

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA ESTAÇÃO JAIME CÂMARA DE GOIÂNIA - GO POR MEIO DE ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Raquel Ferreira de Sousa Pires¹
Benedito Rodrigues Neto²

RESUMO

A água potável é assim denominada por não conter microrganismos patogênicos, devendo estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal. Estima-se que, atualmente, um bilhão de pessoas necessitem de acesso ao abastecimento de água potável e suficiente. A falta de saneamento é um dos principais fatores responsáveis pela contaminação da água, representando um dos maiores riscos à Saúde Pública, pois pode transmitir inúmeras enfermidades a população. Uma das principais vias de contaminação dos agentes infecciosos é a água contaminada que por sua vez acarreta várias doenças, como febre tifoide, poliomielite, hepatites A e B e as doenças diarreicas. O objetivo foi avaliar o processo de tratamento da água do Ribeirão João Leite na Estação Jaime Câmara através das análises microbiológicas para coliformes totais e *Escherichia coli*. Foram coletadas 4032 amostras das quais 520 foram efetuadas na saída do tratamento e 3.512 na rede distribuição. As análises microbiológicas foram realizadas pelos Métodos dos Tubos Múltiplos e do Método do Substrato Cromogênico. Os resultados das análises se mostraram dentro dos padrões atendendo de forma satisfatória os parâmetros da portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Palavras-Chave: Microbiologia, Saneamento, Saúde Pública.

EVALUATION OF THE WATER TREATMENT PROCESS OF THE JAIME CÂMARA DE GOIÂNIA - GO STAGE BY MEANS OF MICROBIOLOGICAL ANALYSIS

ABSTRACT

Drinking water is so named because it does not contain pathogenic microorganisms, and should be free of bacteria indicative of fecal contamination. It is estimated that currently one billion people need access to adequate and sufficient drinking water. The lack of sanitation is one of the main factors responsible for the contamination of water, representing one of the greatest risks to Public Health, since it can transmit countless diseases to the population. One of the main routes of contamination of infectious agents is contaminated water, which in turn causes several diseases, such as typhoid, polio, hepatitis A and B and diarrheal diseases. At the outset, our main objective was to evaluate the water treatment process of Ribeirão João Leite at the Jaime Câmara Station under the operation of the SANEAGO / SA concessionaire in Goiânia, Goiás, Brazil, based on microbiological analyzes for total coliforms and *Escherichia coli*. A total of 4032 samples were collected, of which 520 were performed at the exit of the treatment and 3,512 in the distribution network. Microbiological analyzes were performed using the Multiple Tube Methods and the Chromogenic Substrate Method, all data were submitted to statistical tests using the Exel program. The results of the analyzes were within the standards, satisfying the parameters of Ministerial Order No. 2914/11 of the Ministry of Health, which provide for the control procedures and monitoring of water quality for human consumption and its drinking water standard.

Key words: Microbiology, Sanitation, Public Health.

¹ Curso de Biologia da Faculdade Araguaia. E-mail: bio.neto@gmail.com

² Doutorado em Medicina Tropical e Saúde Pública pelo Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública (2013) da Universidade Federal de Goiás. Pós-Doutor em Genética Molecular com concentração em Proteômica e Bioinformática. E-mail: raquelfs_pires@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O acesso seguro a fonte de água potável é essencial para a saúde, um direito humano básico e um componente efetivo das políticas de proteção à saúde. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é 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. Pode-se dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações sócio-econômicas que tem por objetivo alcançar salubridade ambiental.

Entende-se que o padrão de qualidade de vida de uma população está diretamente relacionado à disponibilidade e à qualidade de sua água, sendo esta, o recurso natural mais crítico e mais susceptível a impor limites ao desenvolvimento, em muitas partes o mundo. Uma das causas fundamentais do aumento no consumo de água provocado pelo acréscimo da população, estimada para o ano de 2030 em 8 bilhões de habitantes, com uma taxa de incremento anual de 1,33%, além da demanda por alimentos, e consequentemente o uso de recursos hídricos para a produção destes alimentos, seja de origem vegetal ou animal, bem como nas indústrias e no próprio consumo humano (FORNO, 1999; TUNDISI, 2003).

