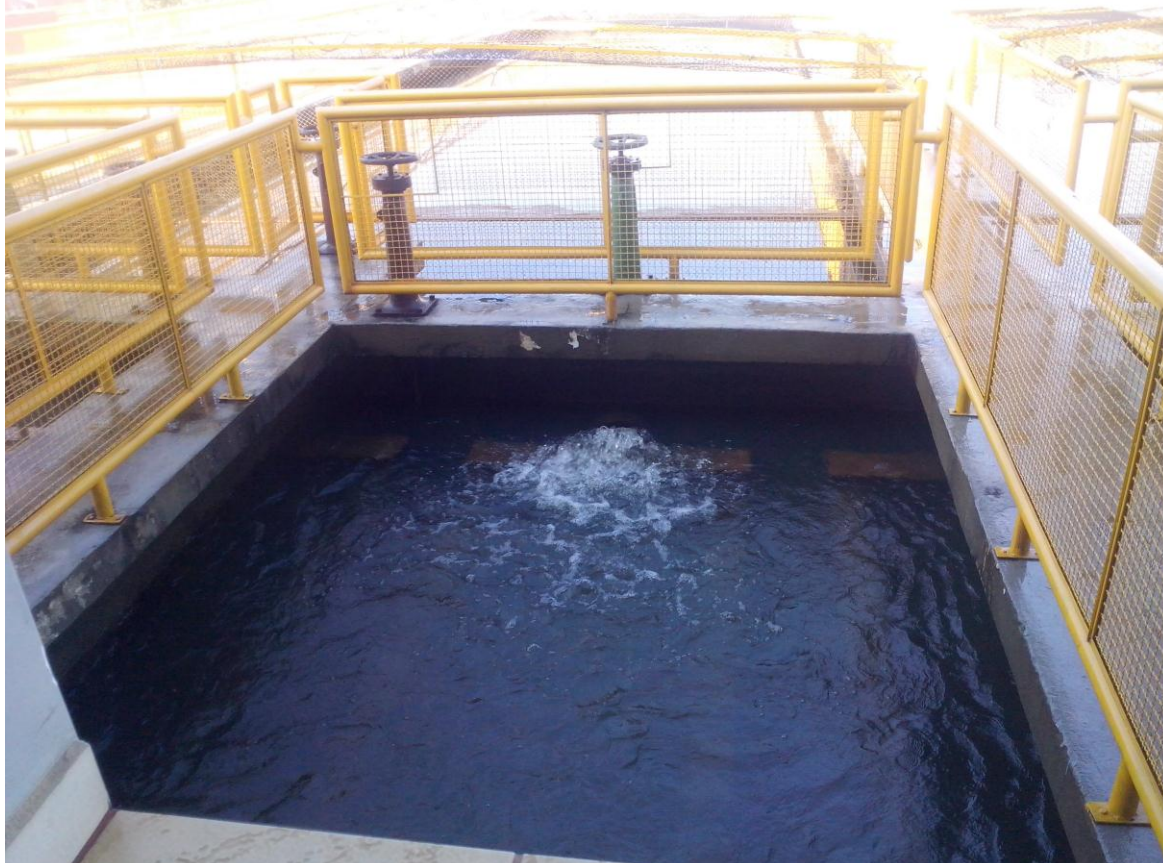


Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

É importante ressaltar que o Sulfato de Alumínio não permanece na água tratada, sendo retirado durante as etapas de remoção de impurezas, já que ele adere a essas impurezas na formação dos flóculos. Portanto, o Sulfato de Alumínio não é ingerido junto com a água tratada. Para certificar se isso realmente não ocorre, é realizada a análise de alumina residual, depois que a água é filtrada. A eficiência dessas etapas preliminares pode chegar a praticamente 100%, pois conseguem reduzir uma turbidez que varia, aproximadamente, de 8 a 400 NTU, dependendo da estação do ano, para menos de 1 NTU, conforme exigências do Ministério da Saúde.

Após a filtração, a água permanece em ambientes fechados e é canalizada primeiramente para o “poço de contato”, um tanque de fibra de vidro que funciona como uma caixa de passagem e onde ocorre a desinfecção ou cloração da água, ou seja, a

adição de Cloro, um terceiro produto, que tem a função primordial de combater os microrganismos patogênicos, especialmente as bactérias do grupo dos coliformes, eliminando a contaminação da água. O Cloro utilizado (Cl_2) é líquido quando submetido a alta pressão, mas, ao liberar a válvula do cilindro e diminuir a pressão, transforma-se em gás. O fluxo de água bombeada na tubulação interligada ao equipamento clorador promove, na peça identificada com injetor, a formação de um vácuo que suga o gás cloro dos cilindros (Figura 11) para o rotâmetro, onde é controlada a sua dosagem. Assim como os demais produtos utilizados no tratamento da água, o Cloro é aplicado em forma de solução.

Figura 11: Baterias de cilindros de Cloro instaladas no clorador na ETA de Morrinhos (GO)



Foto: Fábio C. Silva, 2016.

Em seguida, a água é direcionada para outro poço, no subsolo do prédio, onde recebe outros dois produtos, o Flúor e a Cal Hidratada. O Flúor funciona como um agente protetor dos dentes contra a incidência de cáries, etapa conhecida como fluoretação. O Ácido Fluosilícico (H_2SiF_6) é diluído proporcionalmente em água e, em seguida, é aplicado por bomba dosadora, através de pulsações (Figura 12). A Cal é novamente adicionada para a correção final do pH da água, uma vez que ela pode adquirir caráter ácido após o tratamento, devido à utilização dos outros produtos com esta característica, como o sulfato de alumínio e flúor. A correção do pH é importante para a conservação

das redes metálicas, pois a Cal forma uma película protetora na parede interna das tubulações, protegendo contra corrosão; e também para que a água adquira características mais propícias ao consumo.

Figura 12: Reservatório para preparo de solução de flúor interligado à bomba dosadora na ETA de Morrinhos (GO)



Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

Depois de receber todos os insumos necessários ao seu tratamento e devidamente analisada pelo Laboratório de Processo da própria ETA (Figura 13) para verificar se atende aos padrões estabelecidos pela Portaria MS nº 2914/2011, a água é canalizada diretamente e em declividade para dois reservatórios maiores (R1 e R2), com capacidade de 1000 m³ cada um, e um menor, de 500 m³ (R3), localizados no terreno em frente à ETA, no Setor Oeste. O reservatório conhecido como R1, além de servir para o armazenamento da água, funciona como uma estação de bombeamento. Neste caso, a água é, em parte, distribuída naturalmente por gravidade para a região baixa da Cidade e, ao mesmo tempo, outro volume é bombeado para os principais reservatórios da parte alta, localizados na área ao lado do Morro da Cruz, onde fica a estátua do Cristo Redentor, no Setor Aeroporto. Dependendo de recalque ou não, a água tratada é distribuída a todos os bairros, sempre se movimentando dos reservatórios maiores para os menores até abastecer toda a Cidade.

Figura 13: Laboratório de Processo na ETA de Morrinhos (GO)



Foto: Selma P. C. Silva, 2016.

Da chegada da água bruta à Estação de Tratamento, passando por todas as etapas de tratamento, até a sua distribuição, demora aproximadamente uma hora; e os processos continuam ininterruptamente durante todo o dia até que todos os reservatórios estejam cheios, garantindo o abastecimento da Cidade.

Também é importante salientar que, como a água recebe produtos químicos para o seu tratamento, deve ser continuamente analisada para atestar o seu controle de qualidade. Para tanto, em Morrinhos, a SANEAGO dispõe de dois laboratórios. A ETA possui o Laboratório de Processo, que analisa apenas as amostras da água que está passando pelo tratamento, em suas diversas etapas. São realizadas análises físico-químicas, como turbidez, cor, pH e alcalinidade da água bruta, floculada, decantada e tratada, além do teor de Flúor e o residual de Cloro apenas na água tratada. Algumas análises são realizadas de hora em hora, outras de duas em duas horas, obedecendo sempre às exigências do Ministério da Saúde, através da Portaria 2914/2011, que estabelece os parâmetros mínimos e máximos para cada produto adicionado à água. Outras análises mais complexas, incluindo físico-químicas e bacteriológicas, são realizadas

pelo Laboratório de Controle de Qualidade, da Regional da SANEAGO, que atende Morrinhos e outras nove Cidades da região. Nesse Laboratório, são analisadas amostras de água dos diversos bairros dessas cidades, para verificar a qualidade da água que está chegando até a população, ou seja, é o controle no final do processo, na distribuição do produto ao cliente/consumidor. Caso seja detectada qualquer situação fora dos padrões exigidos, os operadores da ETA são orientados a corrigir as anormalidades. Quaisquer valores fora dos padrões estabelecidos apenas seriam prejudiciais à saúde se assim permanecem por um longo tempo, sem as devidas providências. Vale lembrar ainda que a água que sai da ETA, mesmo que momentaneamente fora dos padrões, mistura-se com o volume armazenado nos reservatórios, promovendo a diluição de suas substâncias.

A água captada, tratada e distribuída em Morrinhos abastece uma população de aproximadamente 42 mil habitantes e, depois de utilizada, produz resíduos líquidos, o esgoto sanitário, que é coletado e bombeado até a ETE, Estação de Tratamento de Esgoto (Figura 14), que visa devolver à natureza um resíduo ambientalmente aceitável, completando assim o percurso da água por todas as unidades operacionais da empresa de saneamento em Morrinhos (Figura 15).

Figura 14: Vista aérea da Estação de Tratamento de Esgoto de Morrinhos (GO).



Fonte: Saneamento de Goiás S/A, 2004.

Figura 15: Vista aérea das unidades operacionais da SANEAGO/distrito de Morrinhos (GO).



Fonte: Saneamento de Goiás S/A, 2004.

4.3 Perspectivas de investimentos e ações em saneamento básico

Em Morrinhos, o contrato de concessão firmado entre a Prefeitura Municipal e a empresa Saneamento de Goiás S/A para exploração dos serviços de água e esgoto foi renovado em 2011 por mais trinta anos, após uma série de discussões na comunidade, negociações entre as partes interessadas e realização de audiências públicas. Com isso, os investimentos em saneamento básico na Cidade têm aumentado nos últimos anos, visando a universalização dos serviços de água e esgoto, ou seja, 100% das moradias atendidas com redes de distribuição de água tratada e redes coletoras de esgoto sanitário. Meta ousada e difícil de ser alcançada, mas totalmente possível se houver comprometimento de ambas as partes para o cumprimento do que ficou acordado no contrato de concessão, como a realização e manutenção das obras necessárias. Os primeiros investimentos previstos resultaram na ampliação das redes de água e esgoto, na

construção de um novo reservatório com capacidade para 1000 m³, perfuração de novos poços profundos, instalação de filtros específicos para atender a captação dos poços, substituição de parte da adutora da Captação do Córrego Pipoca (de um diâmetro de 250 mm para 350 mm) para comportar um aumento na vazão de bruta na ordem de 20%, além de estudos para a ampliação da Estação de Tratamento de Água, com a possibilidade de instalação de uma ETA complementar com nova tecnologia de funcionamento. A instalação de um sistema supervisorio de monitoramento via rádio/computador dos níveis dos principais reservatórios permite controlar o bombeamento e evitar os extravazamentos ou interrupção no fornecimento de água. Isso, aliado à manutenção da redes de distribuição, permite a diminuição nos índices de perdas entre o volume produzido e o que é efetivamente consumido pela população diariamente. Estas perdas, no caso particular de Morrinhos, antes de serem adotadas essas novas medidas, chegaram a ultrapassar os 30%, o que representa desperdício de água, produtos químicos e serviços para o seu tratamento, além de gasto desnecessário de energia elétrica para o seu bombeamento. Qualquer índice de perda representa desperdício e, em épocas de escassez de água, compromete ainda mais o seu abastecimento.

Desde a década de 1990, a SANEAGO vem trabalhando com seus funcionários a implementação de Programas de Qualidade que adeque a estrutura física e os serviços prestados pela Empresa com vistas a atender os seus clientes com mais eficiência, buscando a sua satisfação total desde a oferta do produto (água) e respectiva coleta de esgoto, sem que haja frequentes intermitências no seu fornecimento, passando pela leitura hidrométrica mensal e emissão instantânea da fatura, cobrança de tarifa correspondente ao consumo e maior atenção às possíveis reclamações. Para tanto, inicialmente, os funcionários receberam treinamentos e cursos, primeiramente para implantação do projeto 5S, um conjunto de métodos e práticas japonesas para a organização do ambiente de trabalho, com técnicas de limpeza do local e descarte de materiais desnecessários, além da adoção de uma nova conduta pessoal para a execução das tarefas. Atualmente, a empresa desenvolve atividades no sentido de adequar algumas unidades operacionais para o recebimento da certificação ISO 9000, que reúne um conjunto de normas técnicas que atestam a qualidade de seus serviços e produtos. A Estação de Tratamento de Água de Morrinhos faz parte do programa e há alguns anos vem recebendo reestruturações no seu espaço físico e na metodologia de trabalho; tem procurado otimizar a organização de documentos e a capacitação dos operadores de sistema, afim de conseguir a certificação.

Todos os investimentos e melhorias nas diversas ações de saneamento básico visam promover um ganho na saúde pública e a manutenção de um ambiente natural preservado. Portanto, tudo o que for realizado para concretizar tais medidas é importante e deve ser considerado como prioritário pelos gestores, em todas as instâncias de governo. Além dos investimentos diretos em obras de infraestrutura na área de saneamento, também é necessário um incremento na educação ambiental, seja nas escolas, centros comunitários ou associações de bairros. A conscientização é fator decisivo para o engajamento de todos, governo e sociedade, na efetivação de um saneamento básico que se aproxime o máximo possível da ideia de sustentabilidade, extraindo os recursos naturais, no caso a água, de modo racional e equilibrado, sem causar grandes danos ao ambiente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises completas de água bruta e tratada, conforme exigência da legislação brasileira em vigor, devem ser realizadas uma vez a cada seis meses pelas empresas de saneamento. Este estudo obedeceu ao mesmo critério, além de realizar ensaios e análises mensais de alguns parâmetros considerados importantes para se avaliar a eficiência da intervenção química nos processos de tratamento. Não foram realizadas análises mais frequentes ou com período de tempo mais curto em função de adequação às normas internas da SANEAGO, que disponibilizou o espaço, os equipamentos e os reagentes necessários para a pesquisa. Um número maior de análises acarretaria ônus para a empresa e poderia interferir no funcionamento do laboratório da regional, que realiza análises semanais dos parâmetros que julga mais importantes para o controle da qualidade da água.

