

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JÚLIO CESAR YASUI

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA EM
RESIDÊNCIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PACAEMBU/SP**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2015

JÚLIO CESAR YASUI

**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA EM
RESIDÊNCIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PACAEMBU/SP**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento de Engenharia Ambiental do Câmpus Campo Mourão da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo.

CAMPO MOURÃO

2015



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE PACAEMBU/SP

por

JÚLIO CESAR YASUI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 13 de fevereiro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo
Orientador

Prof^a. Dra. Morgana Suszek Gonçalves
Examinador 1

Prof. Dr. Rafael Montanhini Soares de Oliveira
Examinador 2

“O grau mais elevado da sabedoria humana é saber adaptar o seu caráter às circunstâncias e ficar interiormente calmo apesar das tempestades exteriores”

Daniel Defoe

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me dar saúde, sabedoria e determinação para superar as dificuldades no momento de angústia, e por sempre iluminar meu caminho na busca dos meus objetivos.

Aos meus pais, meus irmãos e meus familiares por sempre fazerem o possível para me oferecer o suporte necessário durante os longos anos de estudo. Por sempre me apoiarem e incentivar a não desistir nos momentos mais difíceis, sempre servindo como base emocional, mesmo estando distantes.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo pela amizade, apoio e paciência durante os momentos de orientação e pelo conhecimento possibilitando que esse trabalho fosse realizado.

Aos professores da Coordenação de Engenharia Ambiental por transmitir parte de seus conhecimentos, contribuindo para o meu aprendizado e amadurecimento pessoal e profissional.

Aos meus amigos de moradia Bruno Henrique, Bruno Carvalho, Diego, Gilberto, Pedro, Thiago e Tulio pela amizade e por sempre estarem presentes tanto nos momentos mais difíceis de estudo e convivência, quanto nos momentos de alegria. E também a todas as amizades conquistadas e meus amigos de turma, por também sempre estarem presentes nos piores e nos melhores momentos.

E por fim a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização desse trabalho e para minha formação profissional.

RESUMO

YASUI, Julio C. **Análise Físico-química e Microbiológica de Água de Residências Localizadas no Município de Pacaembu/SP**. 2015. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

O desenvolvimento industrial e o crescimento desordenado dos grandes centros provocaram, nas últimas décadas, o intenso uso da água, provocando uma pressão sobre os recursos hídricos, tornando necessário o monitoramento em sua qualidade. Manter a qualidade da água dentro dos padrões exigidos pela legislação é uma garantia que o consumo do mesmo não traga riscos a saúde. O sistema de captação, tratamento e abastecimento de água no Município de Pacaembu/SP é de responsabilidade municipal, portanto o mesmo deve garantir que a água atenda os padrões de qualidade e potabilidade exigidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde. Neste trabalho foram avaliados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água distribuída pelo sistema de abastecimento municipal em 5 residências durante os meses de Abril, Maio e Junho de 2014, verificando se o mesmo estava adequado para consumo através do comparativo com a legislação vigente. Os resultados mostram que os parâmetros físico-químicos analisados se encontram dentro dos limites exigidos pela legislação, sendo observado que os valores de concentração de cloro residual sofreram uma redução nos pontos mais afastados. Os parâmetros microbiológicos foram negativos para coliformes totais e termotolerantes, e a contagem de bactérias heterotróficas se encontrou dentro do limite da portaria, indicando que a água distribuída pelo sistema de abastecimento está adequada para consumo humano e que suas propriedades estão sendo conservadas desde o tratamento até as ligações prediais.

Palavras-Chave: potabilidade, abastecimento, análise microbiológicos.

ABSTRACT

YASUI, JULIO, C. **Analysis Physical Chemistry and Microbiological Localized Residences water in the city of Pacaembu / SP**. 2015. 39f. Work Completion of course (Bachelor of Environmental Engineering) Federal Technological University of Paraná

Industrial development and the uncontrolled growth of large centers caused in recent decades, intensive use of water, causing a strain on water resources, monitoring their quality making it necessary. Maintain water quality within the standards required by the legislation is a guarantee that the consumption of it do not bring risks to health. The collection system, treatment and water supply in the city of Pacaembu / SP is municipal responsibility, so it must ensure that the water meets the quality and potability standards required by Decree No. 2,914 / 11 of the Ministry of Health. In this work evaluated the physical, chemical and microbiological parameters of the water distributed by the municipal supply system in 5 homes during the months of April, May and June 2014, check if it was suitable for consumption by comparison with current legislation. The results show that the physico-chemical parameters are within the limits required by law, and we observed that the residual chlorine concentration values were reduced in the outer points. The microbiological parameters were negative for total and fecal coliforms, and the heterotrophic bacteria count was found inside the gate of the limit, indicating that the water distributed by the supply system is suitable for human consumption and that their properties are being saved from treatment until the building connections.

KEYWORDS: potability, water supply, microbiological analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PACAEMBU/SP	24
FIGURA 2: SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PACAEMBU/SP.....	26
FIGURA 3: PONTOS DE AMOSTRAGEM	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DOENÇAS CAUSADAS POR MICRO-ORGANISMOS PATOGÊNICOS NA ÁGUA	20
TABELA 2: PADRÕES MÍNIMOS DE POTABILIDADE.....	30
TABELA 3: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS AMOSTRADOS NO MÊS DE ABRIL DE 2014.	32
TABELA 4: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS AMOSTRADOS NO MÊS DE MAIO DE 2014.	32
TABELA 5: PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS AMOSTRADOS NO MÊS DE JUNHO DE 2014.	33
TABELA 6: PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS AMOSTRADOS NO MÊS DE ABRIL DE 2014....	34
TABELA 7: PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS AMOSTRADOS NO MÊS DE MAIO DE 2014.	35
TABELA 8: PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS AMOSTRADOS NO MÊS DE JUNHO DE 2014..	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: DOENÇAS RELACIONADAS A ÁGUA.....	21
--------------------------------------------	----