A demanda e a oferta dos recursos hídricos é cada vez mais comprometida na medida em que, em muitos lugares do mundo, as águas superficiais e as subterrâneas estão contaminadas com esgotos industriais, agrícolas e municipais. De acordo com a Comissão Mundial da água para o século XXI, mais de 50 % dos principais rios do mundo estão contaminados, pondo em risco a saúde humana e dos ecossistemas. De acordo com Menezes (2012), os problemas em relação à quantidade e qualidade da água tendem a se agravar no futuro com as mudanças climáticas, principalmente porque estes recursos estão sendo utilizados muitas vezes de maneira inconsequente (IPS, 1999; OLIVEIRA, 2010).

Na maioria das estações de tratamento de esgotos municipais o afluente bruto sofre um pré-tratamento que consiste na remoção de sólidos volumosos (gradagem) e de areias (decantador primário). Estes tratamentos preliminares têm como principal objetivo a remoção de partículas que possam desgastar os equipamentos mecânicos. Os tanques de decantação otimizam a separação de pequenas partículas sólidas em suspensão, que arrastam consigo cerca de 40% da matéria orgânica presente, antes do afluente seguir para o tratamento secundário (TCHOBANOGLIOUS *et al.*, 2003).

A oferta do saneamento associa sistemas constituídos por uma infraestrutura física e uma estrutura educacional, legal e institucional, que abrange como por exemplo o serviço de abastecimento de água às populações, com a qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto (GUIMARÃES, CARVALHO e SILVA, 2007).

O gerenciamento dos recursos hídricos pode ser traduzido como sendo um instrumento que orienta o poder público e a sociedade, em longo prazo, na utilização e monitoramento dos recursos ambientais naturais, econômicos e socioculturais, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável (LANNA, 1995).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável têm se tornado cada vez mais contextualizado atingindo cada vez mais os cursos da saúde e a população como um todo, o que é discutido por Heller (1997) quando o autor destaca a ênfase cada vez no conceito de desenvolvimento sustentável de preservação e conservação do meio ambiente e particularmente dos recursos hídricos, refletindo diretamente no planejamento das ações de saneamento e direcionando o incremento da avaliação dos efeitos e consequências de atividades de saneamento que ofereçam impacto ao meio ambiente.

De acordo com a definição apresentada pela FUNASA (2007), o abastecimento público de água constitui-se de um conjunto de obras, instalações e serviços, destinados a produzir e distribuir água a comunidade, em quantidade e qualidade compatíveis, para fins de consumo doméstico, industrial, serviços, etc.

Para o abastecimento de água, a melhor saída é a solução coletiva, exceto no caso das comunidades rurais que se encontram muito afastadas. As partes do Sistema Público de água são: captação; adução (transporte); tratamento; reservação (armazenamento) e distribuição (LEAL, 2008). Portanto, um sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes unidades: Manancial, captação, adução, tratamento, reservação e rede de distribuição.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (2013), grande parte de todas as doenças que se alastram nos países em desenvolvimento são provenientes da água de má qualidade. A água contaminada pode prejudicar a saúde das pessoas. Hoje no mundo estima-se que um bilhão de pessoas necessitem de acesso a um abastecimento de água suficiente (fonte que possa fornecer 20 litros por pessoa por dia a uma distância não superior a mil metros) (ONU, 2014). Existem várias causas para a escassez de

abastecimento, entre elas destacamos seu uso incorreto, a super exploração das reservas de águas subterrâneas e a degradação dos corpos hídricos pela poluição. O rápido crescimento urbano faz com que os municípios de todo o mundo enfrentam dificuldades no fornecimento de infraestrutura sustentável aos seus cidadãos. Isso resulta em um grande número de pessoas expostas aos riscos de saúde e ambientais graves, porque eles são não atendidos por sistemas de saneamento da cidade (WATER SUPPLY E SANITATION COLLABORATIVE COUNCIL, 2010).

Devido à falta de saneamento pode ocorrer a contaminação da água que representa um dos maiores riscos a Saúde Pública, pois pode transmitir inúmeras enfermidades a população. A água contaminada é uma das portas de entrada dos agentes infecciosos no organismo podendo acarrear em várias doenças, como febre tifoide, poliomielite, hepatites A e B e as doenças diarreicas (IBGE, 2014).