5.1 Características físico-químicas e bacteriológicas da água bruta

Os resultados das análises completas de água bruta em Morrinhos, no período de julho/2014 a dezembro/2015 (Quadro 1), não apresentaram grandes variações e frequentemente não atenderam às especificações exigidas pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA (Águas Doces – Classe 2), principalmente em relação à contaminação, demonstrando claramente a necessidade de aplicação de produtos químicos durante o tratamento da água para abastecimento público. Os valores sublinhados e em vermelho representam os resultados fora dos padrões aceitáveis e em preto os que obedecem à legislação.

A turbidez se enquadrou dentro dos valores referenciais para água bruta, o que não atestava o consumo da água *in natura*, pois os resultados foram muito acima dos exigidos pela Portaria 2914/2011 (MS), que estabelece os padrões de potabilidade da água (turbidez máxima de 5 NTU nas redes de distribuição). Isto justifica a utilização de coagulante para a remoção das partículas suspensas na água, através das etapas de coagulação, floculação, decantação e filtração. No caso de Morrinhos, é utilizado o Sulfato de Alumínio.

A cor aparente apresentou valores muito além do recomendado, o que sugere grande quantidade de material dissolvido na água, alterando significativamente a sua

coloração, um dos aspectos mais observados visualmente. Qualquer impressão negativa com relação à cor da água pode levar a uma rejeição do produto pelos consumidores, ainda que as outras características estejam conforme os parâmetros exigidos.

Quadro 1: Resultados semestrais das análises completas de água bruta na ETA de Morrinhos (GO) – 2014 e 2015

Parâmetros	Resultados			Valores de Referência*	Unidades
	25/08/2014	14/04/2015	18/11/2015		
Turbidez	17,8	30,2	18,0	≤ 100,0	uT
Cor Aparente	<u>92,0</u>	<u>140,5</u>	<u>79,0</u>	≤ 15,0	uH
pH	6,79	6,95	6,48	6,00 a 9,00	-
Alcalinidade Total	10	7,0	8,0	NR**	mg/L CaCO ₃
Ferro Total	<u>0,34</u>	<u>2,31</u>	<u>1,26</u>	≤ 0,30	mg/L
Dureza Total	8,0	26,0	10,0	NR	mg/L CaCO ₃
Matéria Orgânica (O ₂ Cons.)	3,6	3,6	6,5	NR	mg/L O ₂
Cloretos	0,5	0,5	2,5	≤ 250,0	mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos	7,78	7,40	6,95	≤ 500,00	mg/L
Condutividade	14,15	13,47	12,65	NR	µS/cm
Manganês	<u>0,133</u>	<u>0,537</u>	<u>0,229</u>	≤ 0,100	mg/L
Nitrato	0	0	0	≤ 10,00	mg/L NO ₃
Nitrito	0,013	0,019	0,013	≤ 1,000	mg/L NO ₂
Sulfato	0	4,0	3,0	≤ 250,0	mg/L SO ₄
Oxigênio Dissolvido	5,9	5,5	5,6	≥ 5,0	mg/L O ₂
DBO	1,0	0,4	0,6	≤ 5,0	mg/L O ₂
Índice de Coliformes Totais	<u>9200</u>	<u>16000</u>	<u>15531</u>	≤ 5000	NMP 100 mL
Índice de <i>Escherichia coli</i>	<u>1700</u>	<u>5400</u>	602	≤ 1000	NMP 100 mL

O horário de coleta variou entre 07:30h e 09:00 horas. Ponto de coleta: Chegada na ETA. Temperatura ambiente variando entre 26°C e 28°C. Temperatura da água variando entre 24°C e 25°C. Legenda: *Conforme Resolução nº 357/2005 do CONAMA (Águas Doces - Classe 2). ** NR – Não recomendado.

Os resultados de pH permaneceram dentro dos limites permitidos, todavia, normalmente se observa uma diminuição de seus valores logo após a ocorrência de chuvas, em função do material que é carregado para o leito do córrego. Nestes casos, além da utilização do sulfato de alumínio, é necessária a adição de cal hidratada para a adequação da alcalinidade da água, buscando o pH ótimo de floculação, que torna a etapa mais eficiente na aglomeração das partículas para a formação dos flóculos.

Os teores de Ferro e Manganês analisados estavam fora dos padrões permitidos, mesmo para a água bruta, o que, segundo Richter e Azevedo Netto (1991), podem ocasionar vários inconvenientes, como a ocorrência de depósitos e incrustações, aparecimento de bactérias ferruginosas nocivas, interferência em processos industriais, manchas em tecidos, roupas e utensílios sanitários e sabor desagradável da água, “metálico”. De acordo com Moruzzi e Reali (2012), o acúmulo de Ferro e Manganês precipitado nas canalizações favorece o crescimento de bactérias ferruginosas nos sistemas de distribuição. O resultado deste processo pode ser a formação de compostos coloridos e odorosos na rede. Assim, o problema é remover o Ferro e Manganês, antes da sua entrada nos sistemas de distribuição.

Os valores do Oxigênio dissolvido foram maiores que o mínimo permitido, portanto, obedeceram aos limites estabelecidos. Um eventual acúmulo de Oxigênio pode estar relacionado com a proliferação de algas, que liberam Oxigênio durante o seu processo de fotossíntese. Por outro lado, se o crescimento anormal de algas não for controlado, pode impedir a passagem de luz para o interior do corpo d’água, afetando as plantas subaquáticas, que deixam de realizar a fotossíntese, promovendo a consequente redução nos níveis de Oxigênio. Com isso, ocorre a morte dos organismos aeróbios e sua decomposição agrava o processo de eutrofização do curso d’água, enriquecido com nutrientes e matéria orgânica. O crescimento acelerado e desordenado de algas é um dos fatores que comprometem o tratamento de água e tornam os seus custos mais elevados. É importante, portanto, o monitoramento frequente dos mananciais de abastecimento público para a obtenção de um controle efetivo do surgimento e proliferação de algas. Segundo a FUNASA (2003), a presença de algas e cianobactérias na água bruta aduzida às estações de tratamento pode causar problemas operacionais em várias etapas de tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, colmatação dos filtros e aumento da necessidade de produtos para a desinfecção. Como consequência desses problemas operacionais, verifica-se, geralmente, a redução na eficiência dos processos de tratamento e o surgimento de

problemas na água tratada associados à presença de algas, cianobactérias e seus subprodutos.

A demanda bioquímica de Oxigênio (DBO) permaneceu dentro dos limites permitidos, ou seja, o Oxigênio consumido para oxidar a matéria orgânica através da respiração dos microrganismos indica que a quantidade de matéria orgânica biodegradável no manancial está numa concentração aceitável, em se tratando de água bruta.

As amostras de água analisadas apresentaram os resultados de dureza dentro da normalidade, apesar de não haver um valor recomendado como referência para a água bruta. A dureza da água é representada pela presença de Cálcio e Magnésio, em associações com carbonato ou bicarbonato. Neste caso, tem-se a dureza temporária. A presença de sulfatos, cloretos e nitratos caracterizam a dureza permanente. Somando-se a dureza temporária com a permanente, obtêm-se a dureza total. Uma das consequências de uma água dura é a dificuldade em promover a formação de espuma, por apresentar dificuldade em dissolver o sabão, comprometendo atividades simples como a lavagem de roupas e mesmo o banho. Também pode causar incrustações calcárias em tubulações e equipamentos hidráulicos, ocasionando prejuízos. Pode provocar alterações no sabor da água, tornando-o desagradável, embora não constituam riscos à saúde.

Os índices de matéria orgânica encontrados não estavam compatíveis com grande contaminação da água, indicando a inexistência ou pequena interferência de descarga de esgotos sanitários, uma vez que a cidade de Morrinhos possui coleta e tratamento desses resíduos. Ainda assim, faz-se necessária a sua remoção quando se tratar de água para o consumo humano.

Com relação aos cloretos, foram determinados níveis relativamente baixos, muito inferiores ao máximo permitido. A FUNASA (2014) afirma que altas concentrações do íon cloreto na água podem ocasionar restrições ao seu uso pelo sabor que confere à mesma e pelo efeito laxativo que causam naqueles indivíduos que estavam acostumados a baixas concentrações. Os cloretos estão distribuídos na natureza geralmente na forma de sais de Sódio (NaCl), de Potássio (KCl) e sais de Cálcio (CaCl₂), sendo facilmente solubilizados em água, alterando consideravelmente suas características, pois normalmente o íon cloreto não é removido no tratamento convencional.

A condutividade, conforme a CETESB (2016), é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas

e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. No caso em particular, a condutividade, apesar de não serem recomendados valores de referência pela legislação, também permaneceu em níveis considerados baixos, não indicando quaisquer alterações expressivas nas características da água.

O resultado do teor de nitrato foi zero em todas as amostras de água bruta, o que constitui um fator positivo para o manancial de superfície (Córrego Pipoca) diante das influências das áreas circunvizinhas, pois a principal origem do nitrato vem da aplicação de fertilizantes com Nitrogênio, bem como inorgânicos e de esterco animal, em plantações; cultivo do solo; esgoto humano depositado em sistemas sépticos e deposição atmosférica (BAIRD; CANN, 2011). Segundo Resende (2002), o nitrato é a principal forma de Nitrogênio associada a contaminação da água e tem a capacidade de percolamento através das camadas do solo, podendo causar contaminação dos lençóis freáticos.

O excesso de íon nitrato em água potável é preocupante por causar em recém-nascidos a síndrome do bebê azul; e, em adultos, pode ser responsável por causar câncer de estômago e aumentar a probabilidade de câncer de mama em mulheres (BAIRD; CANN, 2011).

O nitrito, outro subproduto do Nitrogênio, apresentou valores bem abaixo do permitido na água bruta, o que descarta contaminação recente por matéria orgânica. Como a área em volta do manancial de superfície é muito susceptível a resíduos provenientes das práticas agropecuárias, o nitrito é um parâmetro importante no monitoramento dos contaminantes e poluentes da água.

Os índices de coliformes totais foram muito acima do aceitável em todas as amostras de água bruta, o que constitui indícios de contaminação por bactérias desse grupo. A sequência do exame bacteriológico confirmou grande quantidade de coliformes fecais do gênero *Escherichia*, normalmente encontrada em fezes de humanos e animais. Esta é outra razão que descarta a água analisada para consumo *in natura*, devido ao alto grau de contaminação. O Quadro 2 demonstra esses resultados através do índice de

Escherichia coli em relação à turbidez nos meses em que foram realizados os exames bacteriológicos da água bruta.

Quadro 2: Índice de *Escherichia coli* em relação à turbidez da água bruta na ETA de Morrinhos (GO)

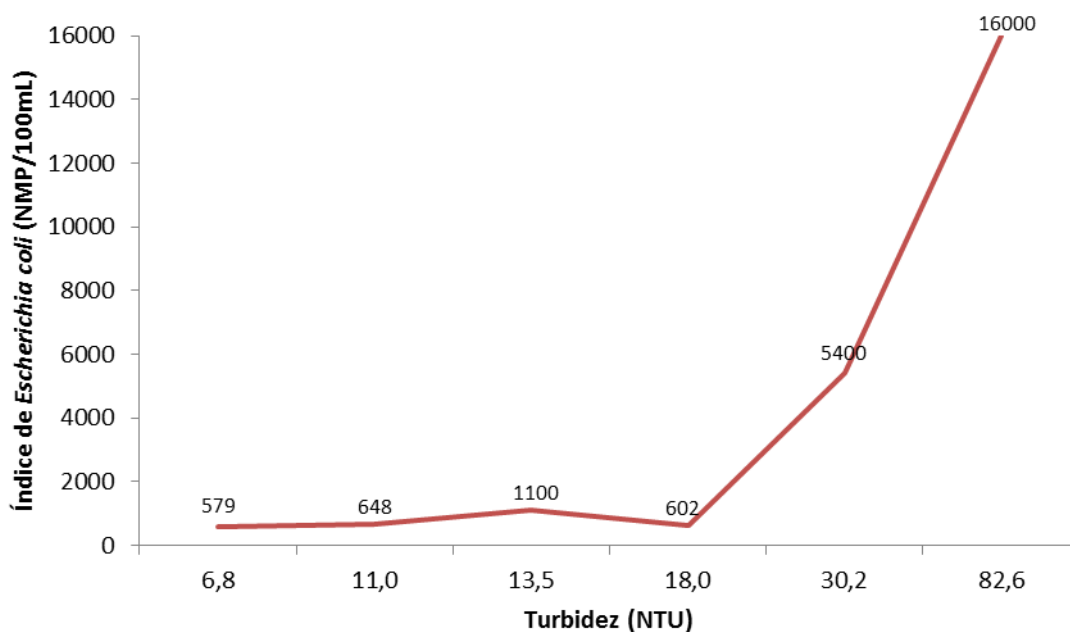
Mês/Ano	Água Bruta	
	Turbidez (NTU)	<i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)
Março/2015	82,6	16000
Abril/2015	30,2	5400
Maió/2015	13,5	1100
Outubro/2015	6,80	579
Novembro/2015	18,0	602
Dezembro/2015	11,0	648

Analisando os dados, é possível perceber que, geralmente, o índice de *Escherichia coli* tende a aumentar quanto maior for a turbidez da água bruta, o que fica mais evidenciado no Gráfico 1. Algumas vezes, contrariando a tendência natural, apesar de aumentar a turbidez da água bruta, há uma diminuição considerável do índice de *Escherichia coli*, o que pode ser determinado por diversos fatores. Por exemplo, o revolvimento do leito do corpo d'água pode provocar o aumento da turbidez da água, porém, não significa necessariamente que haja um maior nível de contaminação. Em outra situação hipotética, talvez a água nem esteja muito turva, mas apresenta grande contaminação por receber alguma descarga de esgoto clandestino.