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: ACESSO A SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE PACAEMBU/SP	25
-------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde

MS – Ministério da Saúde

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ANA – Agência Nacional de Águas

PNQA – Programa Nacional de Qualidade das Águas

IQA – Índice de Qualidade da Água

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Caldo LST – Caldo Laurel Sulfato Triptose

N.M.P – Número mais provável

VMP – Valor Máximo Permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 QUALIDADE DA ÁGUA.....	17
3.2 POLUIÇÃO DA ÁGUA.....	19
3.3 LEGISLAÇÕES VIGENTES	22
3.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2 PROCESSO DE AMOSTRAGEM	27
4.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1 COMPARATIVO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	32
5.2 COMPARATIVO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	34
6. CONCLUSÃO	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial ocorrida no início do século XVIII trouxe à mecanização nas linhas de produção e a expansão dos centros urbanos, isso possibilitou uma melhora na qualidade de vida da população e aumentou a produção industrial.

Tal desenvolvimento resultou no agravamento da poluição atmosférica e da poluição das águas que, segundo Von Sperling (2005), é definida como “a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d’água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos”.

Com o passar dos anos a intensa emissão de poluentes e o lançamento de efluentes de origem industrial e doméstico nos corpos hídricos ocasionaram em sérias alterações ambientais, devido à alta concentração de contaminantes, como alterações na temperatura, regime hídrico, deslocamento das massas de ar, vazão dos rios e queda na qualidade da água utilizada para o abastecimento humano.

A água é essencial para a manutenção da vida, sendo o constituinte inorgânico mais abundante nos organismos vivos, e é de extrema importância para o desenvolvimento da humanidade, já que é utilizada como meio de transporte, para a irrigação, abastecimento de casas e indústrias.

Alterações em suas propriedades físico-químicas e microbiológicas podem comprometer sua qualidade, possibilitando a criação de ambientes favoráveis ao desenvolvimento de vetores, podendo alterar e/ou suprimir ecossistemas e biomas, além de acarretar no surgimento e agravamento de problemas de saúde na população.

Segundo a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), a água para consumo humano não deve conter micro-organismos patogênicos e estar livre de bactérias do grupo coliforme, indicadoras de contaminação fecal, sendo representada principalmente pela *Escherichia coli* (FUNASA, 2009).

De acordo com Caubet (2006), cerca de dois milhões de pessoas, na sua maioria crianças, morrem anualmente, principalmente nos países mais pobres, oriundo de doenças gastrointestinais provocadas pela falta de água tratada.

Portanto a qualidade da água tem influência direta na saúde humana, por isso a partir da década de 70 com o decreto nº 79.367 de 09/03/1977, o Ministério da Saúde (MS) se tornou o órgão competente pela definição do padrão de potabilidade da água para consumo humano no Brasil. Com isso o Ministério da Saúde através da Portaria nº 56/1977 estabelecia as primeiras normas e padrões de potabilidade de água para consumo, vindo a se tornar a primeira legislação federal referente a potabilidade de água para consumo humano.

Atualmente a portaria nº 2914 de 12/12/2011 do MS, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade provenientes de sistema e solução alternativa de abastecimento de água.

Os padrões foram elaborados considerando a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos; a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente, que visam preservar o meio ambiental e a saúde da população.

Sendo assim o presente trabalho buscou, através de análises físico-químicas e microbiológicas, analisar se a água distribuída pelo sistema municipal de abastecimento, no município de Pacaembu/SP está de acordo com os padrões exigidos pela legislação em vigor.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi analisar as características físico-químicas e microbiológicas da água distribuída pela rede municipal às residências do município de Pacaembu / SP, comparando-os com os padrões de potabilidade definidos pela portaria nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde e verificando se a água distribuída atende aos padrões de potabilidade exigidos pelo órgão fiscalizador.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A pesquisa apresentou os seguintes objetivos específicos:

- Análise das propriedades físico-químicas das amostras coletadas (cloro residual livre, cor, fluoretos, pH e turbidez);
- Análise das propriedades microbiológicas (coliformes termotolerantes, coliformes totais e coliformes heterotróficas);
- Verificar se os valores obtidos estão de acordo com a portaria nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), indicando se o mesmo atende os padrões de potabilidade para consumo humano.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 QUALIDADE DA ÁGUA

Qualidade da água “não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas simplesmente sobre as características químicas, físicas e microbiológicas, e que, conforme essas características são estipuladas diferentes finalidades.” (MERTEN e MINELLA, 2002). Nas características físicas temos aquelas que podem ser percebidas pelos sentidos humanos como cor, turbidez, temperatura, odor e sabor. Já nas características química temos os teores quantitativos e qualitativos das substâncias que a compõe como pH, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, nitratos e fosfatos. E nas características microbiológicas a composição dos organismos presentes.

Segundo Tundisi (1999), consideráveis alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos pode colocar em risco a sobrevivência humana e as demais espécies do planeta, e comprometer o desenvolvimento econômico e social, principalmente, dos países fundamentados na disponibilidade de água de boa qualidade e na capacidade de sua conservação e preservação.

A qualidade da água é influenciada tanto pelas condições naturais, como escoamento superficial e infiltração, quanto pelas ações antrópicas e o uso e ocupação do solo ao entorno da bacia hidrográfica. Sendo assim, segundo Porto (2008) se faz necessário à análise das atividades socioeconômicas na bacia, devido ao fato das mesmas indicarem o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais diante dos processos produtivos.