Cerca de 88% das mortes por diarreias no mundo são causadas pelo saneamento inadequado, na grande maioria desses casos os óbitos são de crianças menores de 5 anos de idade (ONU, 2009). Nos países de clima quente, as diarreias ocorrem mais durante a estação chuvosa, tanto nas inundações quanto nas secas aumentam o risco de ocorrência dessas doenças. No Brasil, as doenças de transmissão feco-oral, especialmente as diarreias, representam em média mais de 80% das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Em 2011, mais de 396.00 pessoas foram internadas por diarreia no Brasil e os gastos do SUS com internações por diarreia foi de R\$ 140 milhões. Em Goiânia as internações hospitalares por diarreia chegam à média de 162,7 pessoas por mês (IBGE, 2014).

Assim, tendo em vista a relevância deste tema e seu contexto atual, verificamos a eficiência do tratamento de água da Estação Jaime Câmara em Goiânia por intermédio de análises microbiológicas quanto à presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, comparando os resultados com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira vigente e em relação à Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde.

MATERIAL E MÉTODOS

O abastecimento dos municípios da Região Metropolitana de Goiânia são utilizados sistemas produtores com captações superficiais e subterrâneas, os principais mananciais superficiais utilizados são Rio Meia Ponte e Ribeirão João Leite. Os Sistemas

Meia Ponte e João Leite abastecem de forma integrada as cidades de Goiânia, Trindade e Aparecida de Goiânia (SANEAGO, 2014; ANA, 2013).

A Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara, localizada na Região Leste da capital, é abastecida pelo Ribeirão João Leite, produzindo um volume médio de 4.200.00 m³/mês de água tratada, abastecendo assim 55% da cidade de Goiânia. Atualmente a estação conta com 23 reservatórios e seu processo de tratamento segue algumas etapas fundamentais conforme descrito a seguir.

A primeira etapa do tratamento de água é a coagulação, quando a água bruta recebe, logo ao entrar na estação de tratamento, uma dosagem de sulfato de alumínio. Segue-se a floculação, na qual há o processo de aglutinação das impurezas, na água em movimento. Posteriormente, na decantação, as impurezas, que se aglutinaram e formaram flocos, vão se separar da água pela ação da gravidade, indo para o fundo dos tanques ou ficando presas em suas paredes (ANA, 2013; SANEAGO, 2014).

A é a etapa de filtração, quando a água passa por grandes filtros com camadas de seixos (pedra de rio) e de areia, com granulações diversas e carvão antracitoso (carvão mineral) (ANA, 2013 ; SANEAGO, 2014).

Em seguida é realizado o processo de desinfecção, onde cloro é adicionado para eliminar germes nocivos à saúde e garantir a qualidade da água até a torneira do consumidor. Nesse processo pode ser usado o hipoclorito de sódio, cloro gasoso ou dióxido de cloro. O passo seguinte é a fluoretação, quando é adicionado fluossilicato de sódio ou ácido fluossilícico em dosagens adequadas. A última ação no processo de tratamento da água é a correção de pH, quando é adicionado cal hidratado ou barrilha leve (carbonato de sódio) (ANA, 2013 ; SANEAGO, 2014)

São realizadas diversas análises físico-químicas e bacteriológicas durante todo seu percurso. Depois do tratamento, a água vai para os reservatórios localizados em pontos estratégicos da cidade. A distribuição é feita por adutoras e redes que levam a água potável para o consumo. Ela chega às casas através do sistema de ligação domiciliar e fica armazenada em caixas d'água (SANEAGO, 2014).

Deste modo, realizamos as coletas na saída do tratamento e reservatórios de acordo com os padrões de controle de qualidade estabelecidos pelo laboratório de microbiologia da SANEAGO/GO. Para as saídas do tratamento foram feitas duas vezes por semanas em dias diferentes para Coliforme Total e *E. Coli*. Já nos reservatórios e na rede de distribuição as amostras foram coletadas uma vez por mês para todos os

indicadores, atendendo assim a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde. Antes de efetuarem as coletas a equipe de amostragem faz a preparação dos frascos segundo o Manual Prático de Análises de Água do Ministério da Saúde.