A água contaminada e ou poluída pode veicular uma série de doenças nocivas ao homem. Algumas delas, se não controladas, podem manifestar-se através de surtos e epidemias, causando grande mortalidade na população humana, como é o caso da cólera. Como medida preventiva, recomenda-se ferver a água, quando se tratar de pequeno volume, pois o aumento da temperatura até a fervura elimina os microrganismos patogênicos. A água para abastecimento público deve passar, primeiramente, pelas etapas de remoção de impurezas, quando grande parte das bactérias e demais microrganismos são removidos juntamente com os flóculos. Em seguida, segue para a desinfecção,

quando geralmente é adicionado o cloro, muito eficaz na eliminação dos germes causadores de doenças.

Gráfico 1: Índice de *Escherichia coli* na água bruta em relação à turbidez no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)



Segundo Ferreira Júnior (2002), testar uma amostra de água para verificar a presença de agentes patogênicos pode ser considerado uma forma correta para determinação de sua qualidade bacteriológica. Todavia essa ideia torna-se de difícil aplicação, pois as análises de laboratório seriam de extrema complexidade para verificação de cada possível agente patogênico além dos custos e tempo despendido para execução das séries que se fariam necessárias. É muito mais seguro para um analista de qualidade de água se alguns testes tivessem resultados positivos, por essa razão a verificação da qualidade bacteriológica da água tem como base o teste de indicadores não-patogênicos. A bactéria fecal torna-se importante para comprovar a presença de fezes, que podem indicar a possível presença de agentes patogênicos oriundos do trato intestinal. Os exames de organismos indicadores fecais, feitos frequentemente, são o modo mais sensível e específico de avaliar a qualidade sanitária da água. Diversos organismos podem estar relacionados com a contaminação fecal, mas os critérios utilizados para um indicador fecal ideal não são atendidos integralmente por nenhum, porém se enquadram muito próximos da *Escherichia coli* e, por extensão, das bactérias coliformes termotolerantes.

As bactérias coliformes termotolerantes são definidas como o grupo de organismos coliformes que é capaz de fermentar a lactose a 44-45 °C, incluindo o gênero *Escherichia* e poucas espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. As maiores concentrações de coliformes termotolerantes estão diretamente relacionadas, na maioria das vezes, à presença de *Escherichia coli* (EDBERG, PATTERSON, SMITH, 1994). Portanto, a detecção de *Escherichia coli* na avaliação da qualidade da água é aceitável para os exames de rotina. As limitações das outras espécies devem ser estudadas caso haja dúvida na interpretação dos dados (OPAS,1995).

O índice de *Escherichia coli*, em algumas amostras, permaneceu dentro dos valores de referência para água bruta, o que pode representar um menor impacto ambiental, pois, de acordo com Ribeiro e Rooke (2010), os coliformes fecais são oriundos da presença de animais que utilizam o curso d'água para dessedentação ou de esgotos sanitários que nele são lançados diretamente, promovendo a sua contaminação. Portanto, o nível de contaminação diminuiu drasticamente em relação às análises anteriores. Contudo, ainda é uma água imprópria para o consumo humano sem o devido tratamento, uma vez que a água potável precisa, obrigatoriamente, estar isenta de qualquer contaminação.

5.2 Características físico-químicas e bacteriológicas da água tratada

Os resultados obtidos nas análises laboratoriais das amostras de água tratada nem sempre atenderam aos limites internos estabelecidos pela SANEAGO – o Índice de Qualidade da Água (IQA), porém obedeceram à Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (Quadro 3). Os parâmetros analisados na água tratada são os mesmos da água bruta, mas com valores de referência distintos, com a faixa entre o mínimo e o máximo permitido mais estreita para se adequar aos padrões de potabilidade e atender às exigências do Ministério da Saúde. Os valores de referência também são diferentes dependendo do ponto de coleta da água. Na saída da ETA ou dos reservatórios, o controle é mais rigoroso e o espaço entre o mínimo e o máximo para a maioria dos parâmetros é menor. Na rede de distribuição, esse espaço é mais amplo por considerar as influências a que a água está sujeita desde a saída da ETA até chegar aos consumidores, passando, muitas vezes, por mais de um reservatório, estações elevatórias e quilômetros de canalizações.

Quadro 3: Resultados semestrais das análises completas de água tratada na ETA de Morrinhos (GO) – 2014 e 2015

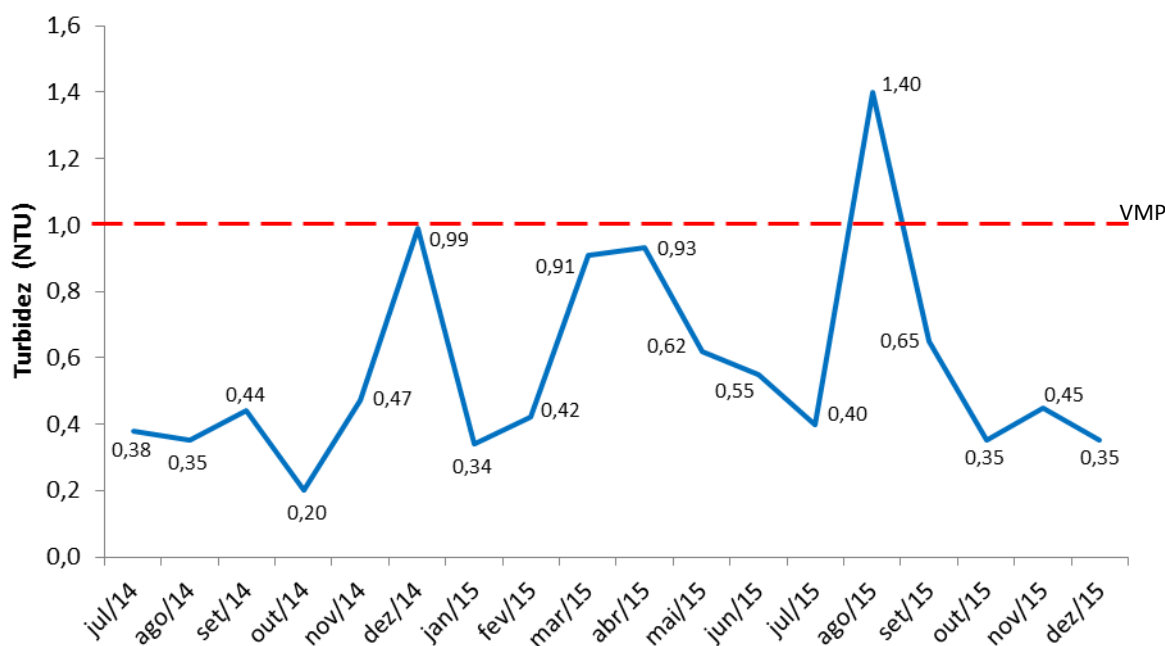
Parâmetros	Resultados			Valores de Referência*	Unidades
	25/08/2014	14/04/2015	18/11/2015		
Turbidez	0,35	0,55	0,30	≤ 1,00	uT
Cor Aparente	1,4	2,0	2,0	≤ 15,0	uH
pH	6,56	6,50	7,23	6,00 a 9,50	-
Alcalinidade Total	12,0	8,0	14,0	NR**	mg/L CaCO ₃
Ferro Total	0,05	0,03	0,01	≤ 0,30	mg/L
Alumínio	0,046	0,023	0	≤ 0,200	mg/L
Dureza Total	16,0	12,0	16,0	≤ 500,0	mg/L CaCO ₃
Matéria Orgânica (O ₂ Cons.)	0	0	0,6	NR	mg/L O ₂
Cloretos	0,5	0,5	0,5	≤ 250,0	mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos	14,02	12,83	20,68	≤ 1000,00	mg/L
Condutividade	25,49	23,32	37,6	NR	μS/cm
Manganês	0	0,011	0	≤ 0,100	mg/L
Nitrato	0,02	0,01	0,01	≤ 10,00	mg/L NO ₃
Nitrito	0	0	0	≤ 1,000	mg/L NO ₂
Sulfato	0	0	0	≤ 250,0	mg/L SO ₄
Flúor	0,71	0,50	0,68	≤ 1,50	mg/L
Cloro	0,80	1,00	1,21	0,50 a 2,00	mg/L
Índice de Coliformes Totais	A	A	A	A (ausente)	-
Índice de <i>Escherichia coli</i>	A	A	A	A (ausente)	-

O horário de coleta variou entre 08:25h e 10:45 horas. Ponto de coleta: Saída da ETA. Temperatura ambiente variando entre 23°C e 24°C. Temperatura da água variando entre 21°C e 25°C. Legenda: *Conforme Portaria nº 2914/2011 (MS). ** NR – Não recomendado.

As amostras de água tratada analisadas foram coletadas sempre no mesmo ponto da saída da ETA, para que fossem submetidas às mesmas condições físicas externas, sofrendo modificações apenas no que se refere à intervenção química. Caso fossem coletadas na rede de distribuição, seria necessário considerar diversos pontos, se realmente se quisesse avaliar a qualidade da água distribuída, o que aumentaria muito o número de amostras e análises. As coletas também seriam mais susceptíveis a interferências de fatores externos, como rompimento das redes e vazamentos de água, manobras em válvulas dos reservatórios e elevatórias para controle do abastecimento e manutenção do sistema de distribuição.

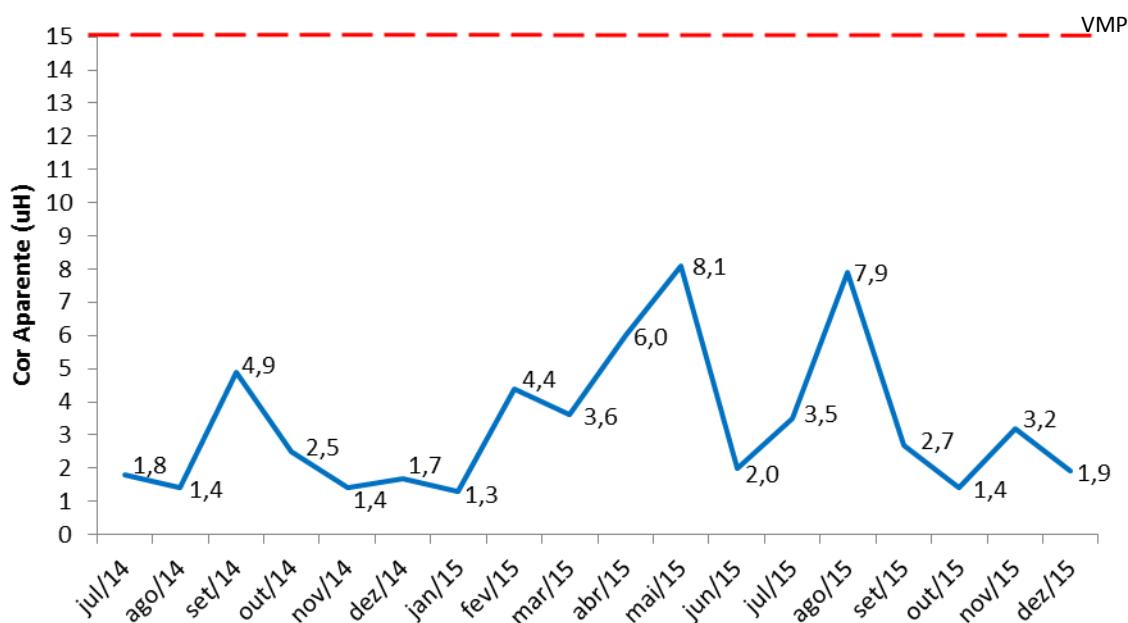
A turbidez e a cor permaneceram muito abaixo do limite máximo permitido, o que comprova a eficiência do tratamento no momento dessas coletas. Os Gráficos 2 e 3 mostram, respectivamente, a variação da turbidez e da cor aparente da água tratada, ao longo do período estudado, em relação aos valores máximos permitidos pela legislação. A relação completa dos dados de turbidez e cor pode ser observada no Quadro 5, na próxima seção.

Gráfico 2: Turbidez da água tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)



VMP: Valor Máximo Permitido - Portaria 2914/2011 (MS).

Gráfico 3: Cor aparente da água tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)



VMP: Valor Máximo Permitido - Portaria 2914/2011 (MS).

A maior parte das impurezas, partículas e microrganismos são retirados já nas etapas iniciais do processo de tratamento. Segundo Santos (2011), materiais de tamanho maior, como a areia e silte, considerados os sólidos suspensos sedimentáveis, podem ser eliminados a um grau considerável pela (pré) decantação (anterior ao tratamento químico) simples, mas as partículas mais finas devem ser quimicamente coaguladas para produzirem flocos, os quais são removidos na decantação e filtração subsequentes, promovendo a clarificação da água.

Os resultados do pH mantiveram-se próximos do limite mínimo. Conforme os dados do Quadro 1, normalmente a água bruta chega à estação com o pH dentro dos limites permitidos, todavia, com a utilização de produtos químicos com caráter ácido durante o tratamento, como o Sulfato de Alumínio e o Ácido Fluossilícico, o pH tende a diminuir. Isso poderia sugerir que as dosagens de sulfato de alumínio e flúor estivessem em excesso, provocando a queda do pH. No entanto, o residual de alumínio e o teor de flúor apresentados no Quadro 2 e dentro da normalidade refutam essa ideia. Conclui-se que a dosagem de cal hidratada adicionada para a correção final é pequena, mas suficiente, caso contrário, o pH ficaria abaixo do mínimo permitido.

A alcalinidade apresentou valores relativamente baixos. As amostras de água não reagiram com o reagente fenolftaleína, permanecendo incolores, o que, conforme a Universidade Federal de Alagoas – UFAL (2016), através do Laboratório de Saneamento Ambiental, comprova um pH abaixo de 8,3, uma alcalinidade decorrente apenas de bicarbonatos e uma dosagem baixa de Cal Hidratada. Com pH superior a 8,3, as amostras reagiriam com a fenolftaleína e ficariam com coloração rósea, demonstrando tanto a presença de carbonatos como de bicarbonatos. Caso o pH fosse superior a 9,4, extrapolando os limites aceitáveis, a alcalinidade seria decorrente de hidróxidos e carbonatos.