Segundo D’Aguila et al (2000), a manutenção da qualidade da água é uma necessidade universal, exigindo a atenção de todos, não somente dos órgãos públicos, principalmente quando nos referimos à água de mananciais destinados ao consumo humano, uma vez que sua contaminação por micro-organismos patógenos de origem entérica, animal ou humana, pode torná-lo um transmissor de agentes causadores de doenças infecciosas e parasitárias.

A presença de micro-organismos patogênicos na água, usualmente, aparecem de forma intermitente e em baixo número indicando, na maioria das vezes, contaminação do corpo hídrico por fezes humanas e de animais. Segundo Silva e Araujo (2003) a presença desses micro-organismos na água são indicadores de poluição fecal, na maioria originária do homem e de animais de sangue quentes.

A CONAMA nº 357/2005 (BRASIL,2005) através das características quantitativas da água, classifica os corpos hídricos em diferentes categorias, auxiliando no monitoramento da qualidade da água, além de indicar para quais finalidades determinados corpos hídricos podem ser utilizados.

Em 2010 a Agência Nacional de Águas – ANA – diante da necessidade de ampliar e integrar o monitoramento da qualidade da água no Brasil criou o Programa Nacional da Qualidade das Águas (PNQA), que objetiva ampliar o conhecimento sobre a qualidade das águas superficiais do Brasil, de forma a orientar a elaboração de políticas públicas para a recuperação da qualidade ambiental em corpos d'água interiores com rios e reservatórios, contribuindo assim com a gestão sustentável dos recursos hídricos (ANA, 2012).

Em 2010 o programa analisou 1.988 pontos de monitoramentos no país, sendo que destes, 135 pontos estavam localizados na área urbana. Considerando o Índice de Qualidade das Águas (IQA) de todos os pontos de monitoramentos temos que 81% apresentou qualidade ótima à boa, 12% regular e 7% apresentou qualidade ruim à péssima. Já nos pontos de monitoramento localizados na área urbana temos que 27% da água apresentou qualidade ótima à boa, 26% regular e 47% qualidade ruim à péssima (ANA, 2012).

Ainda segundo o PNQA (ANA, 2012), as prováveis causas da má qualidade da água se dão devido ao crescimento populacional, desacompanhado de investimento em saneamento, a contaminação por fontes industriais, atividades agropecuárias e a mineração.

3.2 POLUIÇÃO DA ÁGUA

As maiores fontes poluidoras dos recursos hídricos estão localizadas nas áreas urbanas. O intenso uso da água nas residências, comércio e indústrias produziu um ciclo de contaminação através da emissão de efluentes nos rios.

Segundo Tucci (2008), isso ocorre devido ao:

- Despejo do esgoto sanitário sem tratamento diretamente nos corpos hídricos;
- Transporte de grande quantidade de material orgânico e metais que são transportados pelo esgoto pluvial durante as épocas de chuva;
- Ocupação irregular das áreas urbanas;
- Contaminação por efluentes industriais, despejados de maneira irregular e sem atender os parâmetros mínimos exigidos pela legislação;
- Contaminação de águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos, por meio das fossas sépticas, vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, entre outros;
- Disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.

A poluição causada pelas indústrias, historicamente, se dá devido a ineficiências dos processos industriais, juntamente com a falta ou baixa eficiência do sistema de tratamento de efluentes existente. Com a crescente preocupação em preservar e recuperar o meio ambiente e a maior rigidez das leis ambientais, a busca por processos industriais mais eficientes e um sistema mais aprimorado para o tratamento dos efluentes gerados tornou-se algo prioritário e essencial.

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, também é indicada como uma das fontes poluidoras dos corpos hídricos através da disposição inadequada ou carregamento pelas águas pluviais. Em 2012 de todos os resíduos coletados 57,98% tiveram a disposição final adequada e 42,02% foram dispostos inadequadamente (ABRELPE, 2012). A disposição inadequada corresponde a lixões e aterros controlados, onde, de acordo com FEAM (2006) não possuem um sistema adequado para a proteção do meio ambiente, como impermeabilização da base e sistema de tratamento de percolado, que irá infiltrar no solo, podendo atingir o lençol freático contaminando-o.

Outra forma bastante comum de poluição dos corpos hídricos ocorre na agricultura, segundo Resende (2002) isso ocorre por meio da contaminação por

substâncias orgânicas e inorgânicas, naturais ou sintéticas e por agentes biológicos. Ainda segundo o autor tal fato ocorre devido à ampla, e muitas vezes inadequada aplicação de defensivos, de fertilizantes e de resíduos derivados da criação intensiva de animais.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico realizada em 2008, cerca de 55,2% dos municípios brasileiros ofereciam serviço de esgotamento sanitário por rede coletora, no entanto, apenas 28,5% dos municípios realizaram o tratamento adequado do esgoto, impactando negativamente a qualidade nos nossos recursos hídricos (IBGE, 2008).

A maior preocupação relacionada com os efluentes sanitários é o fato do mesmo apresentar micro-organismos patogênicos em sua composição, portanto quando o mesmo é descartado sem o tratamento adequado pode ocasionar na contaminação dos corpos hídricos, acarretado na chamada enfermidades de veiculação hídrica.

O controle desses patógenos na água pode ser realizado através de análises que indicam os níveis de coliformes termotolerantes e totais, sendo facilmente eliminados com técnicas adequadas de saneamento, como coleta e tratamento de esgoto doméstico e de água para abastecimento. A contaminação da água por coliformes é indicada por muitos autores como causadoras de surtos de várias doenças, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), essas doenças são diversas e podem ser causadas por diversos micro-organismos (Tabela 1), assim como suas formas de contágios (Quadro 1).