Toda a técnica de coleta e identificação foi realizada conforme protocolo interno da SANEAGO/GO, atualizado em SANEAGO (2014), conforme descrito a seguir. O ensaio presuntivo consiste na técnica da acidificação com ou sem produção de gás a partir de organismos fermentadores de lactose, provando positivamente a presença de bactérias do grupo coliformes, utilizando o meio de cultura conhecido como Caldo Lactosado, o qual se dissolve-se o Caldo Lauril (210,0g) e Caldo Lactose (156,0g) em água destilada (4,0 L) adicionando o indicador púrpura de bromocresol (0,102g) dissolvido em hidróxido de sódio (40 ml). Finalmente realizou-se a distribuição de 50 ml em cada frasco, autoclavando a 121°C de 12 a 15 min certificando-se que o pH esteja em torno de 6,8 +/- 0,2.

A incubação foi realizada em ambiente limpo e livre de contaminação. Deve-se inocular 100 ml da amostra juntamente com o meio preparado. Incuba-se por 48 horas. Caso haja acidificação comprova-se a presença de bactérias de grupo coliformes.

O ensaio confirmativo consiste na transferência de cada cultura com resultado presuntivo positivo. O resultado será positivo quando houver produção de gás a partir da fermentação da Lactose contida no meio EC ou no caldo lactose verde brilhante-bile 2% (BVB).

Para preparação do meio de cultura E.C foi pesado 3,7 g do meio para fazer 100 ml de preparado. Coloca-se 5 ml em tubos de ensaio e o tubo de Durham invertido e tampa. Autoclava-se a 121°C por 15 min. Com a alça de incubação flambada e resfriada, retira-se o inóculo da cultura positiva em Caldo P-A e transfere para tubo de E.C. Após deixar em repouso em banho-maria a 44,5°C durante 24 horas.

Para preparação do meio de cultura B.V.B foi pesado 8,0 gramas do meio para se fazer 200ml de preparado. Dissolve-se essa quantidade em água destilada. Coloca-se 10 ml em tubos de ensaios, os tubos de Durham invertidos e tampas. Autoclava-se por 15 minutos a 121°C. Com a alça de inoculação flambada e resfriada retira-se o inóculo da cultura positiva do Caldo P-A transfere-se para o tubo com B.V.B, posteriormente incubase a 35°C durante 24-48 horas.

Os ensaios confirmativos para Coliformes Totais e *E. coli* cartelas Quanti-Tray foram realizados adicionando-se o conteúdo de um frasconete de substrato enzimático em

um frasco contendo 100 ml da amostra, logo após abra-se a cartela, verte-se todo o conteúdo diretamente para dentro da cartela, elimine as bolhas de ar existentes e deixe a espuma repousar. Em seguida adicionado o dispositivo quanti-tray cheio de amostra sobre o porta dispositivo de borracha de maneira que as cerdas plásticas da cartela fiquem viradas para baixo, sela-se o dispositivo. Incube as cartelas na temperatura de 35°C +/- 0.5°C por 24 horas. Após o período de incubação, foi observado as cerdas positivas por meio da mudança de coloração quando apresentar resultados confirmativos para Coliformes Totais e a emissão de fluorescência quando for confirmativo para E. Coli .

O meio de cultura ágar nutriente foi preparado pesando 47g para em 2000 ml de água destilada quente e misturando com o auxílio de um bastão de vidro. Distribuiu-se 12 ml do ágar em tubos de ensaio, e autoclavou por 15 minutos à 120°C. Devido ao meio solidificado, antes do uso torna-se necessário fundi-lo e deixa-lo em banho-maria. Na inoculação colocou-se 1ml da amostra na placa de Petri (com pipeta estéril) e cobriu com ágar nutriente para a contagem de unidades formadoras de colônia (UFC/ml), incuba-se por 48 horas a 35°C.

No método qualitativo de determinação de Coliformes Totais e *Escherichia coli* foi usada a técnica do substrato enzimático o qual consiste em abrir o recipiente que contenha o meio e acrescentar seu conteúdo a um frasco estéril contendo 100 ml de amostra em análise, agita-se suavemente até a homogeneização do meio. O frasco foi incubado na estufa a 35° C +/- 0.5 °C durante 18-24 horas e observado se houve turvação ou não. A prova positiva para coliformes totais é a detecção das mudanças de cor e turvação da amostra. Para a determinação de *Escherichia coli* submete-se o frasco em análise sob a ação de uma luz ultravioleta em um ambiente escuro. A produção de fluorescência confirma a presença da mesma.