Os teores de Ferro e Manganês, que nas amostras de água bruta estavam acima do permitido, reduziram a valores toleráveis nas amostras de água tratada, o que é muito positivo por evitar uma série de inconvenientes relatados anteriormente. De acordo com Carmo *et al* (2016), a presença de Ferro e Manganês, dependendo das concentrações, pode propiciar uma coloração amarelada e turva à água, acarretando ainda um sabor amargo e adstringente, podendo levar o consumidor a buscar fontes alternativas e não tão seguras para consumo, quando da presença desses metais.

As amostras de água tratada não apresentaram matéria orgânica ou níveis muito próximos de zero, demonstrando que, ainda que houvesse qualquer contaminação, esta foi removida durante o tratamento. Os cloretos e sólidos dissolvidos totais permaneceram muito abaixo do máximo estabelecido.

Com relação aos compostos nitrogenados, foram encontrados apenas traços de nitrato e nenhum resquício de nitrito, o que descarta qualquer poluição por fertilizantes à base de Nitrogênio ou outros subprodutos das atividades agropecuárias desenvolvidas próximo ao manancial de superfície.

Os sulfatos, presentes em pequena quantidade na água bruta, não foram detectados nas amostras de água tratada, servindo como parâmetro para se avaliar a eficiência das etapas de remoção de impurezas, pois, considerando a ausência de sulfatos naturais ou provenientes da adição do próprio coagulante Sulfato de Alumínio, conclui-se que são retirados pelo tratamento da água.

Dois parâmetros são de suma importância para garantir que a água, depois de limpa e filtrada, apresente características próprias para o consumo humano: o flúor e o cloro. Esses produtos, adicionados nas etapas finais do tratamento, asseguram a qualidade da água para a promoção da saúde pública. O Quadro 4 traz as médias mensais do teor de flúor e do residual de cloro no período compreendido por este estudo.

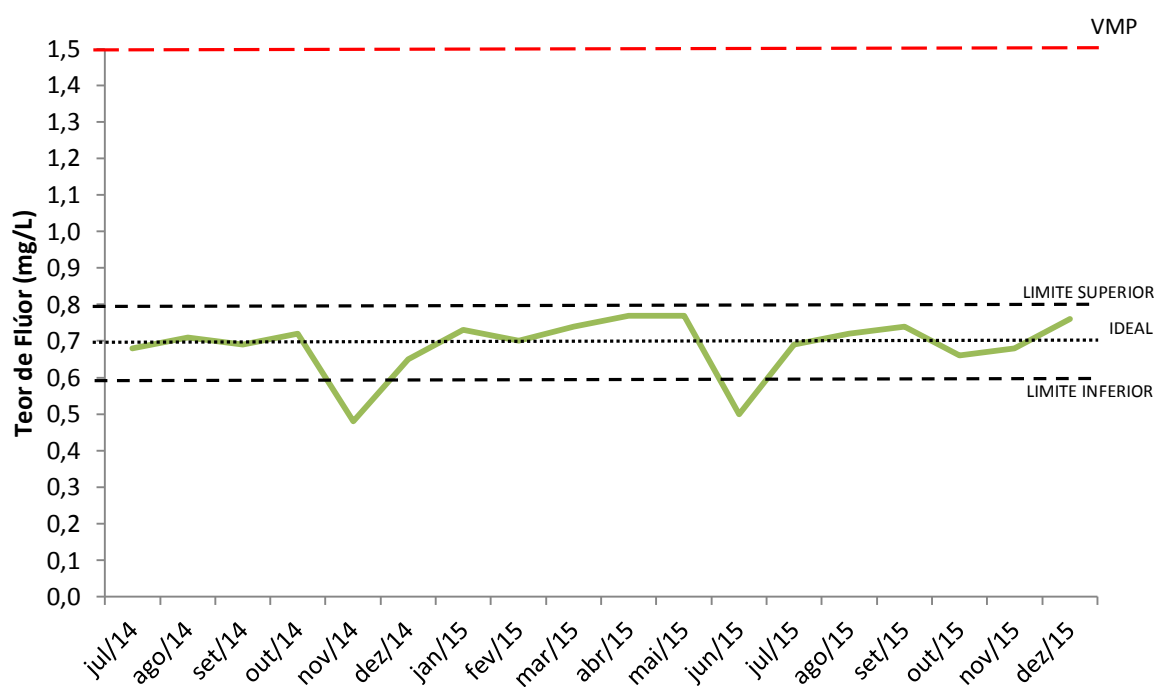
Quadro 4: Teor de Flúor e residual de Cloro na água tratada (médias mensais), no período de julho/2014 a dezembro/2015, na ETA de Morrinhos (GO)

Mês/Ano	Água Tratada	
	Teor de Flúor (mg/L)	Cloro Residual (mg/L)
Julho/2014	0,68	1,12
Agosto/2014	0,71	1,05
Setembro/2014	0,69	1,03
Outubro/2014	0,72	1,01
Novembro/2014	0,48	1,54
Dezembro/2014	0,65	1,29
Janeiro/2015	0,73	1,40
Fevereiro/2015	0,70	1,09
Março/2015	0,74	1,34
Abril/2015	0,77	1,15
Maiio/2015	0,77	1,23
Junho/2015	0,50	1,00
Julho/2015	0,69	1,42
Agosto/2015	0,72	1,36
Setembro/2015	0,74	1,25
Outubro/2015	0,66	1,18
Novembro/2015	0,68	1,21
Dezembro/2015	0,76	1,49

O teor de Flúor foi analisado apenas na água tratada (Gráfico 4), em função de sua utilização como elemento auxiliar na prevenção da cárie dentária, reduzindo a sua incidência. Segundo Amaral *et al* (2007), a água de abastecimento público é ainda o

melhor veículo para condução do Flúor, pois é universal, visto que todos os segmentos da sociedade estão expostos a ela. Assim, a água fluoretada tem o efeito de difusão ao ser incorporada a alimentos e bebidas e, dessa forma, alcança comunidades sem acesso à fluoretação. Além disso, tem uma boa relação custo-benefício, pois o custo da água fluoretada por toda a vida de uma pessoa é aproximadamente o mesmo de uma restauração dentária.

Gráfico 4: Teor de Flúor na água tratada (média mensal), no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)



VMP: Valor Máximo Permitido - Portaria 2914/2011 (MS). Limite superior e inferior e o teor ideal conforme norma interna da SANEAGO.

A Portaria 2914/2011 (MS) estabelece um valor máximo de 1,5 mg/L de fluoreto na água para consumo humano. Acima disso, o excesso de Flúor poderia causar danos à saúde, prejudicando os dentes ao invés de protegê-los. Todavia, para que o elemento tenha ação protetora sobre os dentes, precisa estar presente em uma quantidade mínima que garanta esta proteção, devendo-se buscar a concentração ideal. De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2009), na maior parte do território brasileiro, o teor ideal de Flúor na água é 0,7 ppm ou 0,7 mg/L. Assim, ações de Vigilância Sanitária devem ser realizadas de modo a que as empresas fornecedoras de água orientem sua operação para atingir e manter tal padrão. Em relação ao teor ideal para prevenir cárie, as águas podem ser hipofluoradas (teores inferiores a 0,55 ppm), isofluoradas (na maior

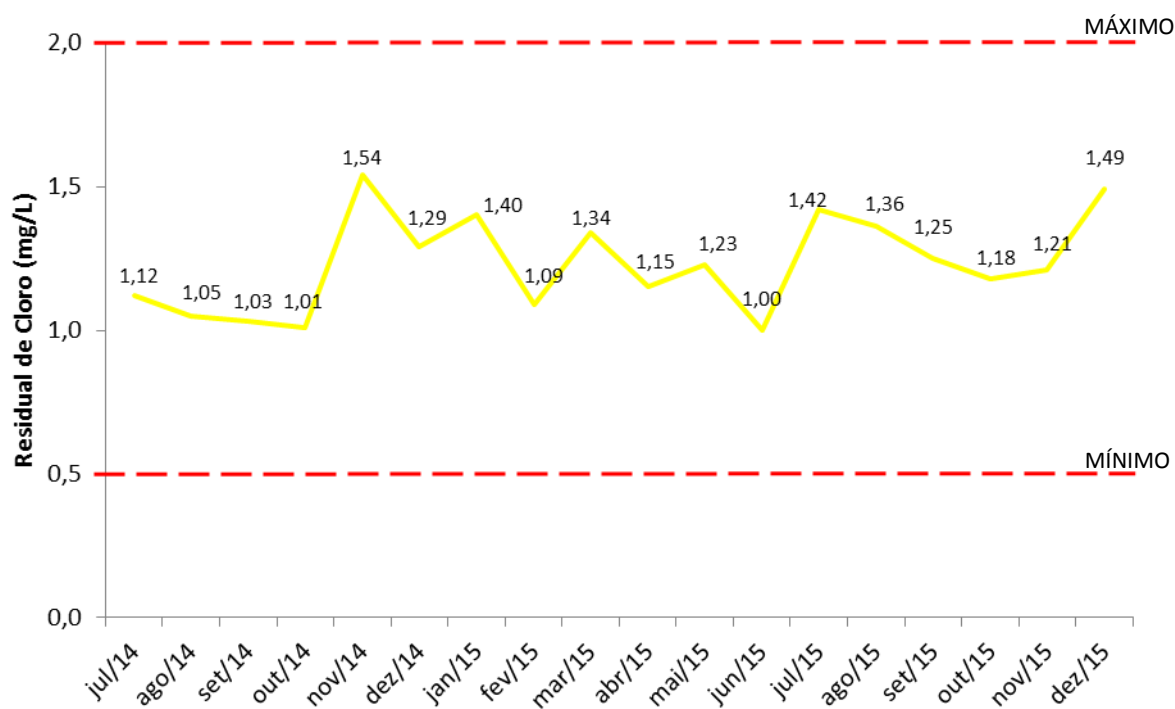
parte do território brasileiro onde o teor ótimo é 0,70 ppm), ou hiperfluoradas (teores superiores a 0,84 ppm). Se a água é hipofluorada, não protege contra cárie, e isso deve ser informado à população. Se a água é hiperfluorada, a população com idade até nove anos fica exposta a desenvolver fluorose dentária. O valor máximo permitido pela legislação é, certamente, prejudicial aos menores de nove anos de idade continuamente expostos e deve ser entendido, sob o aspecto ético, como decorrente apenas do esforço desenvolvido pela área de saneamento para prover água tratada às populações humanas em todo o País. Tal teor não é, contudo, o recomendado para o Brasil pela Coordenação Nacional de Saúde Bucal nem por qualquer entidade de saúde pública ou instituição odontológica.

Como forma de manter o controle e garantir a eficiência da fluoretação, a SANEAGO estabelece uma faixa de teor de Flúor entre os limites mínimo e máximo, 0,6 e 0,8 ppm ou mg/L de água, respectivamente. Desta forma, uma das amostras analisadas apresentou valor fora dos padrões para os limites internos da Empresa, 0,5 mg/L, porém, atendendo ao que determina a legislação.

Todas as amostras de água tratada apresentaram um residual de Cloro (Gráfico 5) dentro dos valores de referência e com efeito expressivo, considerando que não foi detectado contaminação em nenhuma delas. É importante que o cloro seja mantido em faixa de aplicação que permita um residual mínimo na água desde a saída da ETA (0,5 mg/L), passando pela reservação até a distribuição em toda a cidade (0,2 mg/L), por mais longe que se localizem alguns setores. Deve-se levar em conta também as condições das caixas d'água particulares, apesar de não ser responsabilidade da Empresa de Saneamento e sim dos moradores. O residual de cloro precisa ser suficiente para promover a desinfecção em todo o sistema de abastecimento até que a água chegue aos consumidores.

O uso de cloro no tratamento da água pode ter como objetivos a desinfecção (destruição dos microrganismos patogênicos), a oxidação (alteração das características da água pela oxidação dos compostos nela existentes) ou ambas as ações ao mesmo tempo. A desinfecção não implica, necessariamente, a destruição completa de todas as formas vivas (esterilização), embora muitas vezes o processo de desinfecção seja levado até o ponto de esterilização (MEYER, 1994).

Gráfico 5: Cloro residual na água tratada (média mensal), no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)



Limite máximo e mínimo conforme Portaria MS 2914/2011 e norma interna da SANEAGO.

As amostras de água tratada mostraram-se livres de qualquer contaminação por coliformes, pois não apresentaram fermentação. Os índices de coliformes totais e fecais, neste caso, são avaliados de forma qualitativa, designados por A (Ausente) ou P (Presente). Para Cerqueira (1999), o aparecimento de organismo coliforme termotolerante no sistema de distribuição de água é indesejável, porém, devido à presença de nutrientes ou de materiais impróprios em contato com a água tratada com temperatura maior que 13 °C e sem Cloro residual, pode ocorrer o crescimento e desenvolvimento de colônias.

A bactéria coliforme não deve ser detectada em suprimento de água tratada e, caso seja encontrada, sugere tratamento inadequado, contaminação pós-tratamento ou excesso de nutrientes. A análise bacteriológica de coliforme pode ser usada como um indicador de eficiência do tratamento ou de integridade da distribuição da água potável (CERQUEIRA, HORTA, 1999).

O fato de todas as amostras de água tratada terem dado resultado Ausente, em comparação com os altos índices de contaminação das amostras de água bruta, demonstra a eficácia da desinfecção realizada pela adição de Cloro. Ainda que grande parte dos microrganismos patogênicos fique retida nas etapas de clarificação da água, somente a

cloração ou outros processos alternativos de desinfecção podem garantir a ausência total de contaminação.

5.3 Comparação entre as características físico-químicas e bacteriológicas da água bruta e tratada

A partir dos resultados da turbidez e cor aparente da água em processo de tratamento na ETA/Morrinhos (Quadro 5), no período compreendido por este estudo, percebe-se que, em geral, as etapas responsáveis pela clarificação da água são eficazes, proporcionando a remoção quase total dos materiais suspensos ou dissolvidos. Desta forma, é possível concluir que a adição de Sulfato de Alumínio e Cal Hidratada normalmente atende às expectativas, proporcionando aspecto límpido e transparente à água tratada, comprovado tecnicamente pelas análises laboratoriais.

Na amostra analisada em agosto/2015, o resultado da turbidez da água tratada estava fora dos padrões da Portaria MS nº 2914/2011, embora a água bruta estivesse com turbidez relativamente baixa, o que indica uma deficiência do processo de tratamento, ainda que momentânea e pontual.