Tabela 1: Doenças causadas por micro-organismos patogênicos na água (continua)

Origem	Doenças	Agentes patogênicos
Bacteriana	Febre tifóide e paratifóide	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A e B</i>
	Disenteria bacilar	<i>Shigella sp</i>
	Cólera	<i>Vibrio cholerae</i>
		<i>Escherichia coli enterotóxica</i>
		<i>Campylobacter</i>
	Gastroenterites agudas e diarreias	<i>Yersinia enterocolítica</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>

Tabela 1: Doenças caudas por micro-organismos patogênicos na água. (conclusão)

Origem	Doenças	Agentes patogênicos
Viral	Hepatite A e B	Vírus da hepatite A e B
	Poliomielite	Vírus da poliomeielite
		Vírus Norwalk
	Gastroenterites agudas e crônicas	Rotavírus Enterovirus Adenovirus
Parasitária	Desintéria amebiana	<i>Entamoeba histolytica</i>
	Gastroenterites	<i>Giárdia lâmbliã</i> <i>Cryptosporidium</i>

Fonte: FUNASA, 2006.

Quadro 1: Doenças relacionadas a água.

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Transmitidas por via feco-oral	O organismo patogênico é ingerido	Diarréias e disenterias, febre tifóide e paratifóide, leptospirose, amebíse, hepatite infecciosa e ascariíase	Tratamento da água utilizado no sistema de abastecimento e promover a adequada higiene pessoal, doméstico e dos alimentos
Controladas pela limpeza com água	Falta de água e a higiene pessoal insuficiente cria condições favoráveis para sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionados com piolhos, e a escabiose	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associados a água	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas, proteger mananciais, adotar medidas adequadas para disposição de esgoto e combater o hospedeiro intermediário
Transmitida por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária, febre amarela, dengue e filariose (elefantíase)	Combater os insetos transmissores, eliminar condições que possam favorecer criadouros, evitar o contato com criadouros e utilizar meio de proteção individual.

Fonte: BRASIL, 2006.

3.3 LEGISLAÇÕES VIGENTES

Além de classificar os corpos hídricos de acordo com suas características, a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), alterada e complementada pela Resolução CONAMA nº 397/2008 (BRASIL, 2008) e Resolução CONAMA nº 430/2011 (BRASIL, 2011), fornece os padrões de lançamentos de efluentes. Segundo as resoluções, os efluentes gerados em qualquer fonte poluidora só poderão ser lançados nos corpos receptores após tratamento e desde que obedeçam as normas e padrões exigidos, além de que eles não poderão conferir ao corpo receptor características de qualidades em desacordo com o seu enquadramento.

Também foi criada a Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997), que Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, onde seus principais objetivos são:

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- Prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

E para garantir que a população consuma água com padrões aceitáveis, o Ministério da Saúde através da Portaria nº 2.914/11 (BRASIL, 2011), dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

3.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição consiste no conjunto de condutos assentados nas vias públicas ou nos passeios, aos quais se conectam os ramais domiciliares, tendo como função conduzir a água do sistema de tratamento até as ligações prediais das

residências de forma contínua e mantendo suas características e padrão de potabilidade (BRASIL, 2006).

Segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2006), a rede de distribuição deve funcionar continuamente com pressão dinâmica superior a 100 kPa, minimizando a possibilidade de ocorrência de pressões negativas que possam acarretar em contaminação na rede, principalmente nos casos de vazamentos, onde além de ocorrer a perda de água tratada, os vazamentos podem facilitar a entrada de água contaminada no interior da tubulação.

A manutenção adequada do sistema de distribuição garante que não haja alterações nos padrões de qualidade e potabilidade da água distribuída, já que com o tempo as tubulações do sistema tendem a sofrer com a corrosão, incrustações e deposição de matérias orgânicos e de minerais insolúveis (BRASIL, 2006).

Outro problema que pode ocorrer nas tubulações da rede de esgoto é a formação de biofilme, que segundo Costerton e Lewandowski (1995), são populações bacterianas em matriz-fechada, como agregados microbianos, flocos e também populações aderentes dentro dos poros de meios porosos. A formação de biofilme está relacionada a fatores ambientais (temperatura e pluviosidade), fatores hidráulicos (velocidade de escoamento), disponibilidade de nutrientes, acúmulo de sedimentos, concentração residual do agente desinfetante e a corrosão da tubulação (BRASIL, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Pacaembu / São Paulo está localizado na latitude 21°33'44" sul e a uma longitude 51°15'38" oeste a 415 m de altitude (GOOGLE EARTH, 2014) no oeste paulista (Figura1). O município apresenta uma área de 335.502 km² com uma população de 13.226 habitantes e está inserido no bioma Mata Atlântica, na sub-bacia hidrográfica Aguapeí, tendo como principais corpos hídricos o Rio do Peixe e o Rio Aguapeí (IBGE, 2010).