As análises dessas amostras foram realizadas no Laboratório de Bacteriologia e Laboratório de Análise de Água da SANEAGO/GO no período de 12 de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2013. Os laudos analisados e categorizados estatisticamente utilizando o programa Microsoft Exel 2010, foram encaminhados para a Vigilância Sanitária Municipal de Goiânia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos indicadores biológicos da qualidade da água é um grupo de bactérias aeróbias ou anaeróbias capazes de fermentar a lactose de 24 a 48 horas a temperatura de

35 a 37° C, denominadas como “coliformes totais”. Esse grupo de bactérias é composto pela *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*. Nem todos esses organismos são patógenos, ou só habitam o trato gastrintestinal, podendo ser encontrados em pastagens, solos, plantas submersas e mesmo em outros lugares do organismo (LIBÂNIO, 2005).

Há também os coliformes fecais ou termo tolerantes, chamados assim por tolerarem e se reproduzirem em temperaturas acima de 40° C e em menos de 24 horas. Esse grupo é associado às fezes de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes fecais e totais assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de bactérias patogênicas, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifoide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2005).

Métodos para a detecção de material fecal foram desenvolvidos utilizando a presença de indicadores, como a bactéria intestinal *Escherichia coli*, uma vez que ela é específica de material fecal de animais de sangue quente. O controle da presença desses elementos deve ser muito rigoroso, principalmente quando se trabalha com irrigação de culturas que serão consumidas *in natura*, onde não se deve apresentar mais que 200 coliformes termo tolerantes em 100 mL. Nas outras culturas, embora não haja o consumo direto *in natura*, é necessário uma água de boa qualidade, sem coliformes, para não colocar em risco a saúde da população (CONAMA, 2005).

Conforme descrito pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, temos os seguintes padrões biológicos para água de consumo humano, conforme quadro 1:

Quadro 1 : Padrões biológicos para água de consumo humano:

Tipo de Água		Parâmetro	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano		<i>Escherichia coli</i> ⁽²⁾	Ausência em 100 mL
Água tratada	Na saída do tratamento	Coliformes totais ⁽³⁾	Ausência em 100 mL
	No sistema de distribuição (reservatórios e rede)	<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL
		Coliformes totais ⁽⁴⁾	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes.
		Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes.	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês.

(1) Valor máximo permitido. (2) Indicador de contaminação fecal. (3) Indicador de eficiência de tratamento. (4) Indicador de integridade do sistema de distribuição (reservatórios e rede). Fonte: Portaria nº 2914/11

Partindo deste princípio analisamos de forma comparativa os dados dispostos na figura 1 ao longo dos meses pesquisados, identificando, como pode – se observar, poucas variações na quantidade de amostras positivas para Coliformes Totais.

A princípio, no mês de fevereiro de 2012 foi diagnosticado um total de 3 amostras positivas, entretanto no mês seguinte (março/12) nenhuma amostra positivada foi encontrada.

Para os meses de abril/12 e maio/12, quatro amostras positivas foram identificadas por mês. Todavia nos meses seguintes de junho/12 e julho/12 somente uma amostra por mês positiva para Coliformes foi identificada em nossos experimentos.

Em seguida, no mês de agosto/12 tivemos um leve aumento para 7 amostras positivas, enquanto que setembro/12 e outubro/12 o valor foi reduzido novamente para apenas 4 amostras positivas em cada mês.

O mês com maior índice de amostras positivas foi novembro onde identificamos 20 amostras positivadas, um valor quatro vezes maior do que a média anual encontrada para 2012, o que é muito significativo e passível de análise e discussão.

Finalmente, no mês de dezembro/12 observamos 5 amostras, em janeiro/13 7 amostras e Fevereiro de 2013 com uma amostra positiva apenas. Assim a média anual de amostras positivas foram 4 ao mês com um desvio padrão de 5,15.