Comparando os demais resultados, percebe-se que algumas amostras de água bruta, apesar de apresentarem maior turbidez e cor que as demais, resultam em água tratada com menor turbidez e cor, o que sugere maior eficiência do tratamento. A eficácia dos processos de clarificação da água, representados pelas primeiras etapas do tratamento, como a coagulação, floculação, decantação e filtração, depende de vários fatores, além das próprias características da água bruta. A adição de uma dosagem correta de coagulante determina uma floculação mais uniforme, com flóculos maiores e mais densos, o que favorece, em seguida, a decantação. Com maior sedimentação dos flóculos nos decantadores, menos partículas são levadas aos filtros, aumentando o seu tempo útil de funcionamento, possibilitando lavagens menos frequentes. Isto evita o consumo exagerado de água para a manutenção dos filtros, combatendo o desperdício. Ou seja, aplicando-se a dosagem ideal de coagulante e atingindo um pH ótimo de floculação, obtêm-se melhor resultado na clarificação da água, promovendo a redução da turbidez e da cor, entre a água bruta e tratada, na ordem de 90%, aproximadamente, o que traz reflexos positivos em todas as etapas subsequentes.

Quadro 5: Comparação entre a água bruta, decantada e tratada em relação aos parâmetros de turbidez e cor aparente, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)

Mês/Ano	Turbidez (NTU)			Cor Aparente (uH)		
	Água Bruta	Água Decantada	Água Tratada	Água Bruta	Água Decantada	Água Tratada
Julho/2014	5,55	2,29	0,38	22,9	10,3	1,80
Agosto/2014	6,05	3,29	0,35	31,3	15,0	1,40
Setembro/2014	5,53	1,26	0,44	31,0	6,5	4,90
Outubro/2014	4,91	1,64	0,20	41,7	14,9	2,50
Novembro/2014	17,8	6,88	0,47	92,0	29,6	1,40
Dezembro/2014	15,7	5,91	0,99	83,5	21,1	1,70
Janeiro/2015	11,2	3,24	0,34	58,4	16,7	1,30
Fevereiro/2015	11,1	3,09	0,42	71,1	19,6	4,40
Março/2015	82,6	10,2	0,91	292,3	24,8	3,60
Abril/2015	30,2	4,64	0,93	140,5	22,4	6,00
Maio/2015	13,5	1,99	0,62	72,6	21,3	8,10
Junho/2015	16,1	2,08	0,55	69,3	19,0	2,00
Julho/2015	13,5	1,67	0,40	64,0	16,5	3,50
Agosto/2015	16,0	9,56	1,40	57,5	15,9	7,90
Setembro/2015	59,5	2,34	0,65	243,7	26,7	2,70
Outubro/2015	6,80	1,15	0,35	49,2	14,1	1,40
Novembro/2015	18,0	2,59	0,45	79,0	21,9	3,20
Dezembro/2015	11,0	1,32	0,35	61,2	18,2	1,90

Através dos Gráficos 6 e 7, pode-se perceber mais facilmente a evolução dos resultados, demonstrando essa diminuição gradativa da turbidez e cor aparente da água bruta para a tratada, passando pela decantada.

Gráfico 6: Turbidez da água bruta, decantada e tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)

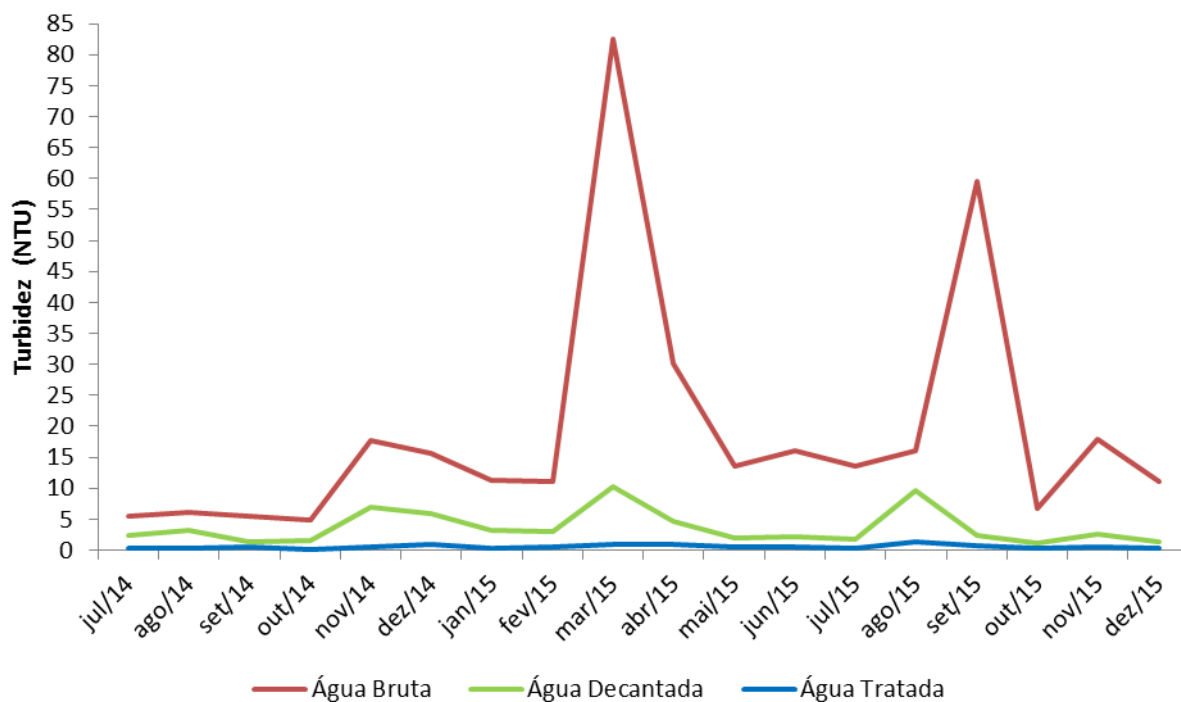
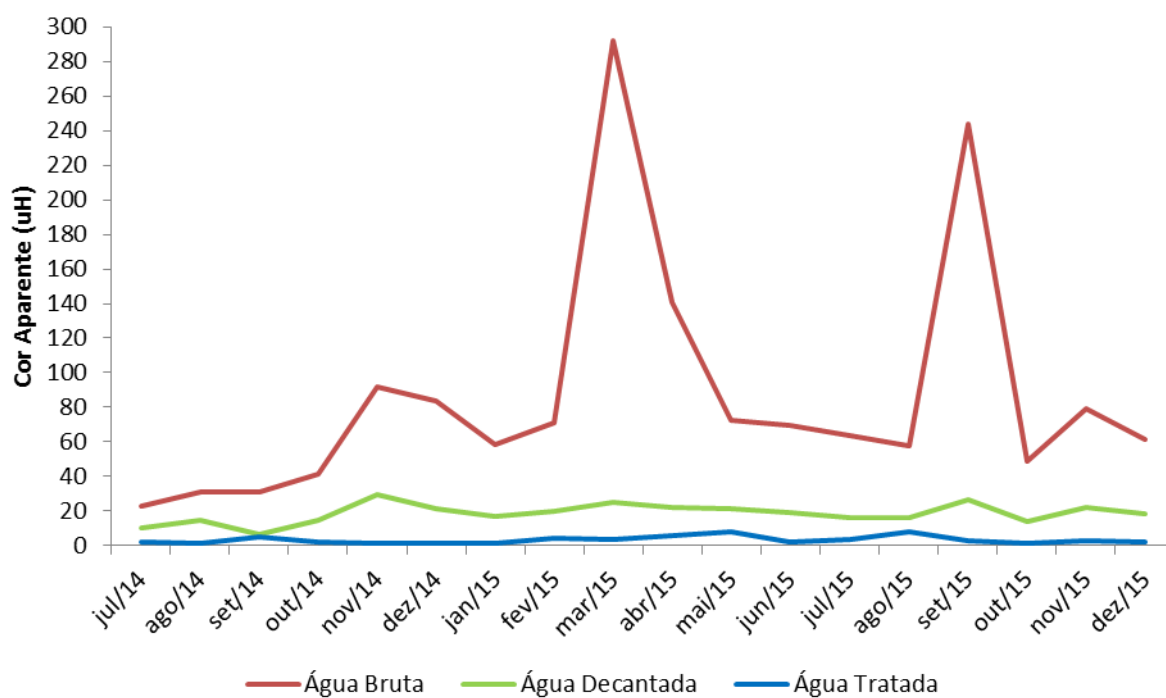


Gráfico 7: Cor aparente da água bruta, decantada e tratada, no período de julho/2014 a dezembro/2015 na ETA de Morrinhos (GO)



5.4 A relação entre o índice pluviométrico, a turbidez da água bruta e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos (GO)

A turbidez da água está relacionada à quantidade de material suspenso que lhe confere um aspecto turvo. Portanto, quanto maior a incidência de material carregado para o leito dos mananciais por ocasião das chuvas, maior a tendência de aumento da turbidez da água. Se o curso d'água cortar uma região de terras agricultáveis, o revolvimento desta terra com baixa cobertura vegetal colabora sobremaneira com o seu enriquecimento pelos mais variados materiais presentes naturalmente no solo ou que lhe foram adicionados pela prática de correção, adubação e combate a pragas.

Segundo a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (2016), as principais causas da turbidez da água são: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides), matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas. A origem desses materiais pode ser o solo (quando não há mata ciliar), a mineração (como a retirada de areia ou a exploração de argila), as indústrias ou o esgoto doméstico, lançado no manancial sem tratamento. O exame microscópico e observações *in loco* do manancial podem ajudar a determinar as causas da turbidez. Via de regra, após uma chuva forte, as águas dos mananciais de superfície ficam turvas, graças ao carregamento dos sedimentos das margens pela enxurrada. Assim, os solos argilosos e as águas em movimentação ocasionam turbidez.

O município de Morrinhos está sujeito a um regime de chuvas geralmente regular, obedecendo à estação chuvosa que se inicia, com alguma variação, no mês de setembro e permanece até abril. De acordo com os índices pluviométricos do ano de 2015, fornecidos pela Estação Meteorológica da Universidade Estadual de Goiás/Campus Morrinhos, em parceria com o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, pode-se verificar a relação entre a intensidade e frequência das chuvas com as medidas de turbidez da água bruta nos mananciais utilizados para o abastecimento público.

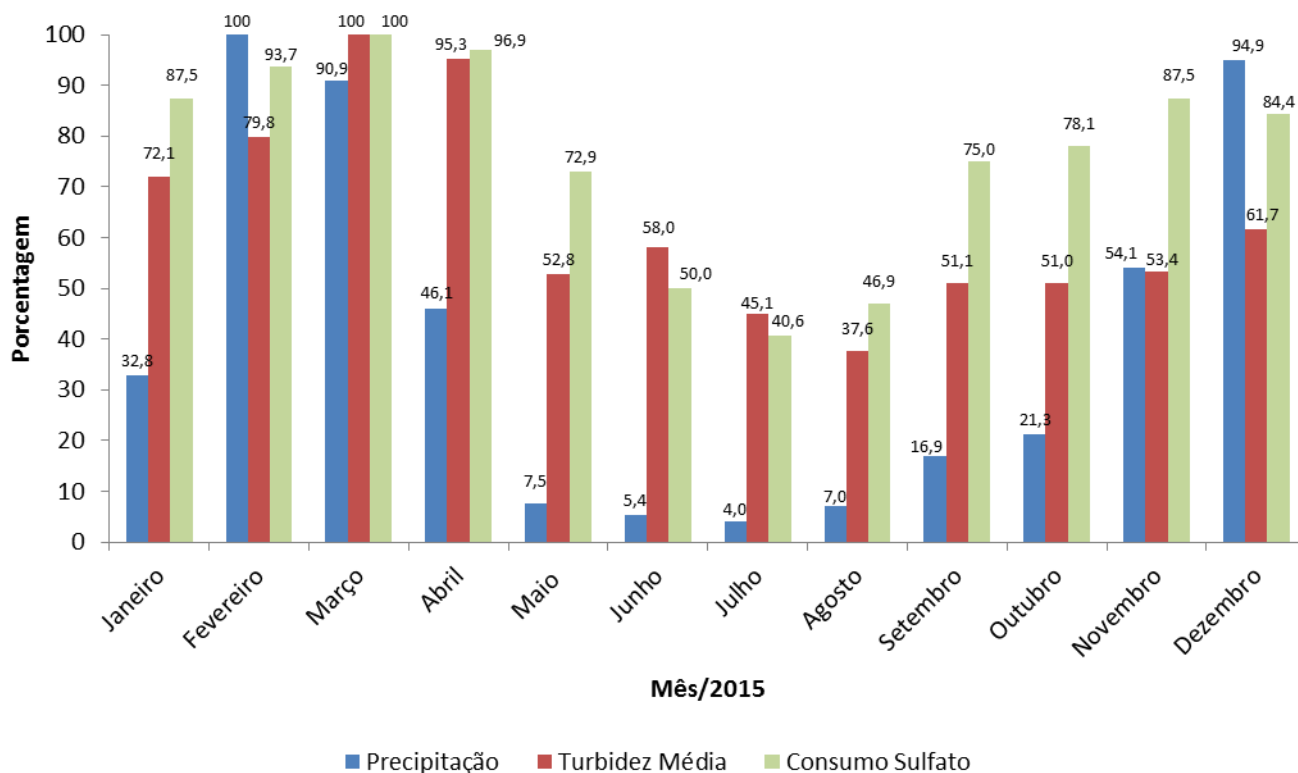
A princípio, a ideia era verificar se os meses em que a turbidez da água bruta era maior correspondiam ao período do ano com maior precipitação de chuvas. Relacionando o índice pluviométrico, a turbidez média mensal e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos, no ano de 2015 (Quadro 6), observa-se que, em geral, as chuvas ocasionam o aumento da turbidez na água dos mananciais estudados.