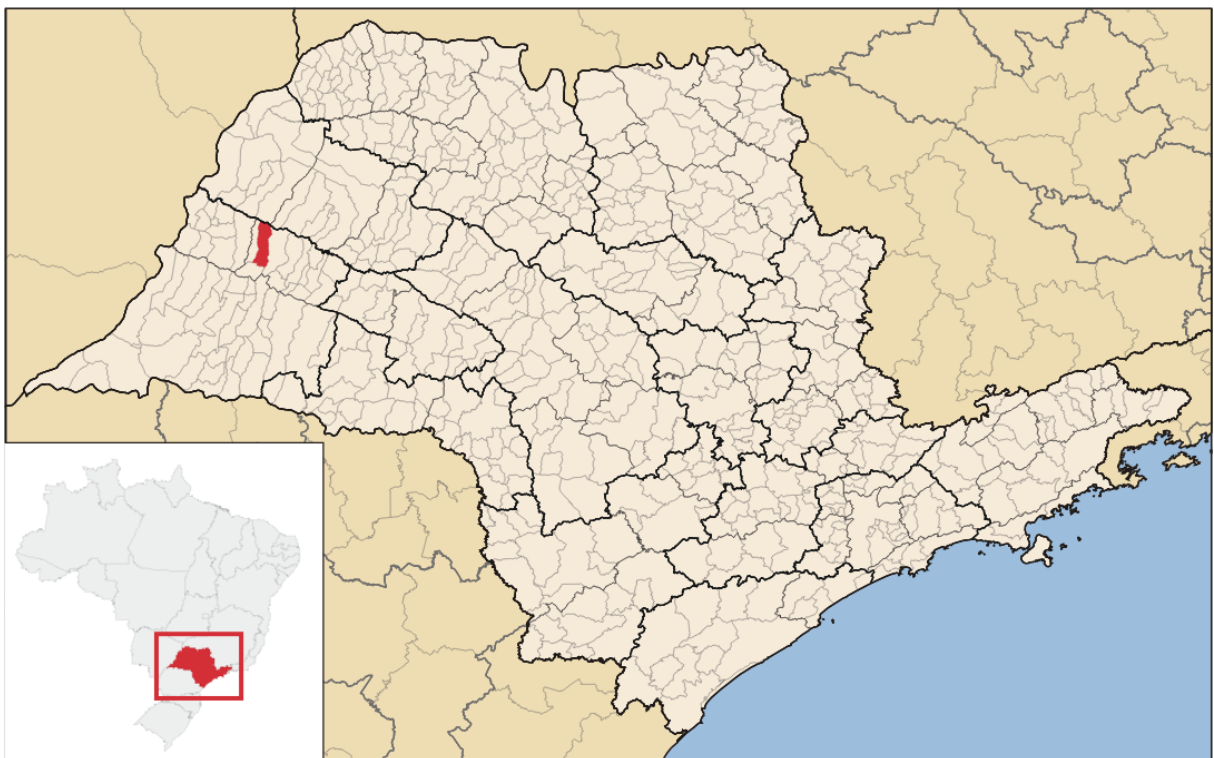


Figura 1: Localização do Município de Pacaembu/SP
Fonte: Adptado, Google Earth (2014).

O município apresenta um total de 3.646 residências permanentes localizadas na área urbana, desse total cerca de 3.191 (87,5%) residências possuem serviço de saneamento básico adequado, sendo atendidas pela rede de abastecimento de

água e tratamento de esgoto, e as demais 455 (12,5%) possuem o serviço de saneamento básico semi-adequado possuindo rede de abastecimento de água, mas sistema de tratamento de esgoto deficiente (IBGE, 2010) (Gráfico 1).