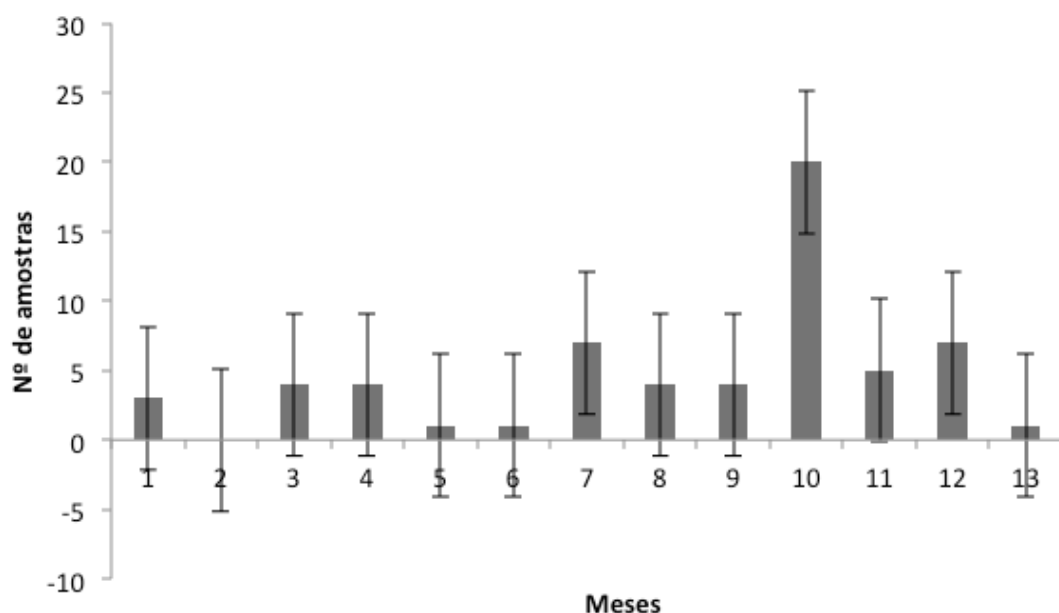


Figura 1: Média das análises de coliformes totais das amostras positivas entre fevereiro de 2012 e fevereiro de 2013 na Estação de Tratamento Jaime Câmara no município de Goiânia - GO.

A ação antrópica e as interações climáticas impactam profundamente as características dos mananciais, podendo causar expressiva modificação nos parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados como base no tratamento de água para o consumo humano (FREITAS, 2007). Os resultados demonstraram essa característica relacionada ao clima evidenciada, uma vez que houve significativa diferença entre o período de estiagem, que varia entre maio e outubro, e os meses chuvosos que vão de novembro a abril. Normalmente o início das chuvas ocorre em novembro onde observamos a maior quantidade de amostras positivas para Coliformes Totais, pois a Estação de Tratamento capta a água do Ribeirão João Leite, seu manancial de abastecimento, com uma maior carga de detritos e matéria orgânica, ocasionando alteração nos seus padrões de cor, turbidez e pH, o que desencadeia na estação um processo de testes em jarros conhecido como *Jar Test*.

No *Jar Test* se determina as dosagens exatas de coagulantes a serem aplicados naquele momento para determinados níveis de padrões, podendo variar entre cloreto férrico e sulfato de alumínio quando os parâmetros estão elevados e o policloreto de alumínio (PAC) se os parâmetros não estiverem tão alterados e mais próximos do comum. Foi observado nesse mês 9% de amostras positivadas o que ultrapassou o limite estabelecido pela portaria nº 2914 do MS onde estabelece que apenas 5% das amostras.

Segundo Pizzela (2010), durante um evento chuvoso, o escoamento “lava” as ruas, avenidas, telhados, calçadas e estacionamentos, conduzindo os poluentes depositados nestas superfícies nos períodos secos às águas receptoras por isso é importante observamos os índices de amostras negativas tendo em vista que não apenas as análises microbiológicas podem deferir a qualidade ideal da água, mas também os padrões físico-químicos já discutidos.