Quadro 6: Relação entre o índice pluviométrico, a turbidez média da água bruta e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos (GO) no ano de 2015

Mês/Ano	Precipitação (mm)	Turbidez Média (NTU)	Sulfato de Alumínio (kg)
Janeiro/2015	97,1	16,07	1680
Fevereiro/2015	296,2	17,78	1800
Março/2015	269,1	22,28	1920
Abril/2015	135,7	21,24	1860
Mai/2015	22,3	11,76	1400
Junho/2015	16,1	12,92	960
Julho/2015	12	10,06	780
Agosto/2015	20,9	8,37	900
Setembro/2015	50,1	11,39	1440
Outubro/2015	63	11,36	1500
Novembro/2015	160,3	11,89	1680
Dezembro/2015	281,6	13,75	1620

Os valores obtidos do índice pluviométrico em milímetros, da turbidez em NTU e do consumo de Sulfato de Alumínio em quilogramas foram convertidos para porcentagem para facilitar a comparação entre esses três parâmetros através do Gráfico 8.

Gráfico 8: Relação entre o índice pluviométrico, a turbidez média da água bruta e o consumo de Sulfato de Alumínio em Morrinhos (GO) no ano de 2015



De janeiro a abril, por ocasião do período chuvoso, os índices pluviométricos e a turbidez da água foram mais elevados, com conseqüente aumento no consumo de sulfato de alumínio para a remoção das impurezas. A partir de maio até agosto, houve grande diminuição da precipitação de chuvas em função do período de estiagem, mas que nem sempre foi acompanhada pela queda da turbidez. Em abril, choveu aproximadamente a metade do que foi registrado em março, porém, as médias da turbidez mantiveram-se muito próximas nos dois meses, com os valores mais altos do ano.

Apesar da turbidez da água geralmente aumentar em função da incidência de chuvas, outros fatores podem contribuir para o seu resultado, como a utilização mais frequente dos pivôs de irrigação, o avanço do gado bovino no manancial para a dessedentação e procura de vegetação mais verde, devido à escassez de alimento nessa época do ano. O Córrego Pipoca está localizado em uma área de terras agricultáveis e de pecuária. Outro fator que pode contribuir para o aumento da turbidez é a limpeza mais frequente do leito do Córrego para retirada do excesso de areia, que diminui consideravelmente a vazão de água captada, na ordem de 20% (SANEAGO, 2015).

O índice pluviométrico pode ser alto em um determinado mês devido às frequentes chuvas, porém, estas podem ser de pequena intensidade, com maior infiltração

no solo, não formando grandes enxurradas e, portanto, não afetam significativamente os cursos d'água. Em outras ocasiões, apesar de se registrar um baixo volume de chuvas, estas podem ser muito intensas, concentradas em um período menor de tempo, formando fortes enxurradas, o que certamente acarretará alterações na turbidez e cor da água pelo material carregado do solo.

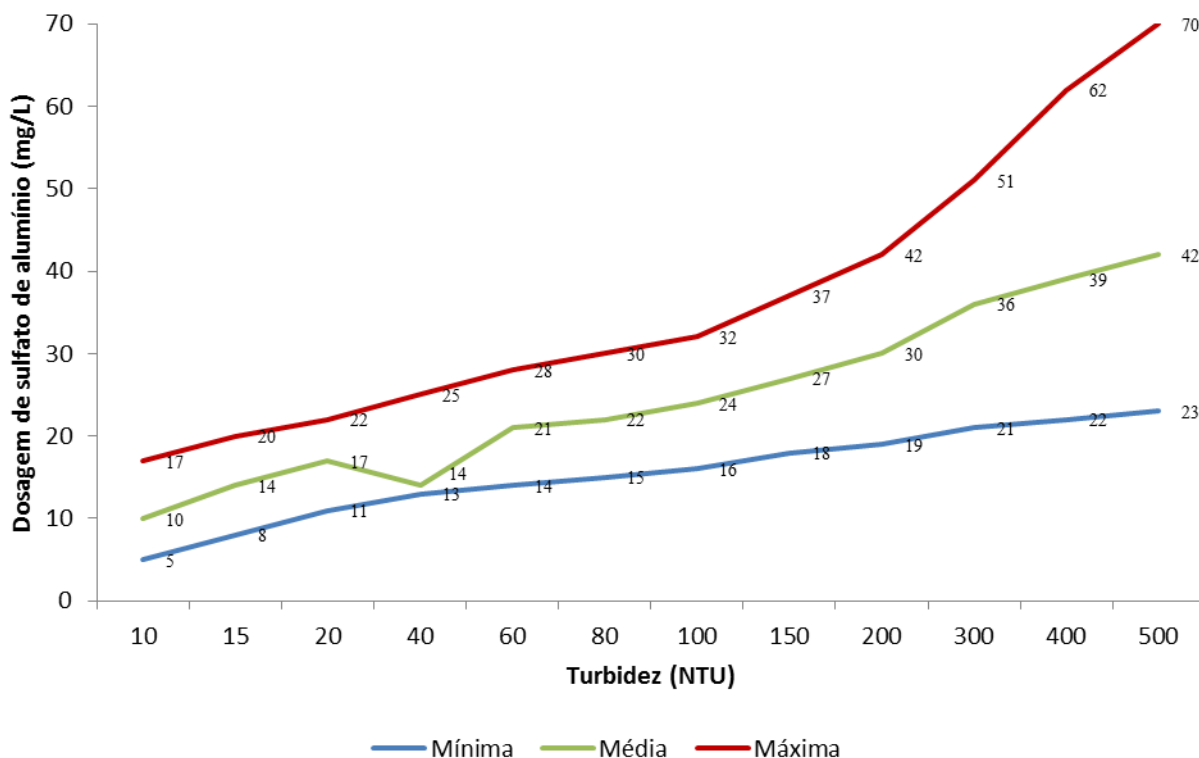
Em setembro, os índices de chuva começam a aumentar, a turbidez tem um aumento em torno de 68% e o consumo de sulfato no tratamento da água tem um incremento de aproximadamente 80%. Em outubro e novembro, o consumo de sulfato continua aumentando, embora as médias da turbidez permaneçam com pequenas alterações. Na realidade, a média mensal da turbidez não reflete as situações atípicas de alguns dias em que a água bruta pode apresentar turbidez muito alta em função de vários fatores, demandando um consumo mais alto de coagulante. A partir de novembro, as chuvas se intensificaram, com o índice pluviométrico subindo mais de 100%. Em dezembro, a precipitação novamente alcançou altos índices, apesar da turbidez não ter um acréscimo considerável, o que sugere chuvas mais leves e contínuas, com baixa interferência na qualidade da água.

O aumento da turbidez da água durante o período chuvoso acaba justificando o incremento do consumo de sulfato de alumínio ferroso como coagulante, necessário para a remoção das impurezas que conferem turbidez e cor à água bruta. Quanto maior a turbidez, maior a quantidade de Sulfato de Alumínio para adequar as características da água aos parâmetros de potabilidade anteriormente discutidos. No caso específico da turbidez da água tratada, o máximo permitido durante a sua saída da Estação de Tratamento é de 1,0 NTU, podendo chegar a 5,0 NTU nas redes de distribuição, portanto, por maior que seja a turbidez da água bruta, é necessário que, na água tratada, sejam obedecidos esses limites. Ficou constatado que, no caso particular de Morrinhos, é indispensável o uso de Sulfato de Alumínio em associação com os agentes físicos como a decantação e filtração para a remoção das partículas e adequação da turbidez a níveis aceitáveis para a água potável e tratada.

Segundo a FUNASA (2014), para cada faixa de turbidez da água bruta, existe uma dosagem mínima, média e máxima de Sulfato de Alumínio que promove a coagulação e floculação da água, de forma a permitir uma remoção mais eficiente das partículas solubilizadas ou em suspensão. Reproduzindo esse modelo teórico, apresentado no ANEXO C, na ETA/Morrinhos, com a utilização de ensaios de floculação no Jar-Test,

verificou-se que as respectivas dosagens podem ser adotadas na Estação para obter os resultados esperados, que consiste basicamente na clarificação da água (Gráfico 9).

Gráfico 9: Dosagem de Sulfato de Alumínio por faixa de turbidez da água bruta na ETA de Morrinhos (GO)



Observando o gráfico anterior, pode-se verificar que o aumento da turbidez exige uma adição maior de Sulfato de Alumínio à água para o seu tratamento. Uma dosagem aquém da mínima ou além da máxima, para cada faixa de turbidez da água bruta, não surtirá efeito, ou seja, irá comprometer as etapas de coagulação e floculação, tornando ineficientes os processos de clarificação da água. Por outro lado, uma dosagem mais próxima da média garante uma maior possibilidade de acerto na aplicação do produto, por considerar uma margem de segurança que suporte uma eventual mudança súbita da turbidez da água bruta até que se encontre a melhor dosagem para a ocasião.

CONCLUSÃO

As análises laboratoriais das amostras de água bruta, coletadas nos mananciais que abastecem a cidade de Morrinhos (GO), constataram vários parâmetros fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, o que torna a água *in natura* inadequada para o consumo humano. A turbidez e cor elevadas, a grande incidência de ferro e manganês, os altos índices de coliformes totais e termotolerantes da água de superfície são alguns dos parâmetros que justificam a necessidade de intervenção química antes de sua distribuição à população.

A água tratada analisada apresentou praticamente todos os parâmetros dentro do permitido pela Portaria MS nº 2914/2011, demonstrando que o processo de tratamento foi suficiente e eficaz para adequar a água dos mananciais para o abastecimento público, reduzindo turbidez e cor, ajustando os teores de ferro e manganês a níveis aceitáveis, além de eliminar toda a contaminação.

Compreendendo que o saneamento básico constitui uma medida fundamental para a prevenção de inúmeras doenças, especialmente aquelas de veiculação hídrica, o tratamento de água se enquadra como uma atividade indispensável para a manutenção e promoção da saúde pública, visto que a população mundial já passou por vários episódios de epidemias provocadas pelo consumo de água contaminada. Desta forma, como medida de segurança, não é aconselhável o consumo de água sem algum tipo de tratamento. Considerando que a fervura, apesar de rudimentar, é um método eficiente para a descontaminação da água, mas que somente é viável em pequeno volume e que outros agentes físicos não apresentam eficiência comprovada para a remoção de todos os microrganismos, conclui-se que a intervenção química é a mais segura e eficaz no combate dos agentes infecciosos veiculados pela água, além de adequar as propriedades naturais da água às exigências legais brasileiras e aos padrões internacionais. Mais do que isso, o tratamento vem tornar a água mais compatível com as expectativas dos consumidores, isentando o produto de coloração, sabor e odor, conferindo-lhe aspecto de maior transparência e tornando-o mais agradável ao paladar.

Apesar de tantas polêmicas e controvérsias em relação ao tratamento de água, especialmente na cidade de Morrinhos, não foi constatado neste estudo qualquer fator de risco que comprometa o consumo de água tratada e que justifique a sua substituição por outra categoria de água, ainda que potável. A adição de produtos químicos na Estação de

Tratamento de Água de Morrinhos, tanto para a remoção de partículas como para a desinfecção e fluoretação, segue as normas internacionais e as recomendações do Ministério da Saúde desde o momento de sua aplicação em dosadores específicos até a conferência de seus residuais e teores através de análises laboratoriais. Em geral, conforme os resultados obtidos, cada produto corresponde à sua função e confere mais qualidade à água, tornando-a mais adequada e confiável ao consumo humano.

Durante as visitas ao manancial de superfície, pôde-se observar que o a bacia do Córrego Pipoca está localizada em uma região de terras agricultáveis e de pecuária, o que certamente impacta o ambiente. A retirada da cobertura vegetal e destruição contínua da mata ciliar; o revolvimento da terra e o preparo do solo para a agricultura, com a consequente formação de sulcos, ravinas e voçorocas; a prática de plantio e colheita mecanizados, compactando e abrindo canais no terreno; o uso de grande número de pivôs de irrigação, principalmente no período de estiagem; a utilização de pesticidas para combate às pragas das lavouras; a formação de pastagens e a criação de animais, dentre outras atividades, são responsáveis por uma série de impactos ambientais que agem diretamente sobre o Córrego Pipoca. É visível a diminuição do volume de água do Córrego, cujo leito sofre um contínuo e acelerado processo de assoreamento e depende de constantes serviços de dragagem para que a captação de água não seja prejudicada ou mesmo interrompida. Até mesmo a construção do Lago Municipal interferiu na dinâmica do curso d'água, agravando o assoreamento com a formação de bancos de areia ao longo de sua foz, em razão do represamento. Outro fator que compromete a situação do Córrego Pipoca é o intenso processo de urbanização. Além dos bairros existentes nas proximidades, novos loteamentos estão sendo abertos e algumas moradias já começam a ser edificadas.

Todos esses impactos são resultados da interferência do homem sobre os ecossistemas da área e ameaçam cada vez mais a integridade do manancial. Isso coloca em risco o abastecimento público da Cidade, seja por diminuir o próprio volume hídrico ou por alterar as características naturais da água, comprometendo a sua qualidade e exigindo mais eficiência das diversas etapas do seu tratamento para que não se torne inviável ao consumo humano.

Durante o levantamento bibliográfico e a revisão teórica, foram pesquisados diversos artigos sobre a importância e legitimidade do uso de insumos químicos no tratamento de água, procurando verificar a procedência de eventuais argumentos que contrariasse o consumo de água tratada, porém não foi identificado qualquer trabalho científico que sustentasse esta teoria.

REFERÊNCIAS

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio. Comissão de Segurança e Saúde. **Alumínio e saúde**. São Paulo: 2000, p. 01 e 02.

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Perfil do saneamento básico no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abes-mg.org.br>>. Acesso em 26/06/2015.

_____. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Entraves ao investimento em saneamento**. São Paulo, 2013, p. 07. Disponível em: <<http://www.abes-sp.org.br>>. Acesso em 16/07/2015.

AMARAL, R.C.; SOUSA, M.L.R.; WADA, R.S. **Concentração de fluoreto nas águas de abastecimento público relacionada à temperatura em Piracicaba – SP**. Revista da Faculdade de Odontologia. Volume 12, nº 3, p. 24 a 28. UPF: Passo Fundo, 2007.

ANA – Agência Nacional de Águas. **A gestão dos recursos hídricos e a mineração**. Brasília: 2006, p. 06.

_____. Portal da Qualidade das Águas. Disponível em: <<http://www.portalpnqa.ana.gov.br>>. Acesso em 07/07/2015.

APHA – American Public Health Association (Associação Americana de Saúde Pública). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 2014.