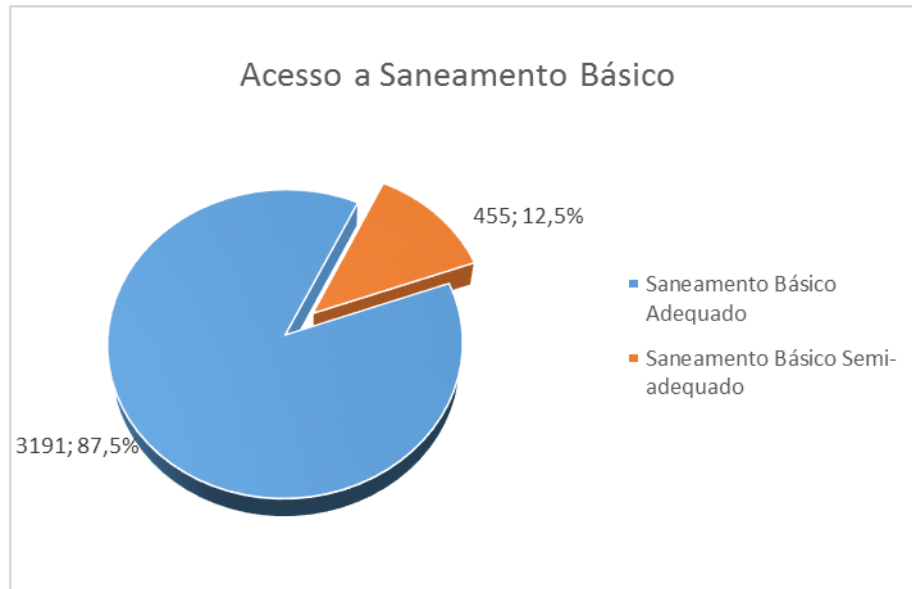


Gráfico 1: Acesso a Saneamento Básico no Município de Pacaembu/SP

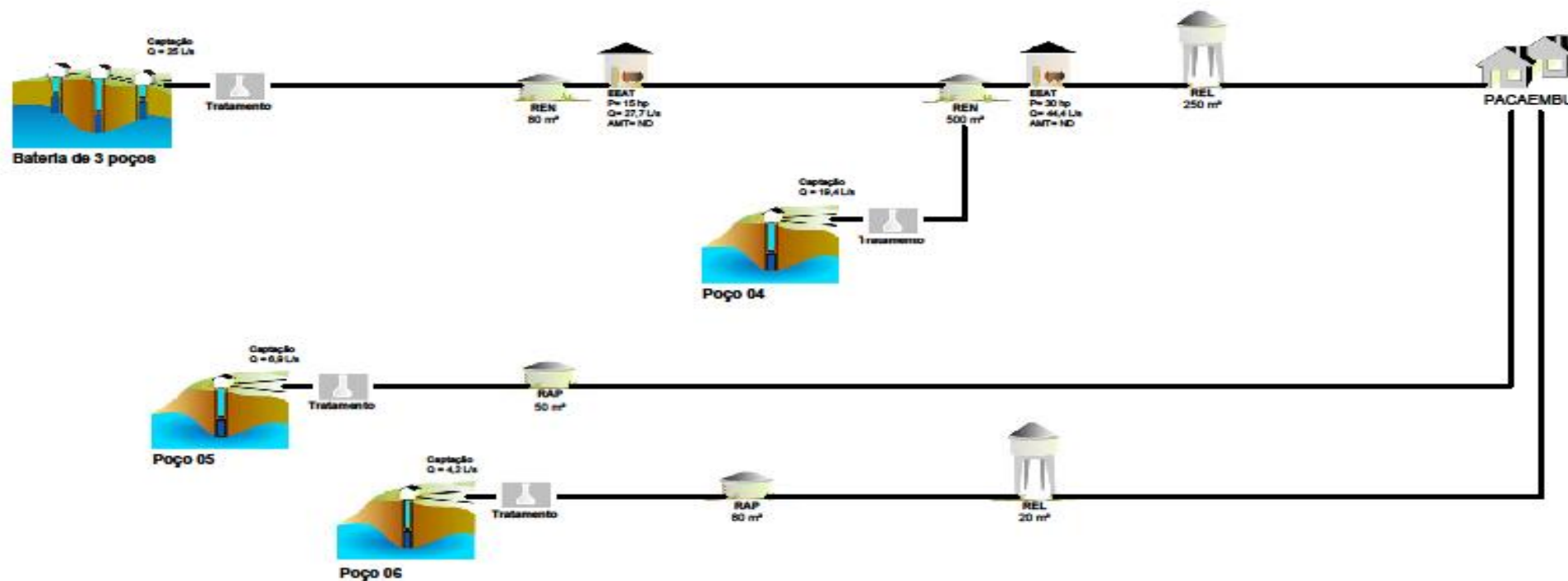
Segundo a Agência Nacional de Águas, o sistema de abastecimento de água do município e de coleta e tratamento de esgoto são realizados pela prefeitura municipal. A água utilizada para abastecimento é captada a partir de 6 poços, totalizando uma captação de 55,5 L/s que passa por um processo simplificado de desinfecção com cloro antes de ser armazenado em reservatórios para distribuição (Figura 2).

O sistema de abastecimento distribui diariamente 2.000 m³ de água, atendendo 100% das residências localizadas na área urbana.

ATLAS DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA



Isolado Pacaembu



POPULAÇÃO URBANA (hab)		SISTEMA PRODUTOR		TIPOS DE CAPTAÇÃO		SITUAÇÃO		SISTEMA ISOLADO PACAEMBU		Nº					
Bairro/Diárito/Povoado	De 50.000 a 250.000	Adutor	Tratamento	Captação Rio (Água/Tomada Direta)	Bateria de n poços	Existente		Município:	Pacaembu	Estado:	SP	Data:	Fev/10	Código	0000
Até 5.000	De 250.000 a 1.000.000	Estação Elevatória	Filtro	Barragem/ Açude	Chafiz	Projetado				Fonte	Prefeitura Municipal				
De 5.000 a 50.000	Mais de 1.000.000	Estação de Tratamento de Água	Reservatório Apoiado	Poço	Carro-pipa	Em Obras									
		Desaerizador	Reservatório Elevado												

Figura 2: Sistema de Abastecimento de Água em Pacembu/SP
 Fonte: Agência Nacional de Águas (2010).

4.2 PROCESSO DE AMOSTRAGEM

Para a realização das análises físico-químicas e microbiológicas para quantificação dos parâmetros de potabilidade de água, foram realizadas amostragens em cinco pontos da cidade, distribuídos de maneira que abrangesse uma maior área da cidade e diferentes classes sociais (Figura 3).