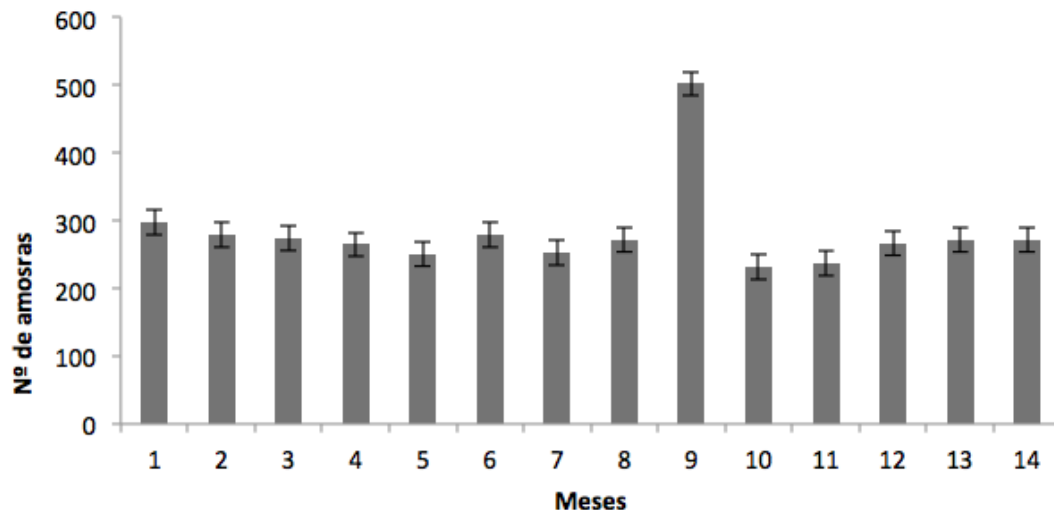


Figura 2: Amostras negativas para *Escherichia coli* levantados entre fevereiro de 2012 e fevereiro de 2013 na Estação de Tratamento Jaime Câmara no município de Goiânia - GO.

Como pode-se observar na figura 2, foram observados no mês de fevereiro do ano de 2012 um total de 297 amostras negativas, número que foi reduzido no mês subsequente para 279 amostras negativas em março/12. Em seguida, no mês de abril/12 foram observadas 274 amostras negativas seguido por uma nova, porém pequena redução em maio/12 e junho/12 com 265 e 251 amostras negativadas, respectivamente.

A partir de julho/12 visualizamos um aumento de 279 amostras negativas para coliformes. Em agosto/12 houve uma sutil diminuição para 252 amostras negativas enquanto setembro/12 apresentou um aumento para 272 amostras.

O mês de outubro/12 apresentou 502 amostras negativas, foi o período com maior quantidade de amostras analisadas, fato este devido à positividade de uma amostra para *Escherichia coli*, sendo essa a única encontrada durante todo o ano estudado.

O mês com menor índice de amostras negativas foi novembro/12 onde observamos 231 amostras negativadas, seguido pelo mês de dezembro/12 com 237 amostras negativas, fato este que possivelmente esteja correlacionado com o período de meses chuvosos no centro oeste do país.

Concluindo as análises, o mês de janeiro/13 apresentou 267 amostras negativas, e o mês de fevereiro/13 apresentou 272 amostras negativas que totalizaram a média anual de 272 amostras negativas por mês com um desvio padrão de 68,25.

Com os resultados obtidos observamos o cumprimento da Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde onde nas saídas do tratamento obtivemos a ausência em 100 mL de

amostra para coliformes totais, verificando assim a eficiência do tratamento por apresentar amostras livres de contaminação microbiológica. Para o sistema de distribuição, que engloba reservatórios e redes, onde também é necessário a ausência em 100 mL, vimos que em 95% das amostras analisadas o conteúdo estava livre de contaminação, o que nos leva a acreditar na a integridade do sistema de distribuição.

Considerando que para *Escherichia coli* é exigido a sua ausência em 100 mL das amostras, sendo esse o indicador de contaminação fecal da água, os padrões de *Escherichia coli* encontrados perfazem valores insignificantes, pois apenas uma amostra positiva foi identificada ao longo do período.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluimos que a água coletada, tratada e distribuída a 3,5 milhões de habitantes de Goiânia por meio da Estação de Tratamento Jaime Câmara sob a operação da concessionária SANEAGO/SA, tanto no seu ambiente de tratamento, quanto antes do processo de distribuição ao município, encontra-se em conformidade com os padrões de potabilidade em vigência para os padrões microbiológicos.

Contudo, destacamos três pontos importantes e relevantes discutidos ao longo do trabalho: em primeiro lugar, este processo cuidadoso de análise periódica é extremamente necessário para garantir a boa qualidade da água fornecida à população, tanto a avaliação de amostras positivas e seus microrganismos ali presentes, quanto à porcentagem de amostras negativas e sua correlação com os valores totais estabelecidos para aquela localidade, assim os mecanismos atuais de controle necessitam cada vez mais de maior acurácia e periodicidade.