ARAÚJO, A.P.; HERNANDES, R.C.; PIRES, P.A.; MIRANDA, G.C. **Tratamento de água com ozônio**. Ciências do Ambiente/UNICAMP. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br>>. Acesso em: 10/05/2016.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química ambiental**. 4ª ed. Editora Bookman. 2011.

BOVOLATO, L.E. **Saneamento básico e saúde**. Revista Escrita, p. 06. Disponível em: <<http://www.uft.edu.br>>. Acesso em 16/07/2015.

BRASIL. Governo Federal. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br>>. Acesso em 17/07/2013.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 do CONAMA, de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.ministeriodomeioambiente.gov.br>>. Acesso em 29/10/2014.

_____. Ministério da Saúde. **Guia de recomendações para o uso de fluoretos no Brasil**. Brasília, 2009, p. 19 a 21.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <<http://bvsms.saude.gov.br>>. Acesso em 29/10/2014.

_____. Portal Brasil. Meio Ambiente. **Lei das águas assegura a disponibilidade do recurso no país**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br>>. Acesso em 03/07/2015.

_____. Presidência da República. Casa Civil. **Lei das Águas. Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 03/07/2015.

CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.caesb.df.gov.br>>. Acesso em 26/06/2015.

CARDOSO, M.L. **Desafios e potencialidades dos comitês de bacias hidrográficas**. Gestão das águas/artigos. 2012, p. 40.

CARMO, F.H.; LACAVAL, P.M.; MENDES, C.G.N.; PRIANTI JÚNIOR, N.G. **Remoção e controle de ferro e manganês em águas para consumo humano**. p. 02. Disponível em: <<http://www.semasa.sp.gov.br>>. Acesso em 12/06/2016.

CERQUEIRA, D. A. **A rede de distribuição de água: um spa microbiológico?** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.4, n.º 4, Rio de Janeiro, 1999, p.99.

CERQUEIRA, D. A.; HORTA, M. C. S. **Coliformes fecais não existem**. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro: ABES, 1999, p.1239-1244.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 07/07/2015.

_____. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 08/06/2016.

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais. **Água não tratada é porta aberta para várias doenças**. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br>>. Acesso em 16/07/2015.

EDBERG, S.C.; PATTERSON, J.E.; SMITH, D.B. **Differentiation of distribution systems, source water and clinical Coliforms by DNA analysis**. Journal of Clinical Microbiology, nº 32, p. 139 – 142, 1994.

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1999, p. 289.

FERREIRA JÚNIOR, L.G. **Monitoramento e avaliação da contaminação de água potável através do método do substrato definido – cromogênico a nível municipal do SUS**. Fundação Oswaldo Cruz. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2002, p. 19 – 21.

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília, 2003, p. 23.

_____. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de fluoretação da água para consumo humano**. Brasília, 2012, p. 05 – 19.

_____. Fundação Nacional da Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs**. Brasília, 2014, p. 56, 59 e 98.

GUIMARÃES, CARVALHO, SILVA. **Saneamento básico**. UFRRJ: Rio de Janeiro, 2007, p. 01 e 07. Disponível em: <<http://www.ufrj.br>>. Acesso em 16/07/2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 02/06/2014.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas do saneamento 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 25/06/2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (2008)**. Rio de Janeiro, 2010, p. 33. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 16/07/2015.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em 11/11/2015.

JARDIM, C. H. **Microclimas em Morrinhos, Serra de Caldas e Paraúna, no sudeste de Goiás**. In: XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH/USP, 2005.

MEYER, S.T. **O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública**. In Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, Jan/Mar, 1994.

MORRINHOS. Prefeitura Municipal de Morrinhos, Goiás. Disponível em: <<http://www.morrinhos.go.gov.br>>. Acesso em 11/11/2015.

MORUZZI, R.B.; REALI, M.A.P. **Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial – uma abordagem geral**. Revista de Engenharia e Tecnologia. Volume 4, nº 1, p. 32. 2012.

OPAS – Organização Panamericana da Saúde. 2ª ed. Editora Genebra, 1995, p. 195.

PAULA, H.M.; SARMENTO, A. P.; PAIVA.E.C.R.; JUSTINO, E.A. **Disponibilidade hídrica e o uso da água na bacia hidrográfica do ribeirão Pari/Samambaia**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil. Nº 3, Volume 1, p. 28. 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/reec/index>>. Acesso em 28/03/2015.

PITERMAN, A.;GRECO, R.M. **A água seus caminhos e descaminhos entre os povos**. Revista APS, volume 08, nº 2, p. 14 e 26, julho/dezembro 2005.

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília, 2013, p. 28. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br>>. Acesso em 16/07/2015.

POMPEU, C.T. **O papel do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH**. Gestão das águas/artigos. 2012.

PORTO, K.G.;FERREIRA, I.M. **Gestão das bacias hidrográficas urbanas e a importância dos ambientes ciliares**. Geografia em Questão. Nº 02, Volume 05, p. 43. Universidade Federal de Goiás. 2012.

REBOUÇAS, A.C. **A sede zero**. Gestão das águas/artigos. 2012, p. 33.

REIS, D. W. **Análise da dinâmica processual dos estudos de impacto ambiental na mineração e outros pareceres técnicos no estado de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. UFOP: Lavras, 2011, p. 54.

RESENDE, A.V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Editora EMBRAPA, Planaltina, 2002.

RIBEIRO, J.W.; ROOKE, J.M.S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública**. UFJF: Juiz de Fora, 2010, p. 18.

RICHTER, C.A.; AZEVEDO NETTO,J.M. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo, Edgard Blucher. 1991.

SAAESMA – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Mateus/ES. Disponível em: <<http://www.saaesma.com.br>>. Acesso em 26/06/2015.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>> . Acesso em 25/06/2015.

SANEAGO – Companhia de Saneamento de Goiás. **Instrução de Trabalho (IT 07.0101)**. 2014.

_____. Companhia de Saneamento de Goiás. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br>>. Acesso em 13/11/2015.

SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná. Disponível em: <<http://www.educando.sanepar.com.br>>. Acesso em 25/06/2015.

SANTOS, G.R. **Estudo de clarificação de água de abastecimento público e otimização da estação de tratamento de água**. Dissertação de Mestrado. UFRJ: Rio de Janeiro, 2011, p. 26.

SEGPLAN – Secretaria de Estado de Gestão e Planejamento de Goiás. Disponível em: <<http://www.segplan.go.gov.br>>. Acesso em 10/01/2015.

SEPLAN – Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento de Goiás. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br>>. Acesso em 24/06/2014.

SES/SC – Secretaria de Estado da Saúde de Santa Catarina. Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br>>. Acesso em 21/02/2016.

SES/SP – Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. Centro de Vigilância Epidemiológica. **Doenças relacionadas à água ou de transmissão hídrica**. São Paulo: Informe Técnico, 2009, p. 01. Disponível em: <<ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br>>. Acesso em 16/07/2015.

TUCCI, C.E.M. **Drenagem urbana**. Gestão das águas/artigos. 2012.

TUNDISI, J.G. **Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado**. Gestão das águas/artigos. 2012.

UFAL – Universidade Federal de Alagoas. Laboratório de Saneamento Ambiental. **Metodologia de análises de águas e efluentes líquidos**. p. 01. Disponível em: <<http://www.ufal.edu.br>>. Acesso em 12/06/2016.

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Limnologia/ parâmetros físicos / turbidez**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br>>. Acesso em 10/03/2016.

UNESCO. Representação da Unesco no Brasil. Disponível em: <<http://www.unesco.org>>. Acesso em 16/07/2015.

ANEXO A
PLANILHAS DO IQA – ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (2º SEMESTRE/2015)

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA BRUTA

PAG. - 1
 DATA - 03/05/2016
 13:21:54

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 100 - M-COR PIPOCA SETOR : 15 - SETOR OBSTE
 SISTEMA : -

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
10/08/2015	17:00 160 FIXO -								
	TURBIDEZ	016,000	100	COR APARENTE	057,500	75	PH	006,810	100
	CLORETOS	000,500	100	INDICE COL. TOTAL	2419,600	100	E. COLI	579,400	100
	INDICE QUALID. AG	098,570							
09/09/2015	08:00 160 FIXO -								
	TURBIDEZ	059,500	90	COR APARENTE	243,700	1	PH	006,520	100
	INDICE COL. TOTAL	2419,600	100	E. COLI	2419,600	100	INDICE QUALID. AG	040,770	
	006-CARACTERISTICA (PARÂMETRO)		NATURAL	DA ÁGUA					
20/10/2015	08:30 160 FIXO -								
	TURBIDEZ	006,800	100	COR APARENTE	049,200	75	PH	006,590	100
	CLORETOS	010,000	100	INDICE COL. TOTAL	2419,600	100	E. COLI	579,400	100
	INDICE QUALID. AG	098,570							
25/11/2015	16:30 160 FIXO -								
	TURBIDEZ	018,000	100	COR APARENTE	079,000	50	PH	006,480	70
	CLORETOS	002,500	100	INDICE COL. TOTAL	15531,000	70	E. COLI	602,000	100
	INDICE QUALID. AG	022,510							
	006-CARACTERISTICA (PARÂMETRO)		NATURAL	DA ÁGUA					
15/12/2015	07:55 160 FIXO -								
	TURBIDEZ	011,000	100	COR APARENTE	061,200	70	PH	006,750	100
	INDICE COL. TOTAL	2420,000	100	E. COLI	648,800	100	INDICE QUALID. AG	051,550	
---< FIM	>								

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA BRUTA

PAG. - 2
 DATA - 29/06/2015
 10:07:02

 SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 150 - CAPTAÇÃO/POÇO SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA : -

 PERIODO: 01.01.2015 A 31.05.2015

PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
27/01/2015 08:01 360 FIXO -								
TURBIDEZ	003,230	100	COR APARENTE	019,000	90	PH	007,460	100
CLORETOS	002,500	100	INDICE COL. TOTAL	000,000	100	E. COLI	000,000	100
INDICE QUALID. AG	099,470							
30/03/2015 11:00 360 FIXO -								
TURBIDEZ	003,160	100	COR APARENTE	021,600	90	PH	007,210	100
INDICE COL. TOTAL	003,000	100	E. COLI	000,000	100	INDICE QUALID. AG	052,200	
13/04/2015 14:20 360 FIXO -								
TURBIDEZ	003,090	100	COR APARENTE	018,300	90	PH	007,060	100
CLORETOS	000,500	100	INDICE COL. TOTAL	002,000	100	E. COLI	000,000	100
INDICE QUALID. AG	024,990							
---< FIM								

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA TRATADA

PAG. - 1
 DATA - 03/05/2016
 13:21:25

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 40 - RSE-I/SAIDA DA ETA SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA : -

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
03/08/2015 10:00 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,470	100	FLÚOR	000,560	80	TURBIDEZ	000,300	100
COR APARENTE	001,400	100	PH	007,130	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
07/08/2015 16:13 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,180	100	FLÚOR	000,650	100	TURBIDEZ	000,550	100
COR APARENTE	002,300	100	PH	007,170	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
10/08/2015 10:15 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,230	100	FLÚOR	000,850	80	TURBIDEZ	001,400	100
COR APARENTE	007,900	100	PH	006,830	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
14/08/2015 14:08 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,150	100	FLÚOR	000,920	63	TURBIDEZ	000,350	100
COR APARENTE	000,800	100	PH	006,740	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	095,930				
17/08/2015 14:05 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,320	100	FLÚOR	000,740	100	TURBIDEZ	000,500	100
COR APARENTE	002,200	100	PH	006,900	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
21/08/2015 15:24 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,130	100	FLÚOR	000,620	100	TURBIDEZ	000,450	100
COR APARENTE	000,300	100	PH	006,800	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
24/08/2015 09:15 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,170	100	FLÚOR	000,560	80	TURBIDEZ	000,240	100
COR APARENTE	000,600	100	PH	006,970	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
012-DOSAGEM INADEQUADA DE PRODUTO QUÍMICO								

---< CONTINUA >---

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA TRATADA

PAG. - 2
 DATA - 03/05/2016
 13:21:25

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 40 - RSE-I/SAIDA DA ETA SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA :

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
28/08/2015	08:15 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,210	100	FLÚOR	000,800	100	TURBIDEZ	002,100	63
	COR APARENTE	009,000	100	PH	006,780	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	093,740				
31/08/2015	07:50 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,470	100	FLÚOR	000,720	100	TURBIDEZ	000,550	100
	COR APARENTE	001,000	100	PH	006,570	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
02/09/2015	07:52 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,530	100	FLÚOR	000,680	100	TURBIDEZ	000,650	100
	COR APARENTE	002,700	100	PH	006,880	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
08/09/2015	11:10 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,050	100	FLÚOR	000,620	100	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	000,600	100	PH	006,800	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
10/09/2015	17:03 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,080	100	FLÚOR	000,860	80	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	000,700	100	PH	007,930	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
14/09/2015	13:50 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,530	100	FLÚOR	000,950	63	TURBIDEZ	000,500	100
	COR APARENTE	001,900	100	PH	006,530	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	095,930				
17/09/2015	10:50 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,350	100	FLÚOR	000,800	100	TURBIDEZ	000,600	100
	COR APARENTE	003,100	100	PH	006,630	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				

---< CONTINUA >---

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA TRATADA

PAG. - 3
 DATA - 03/05/2016
 13:21:25

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 40 - RSE-I/SAIDA DA ETA SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA :

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
21/09/2015	13:49 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,150	100	FLÚOR	000,850	80	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	001,100	100	PH	007,010	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
28/09/2015	14:15 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,230	100	FLÚOR	000,830	80	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	001,700	100	PH	006,930	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
02/10/2015	09:04 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,240	100	FLÚOR	001,160	1	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	002,000	100	PH	006,700	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	066,070				
	004-DOSAGEM INADEQUADA DE PRODUTO QUÍMICO								
05/10/2015	10:30 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,370	100	FLÚOR	000,760	100	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	003,000	100	PH	006,830	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
13/10/2015	10:00 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,000	100	FLÚOR	000,910	63	TURBIDEZ	000,550	100
	COR APARENTE	002,400	100	PH	006,980	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	095,930				
16/10/2015	07:34 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,300	100	FLÚOR	000,880	80	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	000,600	100	PH	006,900	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
19/10/2015	14:10 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,220	100	FLÚOR	000,920	63	TURBIDEZ	000,350	100
	COR APARENTE	001,400	100	PH	006,800	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	095,930				