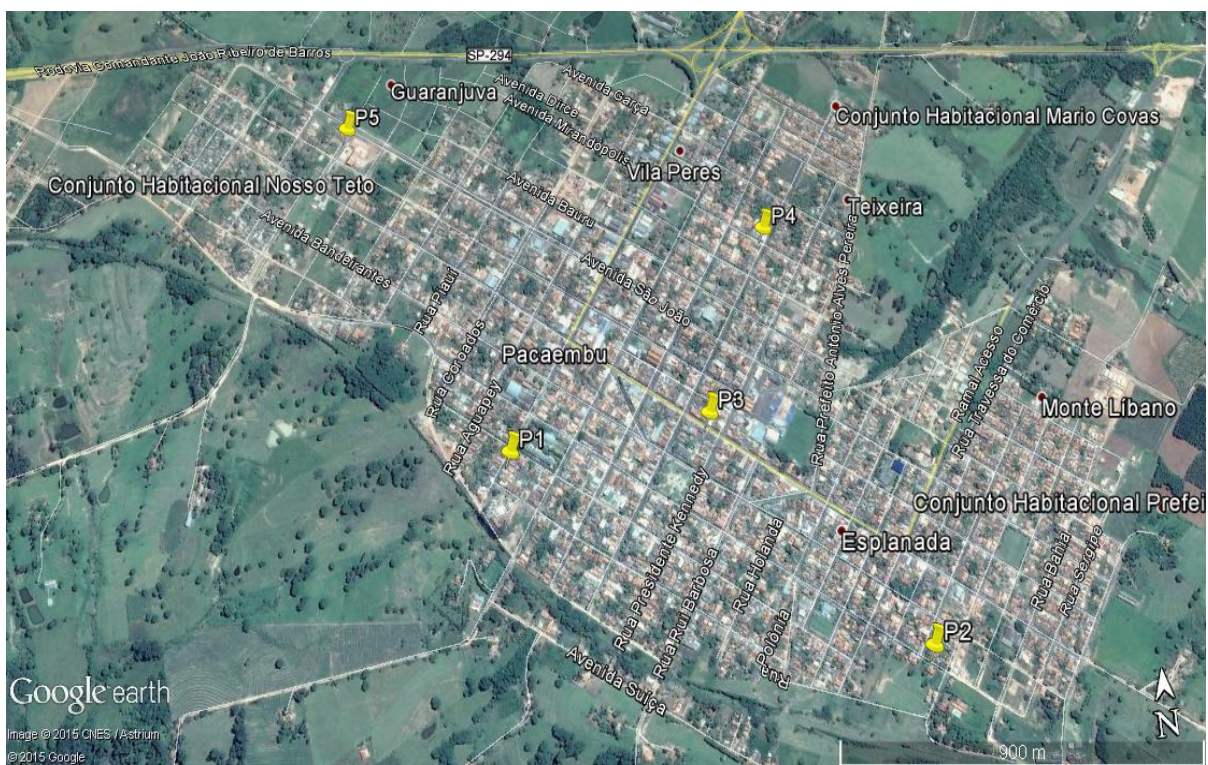


Figura 3: Pontos de amostragem
Fonte: Adaptado de Google Earth (2014).

O Ponto 1 está localizado na Rua Amador Rodrigues 124, a determinação da potabilidade no ponto se explica pelo fato do mesmo estar localizado próximo à estação de distribuição central, a Escola Municipal Manoel Teixeira Junior e ao Colégio Estadual Joel Aguiar, representando uma área com intensa movimentação de pessoal e alto consumo de água. O Ponto 2 está localizado na Av. José Galdino dos Santos 1705, um dos pontos mais altos da cidade e onde ocorre a maioria dos eventos realizados na cidade. O Ponto 3 se situa na Av. Vereador José Gomes Duda 2010, considerado a principal avenida da cidade, onde está localizada a maior

parte dos estabelecimentos comerciais e próximo ao ginásio municipal, onde ocorrem eventos esportivos, recreativos e a feira municipal.

O Ponto 4 está localizado na Av. Mirandópolis 243, o ponto que recebe grande carga do escoamento superficial no período das chuvas, por estar localizado na base de um morro. Já o Ponto 5 se situa na Rua Tietê 165, região que vem se desenvolvendo nos últimos anos, podendo apresentar o índice menor de atendimento pelas redes de saneamento, e se situando mais distante do sistema central de distribuição.

Os procedimentos de amostragem e análises físico-químicas e microbiológicas foram baseados no “Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água” desenvolvida por Parron, Muniz e Pereira (2011) e o “Manual prático de análise de água” da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2006).

Para cada ponto foram realizadas 15 amostragens, sendo coletadas semanalmente durante os meses de abril, maio e junho de 2014, totalizando 75 amostras. Em cada ponto foi coletado 1 (um) litro de água, armazenado em um recipiente de vidro transparente com tampa, devidamente higienizado e esterilizado para evitar possíveis contaminações. Devido a distância entre o local de análise e o local de estudo, as amostragens foram armazenadas a uma temperatura de 4 °C, reduzindo a atividade microbiológica e conservando suas características.

As análises físico-químicas das amostras foram realizadas no Laboratório de Saneamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão, utilizando os métodos analíticos adequados e no Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação.

4.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA

Para cada um dos parâmetros analisados foi empregado um método específico de análise, atendendo as especificações dadas pelas normas internacionais de análise de água, tais como *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* da *American Public Health Association* – APHA –

(CLESCERI et al.,1998 apud PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011) ¹e das normas publicadas pela *Internacional Standartization Organization – ISO* - (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011), conforme exigência do Art.22 da Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL,2011).

Os parâmetros físico-químicos e microbiológicos utilizados neste trabalho foram: cloro residual (mg/L), turbidez (uT), pH, cor aparente (uH), fluoretos (mg/L), coliformes termotolerantes, coliformes totais e bactérias heterotróficas.

As análises para coliformes totais foi realizada utilizando o Método de tubos múltiplos, para cada amostragem foi realizado o Teste presuntivo utilizando 5 tubos de ensaio contendo caldo laurel sulfato triptose (Caldo LST) de concentração dupla e 10 tubos com caldo laurel sulfato triptose de concentração simples. Nos tubos contendo o caldo LST de concentração dupla foi inoculado 10 ml da amostra a ser analisada em diluição 1:1, dos outros 10 tubos com caldo LST de concentração simples em 5 foram inoculados 1 ml da amostra em diluição 1:10 e nos outros 5 foram inoculados 0,1 ml da amostra em diluição 1:100. Os tubos foram colados na estufa bacteriana a 35 °C durante um período de 24/48 horas. Para os tubos positivos foram realizados o teste confirmativo, inoculando, com uma alça de platina, amostras desses tubos em meio contendo cultura de Verde Brilhante Bile a 2%, que também foram colocados na estufa durante 24/48 horas. Através da contagem de tubos positivos nas diluições 1:1, 1:10 e 1:100 foi determinado o N.M.P (Número Mais Provável) / 100 ml de bactérias nas amostras.

Os testes para coliformes termotolerantes, também foram realizado utilizando o Método de tubos múltiplos, onde amostras dos tubos positivos do Teste Presuntivo foram inoculados em tubos contendo Meio EC. Os tubos foram deixados em banho-maria a 44,5 °C durante 30 minutos, e após o período de tempo foi verificando a formação de gás, o que indica a existência de coliformes de origem fecal.

As análises de bactérias heterotróficas foram realizadas transferindo 1 ml da amostra para uma placa de Petri onde foi adicionado o meio de cultura *Count Agar*. Após o meio de cultura se solidificar, as placas contendo as amostras foram incubadas em posição invertida a 35 °C durante 24/48 horas. Passado o período de

¹ CLESCERI, L. S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 th. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 1998. 1325 p.

incubação foi realizado a contagem das colônias de bactérias com o auxílio do contador de colônias.