Em segundo, destacamos que após deixar a estação de tratamento e percorrer quilômetros de tubulações até chegar às residências a probabilidade de contaminação microbiológica é grande pois nem sempre existem programas de controle da limpeza e manutenção destes encanamentos, portanto é preciso reforçar que as análises aqui apresentadas dizem respeito apenas à Estação de Tratamento, e que políticas de educação direcionadas à população, no que diz respeito com a água que chega aos domicílios, são de extrema importância.

E finalmente, em terceiro lugar, é fundamental que a análise dos dados comparativos de amostras sejam realizados e correlacionados às ações antrópicas e climáticas pertinentes à localidade da estação de tratamento, pois a atividade humana e

as mudanças climáticas podem interferir não apenas nos fatores microbiológicos, mas também nos aspectos físicos e químicos que também alteram a qualidade da água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. **ATLAS – Abastecimento Urbano de Água**. 2013. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>

BRASIL. Portaria nº 2914/MS de 11 de dezembro de 2011. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 14 de dezembro de 2012.

CETESB, SÃO PAULO. CETESB. 2005. **Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo - 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências**. Diário Oficial do Estado. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 115(227). p. 22-23.

CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. 2005. Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Ministério do Meio Ambiente, 23p.

FORNO, D.A. **Sustainable development starts with agriculture**. In: FAIRCLOUGH A.J. (ed). **Sustainable agriculture solutions the actions report of the sustainable agriculture initiative**. London:The Novelho Press,1999.Cap.1.p.8-11.

FREITAS, C. **Influência do período chuvoso na qualidade da água do açude acarape do meio no estado do Ceará**. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/5/5-46-156.htm>>. Acesso em 18 jun 2014.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. Ministério da Saúde. Brasília, 2007.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. **Saneamento básico**. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

HELLER, L. 1997. **Saneamento e Saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E EESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de saneamento básico**. Disponível em: <<http://ces.ibge.gov.br/base-dados/metadados/ibge/pesquisa-nacional-de-saneamento-basico>> Acesso em 15 junho 2014.

LANNA, A.E. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: Aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília. 1995. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos recursos Naturais Renováveis.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2005. Campinas – São Paulo, vol.1, Brasil: Editora Átomo.

LEAL, F. C. T. 2008. **Sistemas de saneamento ambiental**. 2008. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. 4 ed. Juiz de Fora – Minas Gerais.

MENEZES, J. P.C. de **Influência do uso e ocupação da terra na qualidade da água subterrânea e sua adequação para consumo humano e uso na agricultura**. 2012. 83 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alegrete-ES.

OLIVEIRA, M. V. A. M. de. **Recursos Hídricos e a Produção Animal Legislação e Aspectos Gerais**. In: SIMPÓSIO PRODUÇÃO ANIMAL E RECURSOS HIDRICOS, 1, 2010 Concórdia - SC.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Progress Sanitation and Drink Water**. 2013. Disponível em: <<http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/625-eng-ed2013.pdf>>. Acesso 14 abr 2014.

PIZZELA, D. **Impactos ambientais do escoamento superficial urbano sobre as águas doces superficiais**. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/366a.pdf>>. Acesso: 16 nov 2014.

SANEAGO. **Saneamento de Goiás /SA**. 2014. Disponível em: <<http://www.saneago.com.br/site/>> Acesso: 10 nov 2014.

TCHOBANOGLOUS, G., BURTON, F.L., STENSEL, H.D. 2003. **Wastewater Engineering: treatment and th reuse**, 4 Ed. Metcalf & Eddy, Inc., McGraw-Hill, New York.

TUNDISI, J. G. **Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos**. São Paulo, 2003 Revista USP, n.70, p. 24 35.

THE UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF); WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 2009. **Diarreia: Por que as crianças continuam morrendo e o que pode ser feito**.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Global defence against the infectious disease threat**. Geneva, [1]2003 (WHO/CDS/2003.15). [1]

WSSCC. **WATER SUPPLY E SANITATION COLLABORATIVE COUNCIL**.

Disponível em: <<http://www.wsscc.org/>>. Acesso em 15 mar 2018.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. 2011. **Guidelines for drinking-water quality, 4^a ed.** Disponível em:

<http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/>.

Acesso em: 15 mar 2018.

Recebido em 18 de setembro de 2017.

Aprovado em 16 de março de 2018.