---< CONTINUA >---

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA TRATADA

PAG. - 4
 DATA - 03/05/2016
 13:21:25

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 40 - RSE-I/SAIDA DA ETA SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA :

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
23/10/2015 10:00 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	000,810	100	FLÚOR	000,550	80	TURBIDEZ	000,900	100
COR APARENTE	006,900	100	PH	006,870	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
26/10/2015 08:00 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,090	100	FLÚOR	000,750	100	TURBIDEZ	000,250	100
COR APARENTE	001,000	100	PH	006,930	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
02/11/2015 15:14 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,170	100	FLÚOR	000,630	100	TURBIDEZ	000,800	100
COR APARENTE	001,900	100	PH	007,270	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
06/11/2015 08:30 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,020	100	FLÚOR	000,650	100	TURBIDEZ	000,450	100
COR APARENTE	003,200	100	PH	006,360	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
09/11/2015 11:20 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,200	100	FLÚOR	000,670	100	TURBIDEZ	000,400	100
COR APARENTE	002,300	100	PH	007,070	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
13/11/2015 09:30 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,570	100	FLÚOR	000,520	80	TURBIDEZ	000,350	100
COR APARENTE	001,700	100	PH	006,930	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
16/11/2015 10:45 100 FIXO -								
CLORO RESIDUAL	001,210	100	FLÚOR	000,580	80	TURBIDEZ	000,370	100
COR APARENTE	001,000	100	PH	006,420	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				

---< CONTINUA >---

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA TRATADA

PAG. - 5
 DATA - 03/05/2016
 13:21:25

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 40 - RSE-I/SAIDA DA ETA SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA :

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
18/11/2015	10:45 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,210	100	FLÚOR	000,680	100	TURBIDEZ	000,300	100
	COR APARENTE	002,000	100	PH	007,230	100	FERRO TOTAL	000,010	100
	ALUMINIO RESIDUAL	000,000	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100	E. COLI	AUSENTE	100
	INDICE QUALID. AG	100,000							
23/11/2015	10:22 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,150	100	FLÚOR	000,750	100	TURBIDEZ	000,200	100
	COR APARENTE	002,000	100	PH	006,840	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
27/11/2015	10:05 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,520	100	FLÚOR	000,540	80	TURBIDEZ	001,000	100
	COR APARENTE	004,400	100	PH	006,850	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
30/11/2015	11:05 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,200	100	FLÚOR	000,670	100	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	002,300	100	PH	006,840	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
02/12/2015	08:25 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,210	100	FLÚOR	000,680	100	TURBIDEZ	000,450	100
	COR APARENTE	002,400	100	PH	007,020	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
07/12/2015	10:30 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	000,810	100	FLÚOR	000,780	100	TURBIDEZ	000,500	100
	COR APARENTE	001,400	100	PH	006,980	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
11/12/2015	09:52 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,470	100	FLÚOR	000,700	100	TURBIDEZ	001,300	100
	COR APARENTE	006,000	100	PH	006,380	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				

---< CONTINUA >---

SANEAGO - SANEAMENTO DE GOIAS S/A
 OC000 - SISTEMA DE CONTROLE DE QUALIDADE DO PRODUTO
 OC063B - IQA - INDICE DE QUALIDADE DA AGUA - AGUA TRATADA

PAG. - 6
 DATA - 03/05/2016
 13:21:25

SUPERINTENDENCIA: 71 - SUPER.REGION. OPER.DO INTERIOR GERENCIA DE SISTEMAS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 GER REG SERVICOS: 113 - GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS DISTRITO : 6 - MORRINHOS
 AREA INFLUENCIA : 40 - RSE-I/SAIDA DA ETA SETOR : 15 - SETOR OESTE
 SISTEMA : -

PERIODO: 01.08.2015 A 31.12.2015

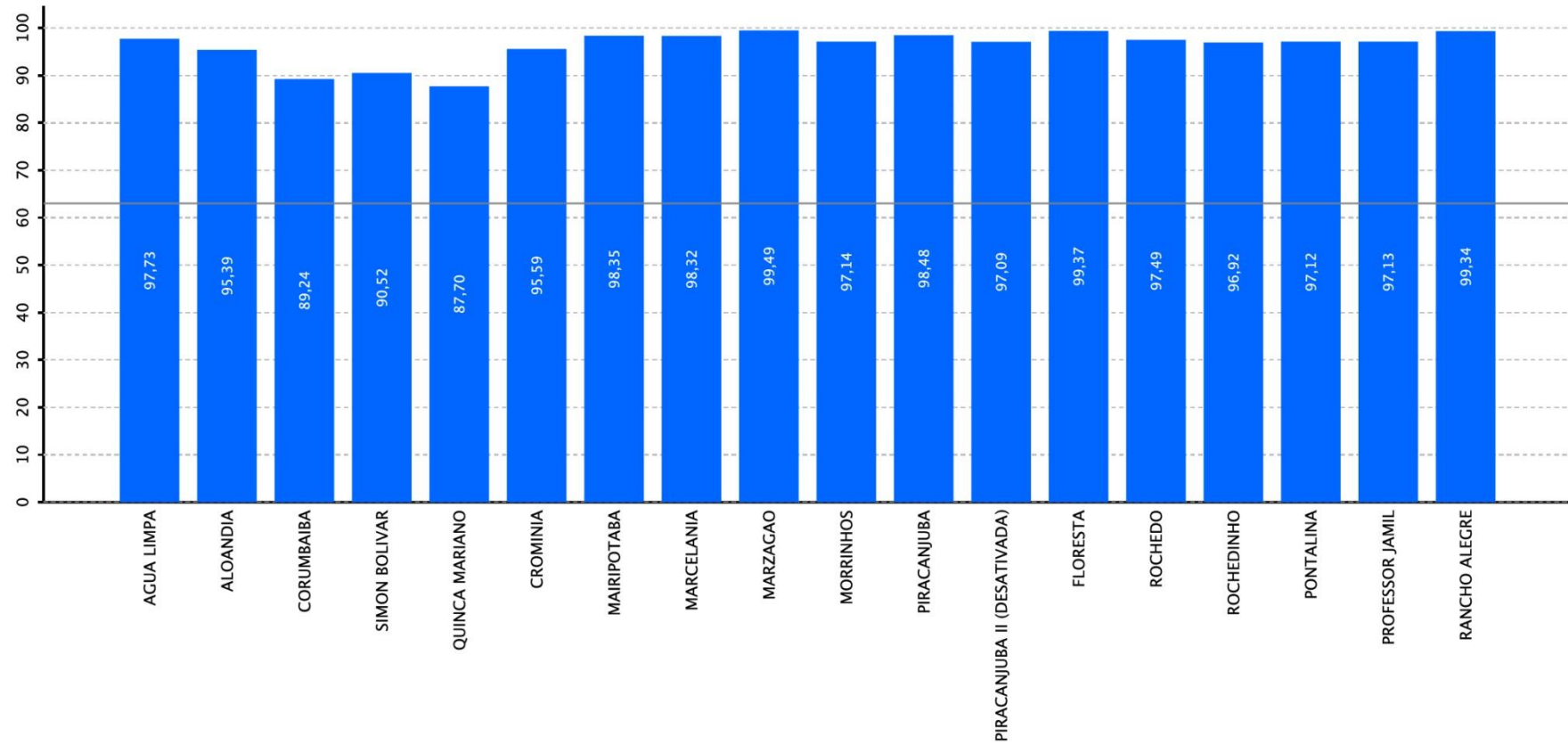
	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA	PARAMETRO	RESULT	NOTA
14/12/2015	17:00 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,200	100	FLÚOR	000,820	80	TURBIDEZ	000,300	100
	COR APARENTE	003,000	100	PH	006,890	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
17/12/2015	10:40 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,780	100	FLÚOR	000,500	80	TURBIDEZ	000,300	100
	COR APARENTE	002,300	100	PH	007,000	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				
21/12/2015	09:35 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,110	100	FLÚOR	000,760	100	TURBIDEZ	000,400	100
	COR APARENTE	001,600	100	PH	006,810	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
23/12/2015	08:00 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,360	100	FLÚOR	000,660	100	TURBIDEZ	000,250	100
	COR APARENTE	001,800	100	PH	006,820	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
28/12/2015	14:00 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,200	100	FLÚOR	000,780	100	TURBIDEZ	000,350	100
	COR APARENTE	001,900	100	PH	006,880	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	100,000				
29/12/2015	16:10 100 FIXO -								
	CLORO RESIDUAL	001,310	100	FLÚOR	000,860	80	TURBIDEZ	000,350	100
	COR APARENTE	001,000	100	PH	006,920	100	INDICE COL. TOTAL	AUSENTE	100
	E. COLI	AUSENTE	100	INDICE QUALID. AG	098,010				

---< CONTINUA >---

ANEXO B
GRÁFICOS DO IQA MÉDIO ANUAL (2014 e 2015)

SANEAMENTO DE GOIÁS S/A
Diretoria de Produção
Sup.de Engenharia Operacional e Controle Ambiental (SUPEA)
Gerência de Controle da Qualidade do Produto

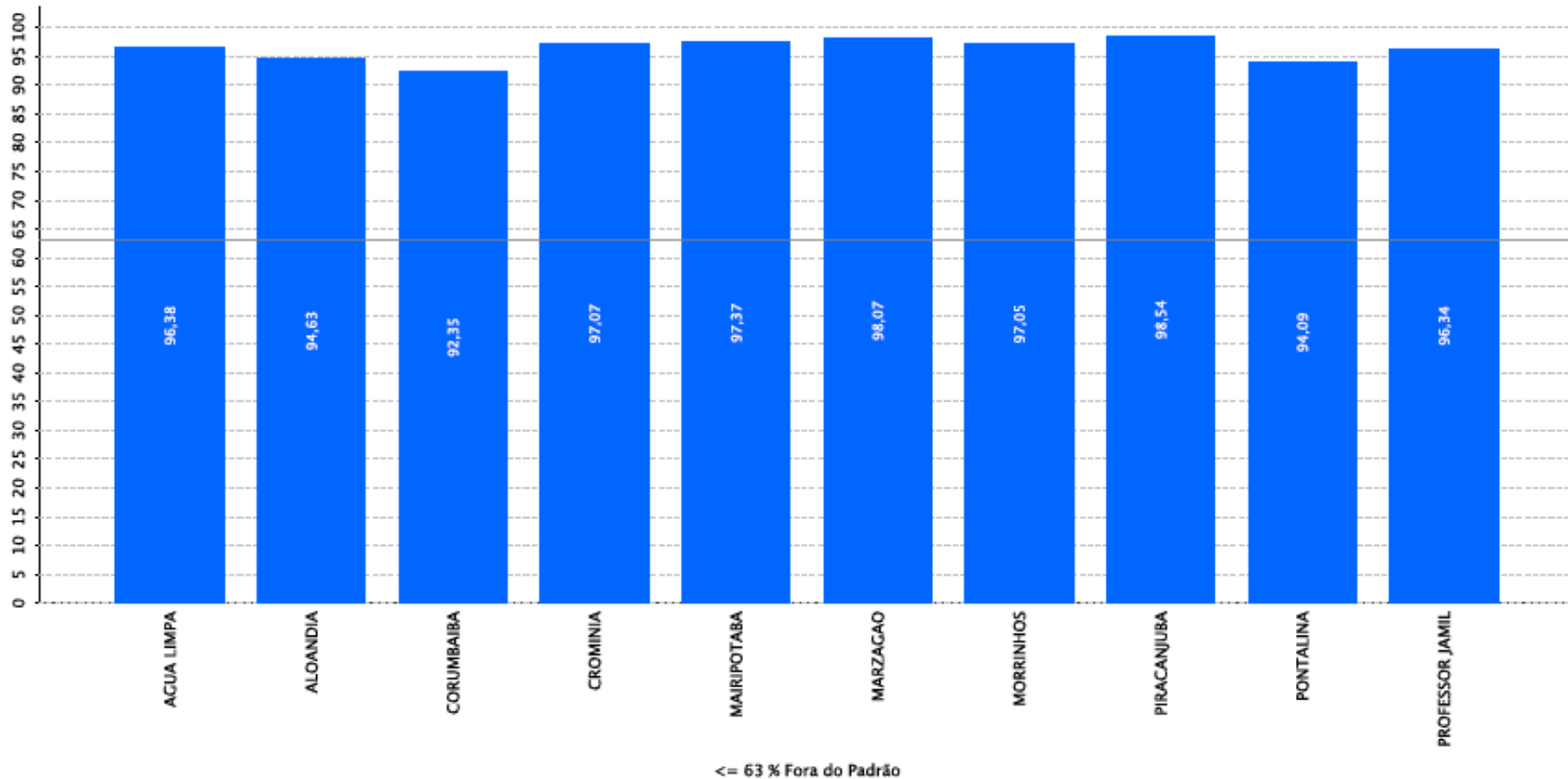
Sistema /Reservatório/_ETA / Rede – IQA Médio da GRS : G0113 / GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 Tipo de Água : AGUA TRATADA – Período : 01/07/2014 – 30/07/2015



<= 63 % Fora do Padrão

SANEAMENTO DE GOIÁS S/A
Diretoria de Produção
Sup.de Engenharia Operacional e Controle Ambiental (SUPEA)
Gerência de Controle da Qualidade do Produto

Cidade /Reservatório/ ETA / Rede - IQA Médio da GRS : G0113 / GER.REGIONAL SERV. MORRINHOS
 Tipo de Água : AGUA TRATADA - Período : 01/01/2015 - 02/01/2016



ANEXO C: Quadro com a dosagem de Sulfato de Alumínio (mg/L) em relação à turbidez da água bruta (FUNASA, 2014)

Turbidez (NTU)	Mínima	Média	Máxima
10	5	10	17
15	8	14	20
20	11	17	22
40	13	14	25
60	14	21	28
80	15	22	30
100	16	24	32
150	18	27	37
200	19	30	42
300	21	36	51
400	22	39	62
500	23	42	70