Os parâmetros físico-químicos como pH, turbidez e cor foram realizados utilizando equipamentos específicos como o pHmetro de bancada, turbidímetro e colorímetro. Os valores de cloro residual foram obtidos por titulação com Na₂S₂O₃, e os teores de fluoretos foram determinados no Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, através do método SM 22 ed. 4500 (BRASIL, 2009).

Na Tabela 2 encontram-se os valores máximos permitidos (VMP) para cada parâmetro analisado de acordo com a Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde (Brasil, 2011).

Tabela 2: Padrões mínimos de potabilidade segundo Portaria nº2.914/11 do MS.

Parâmetro	VMP
Coliformes termotolerantes	Ausência em 100 ml
Coliformes totais	Ausência em 100 ml
Bactérias heterotróficas	500 UFC/ml
Turbidez	5 uT
Cloro residual livre	2 mg/L
pH	6,0 a 9,5
Cor aparente	15 uH
Fluoretos	1,5 mg/L

Os parâmetros de coliformes termotolerantes e totais são de extrema importância para determinação da potabilidade da água, pois ambos são indicadores de contaminação da água por fezes oriundas de animais de sangue quente, portanto devem estar ausentes nas amostras demonstrando a eficiência no processo de desinfecção e garantindo que a água distribuída não venha a causar males a saúde da população.

Segundo o Art. 28 da Portaria do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), a contagem de bactérias heterotróficas deve ser realizada para avaliar a integridade do sistema de distribuição, ou seja, avaliar se a qualidade da água tratada está sendo preservada até as ligações prediais.

Ainda, de acordo com o Art. 30 da mesma portaria, o valor máximo de turbidez deve ser atendido, complementando as exigências relativas aos indicadores

microbiológicos, garantindo assim a qualidade microbiológica da água. Já os parâmetros de cor e cloro residual livre são utilizados para garantir a aceitação da água para consumo humano, já que eles são caracterizados por provocar estímulos sensoriais, não implicando, necessariamente, em riscos à saúde (BRASIL, 2011).

Após a obtenção dos dados quantitativos dos parâmetros analisados, foram obtidas as médias de cada mês e dispostos em tabelas, para análise comparativa com os valores máximo permitidos pela Portaria nº2.914/11 do Ministério da Saúde.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação de possíveis alterações na qualidade físico-química e microbiológica da água distribuída pelo sistema de abastecimento municipal até as residências baseou-se comparando as médias obtidas a partir dos dados quantitativos das amostragens de abril, maio e junho de 2014, com os valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, conforme a Tabela 2.

5.1 COMPARATIVO DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

De acordo com os dados obtidos com as amostragens, temos que os parâmetros cloro residual, cor, fluoretos, pH e turbidez estão dentro dos valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), para os três meses de análise estando adequado para o consumo humano.

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos amostrados no mês de Abril de 2014.

Pontos de coleta	Cloro Residual (mg/L)	Cor (uH)	Fluoretos (mg/L)	pH	Turbidez (uT)
P1	0,85	1	0,58	7,66	0,21
P2	0,49	4	0,63	7,69	1,5
P3	0,53	4	0,8	7,49	0,2
P4	0,83	5	0,65	7,67	0,24
P5	0,65	3	0,59	7,81	0,36

Tabela 4: Parâmetros físico-químicos amostrados no mês de Maio de 2014.

Pontos de coleta	Cloro Residual (mg/L)	Cor (uH)	Fluoretos (mg/L)	pH	Turbidez (uT)
P1	1	2	0,6	7,67	0,24
P2	0,95	3	0,71	7,67	0,28
P3	0,84	1	0,59	7,49	1
P4	1	5	0,56	7,75	0,2
P5	0,79	2	0,76	7,2	0,3

Tabela 5: Parâmetros físico-químicos amostrados no mês de Junho de 2014.

Pontos de coleta	Cloro Residual (mg/L)	Cor (uH)	Fluoretos (mg/L)	pH	Turbidez (uT)
P1	0,88	5	0,69	7,5	0,2
P2	0,76	3	0,92	7,66	0,43
P3	0,87	2	0,44	7,49	0,61
P4	0,81	2	0,88	7,71	0,3
P5	0,55	4	0,57	7,32	0,45

Comparando os valores obtidos de cloro residual nos três meses (Tabela 3, 4 e 5), foi possível observar que o Ponto 1 apresentou uma média de 0,91 mg/L, apresentando uma variação máxima de 0,15 mg/L que ocorreu entre as amostragens de abril e maio. No Ponto 2 a média apresentada foi 0,73 mg/L com variação máxima de 0,46 mg/L também entre os meses de abril e maio. O Ponto 3 teve uma média de 0,75 mg/L e variação de 0,34 mg/L entre abril e junho. A média obtida no Ponto 4 foi de 0,88 mg/L e variação máxima de 0,19 mg/L entre os meses de maio e junho. Já o Ponto 5 apresentou uma média de 0,66 mg/L e variação de 0,24 mg/L também entre maio e junho. Foi possível verificar que o teor de cloro residual sofreu uma redução nos Pontos 2 e 5 que se encontram mais distantes da estação de abastecimento central, podendo indicar que seu teor sofre alteração de acordo com a distância entre a central de tratamento e abastecimento. No entanto, em todos os pontos o teor de cloro residual estava acima do mínimo exigido pela Portaria que é de 0,2 mg/L e abaixo do máximo recomendado de 2 mg/L.

A média do teor de fluoretos obtidos no Ponto 1 foi de 0,62 mg/L, 0,75 mg/L no Ponto 2, 0,61 mg/L no Ponto 3, 0,7 no Ponto 4 e 0,64 mg/L no Ponto 5. Os teores de fluoretos são usualmente utilizados para prevenção de cáries e auxiliar na saúde bucal, podendo se tornar um potencial risco à saúde, apenas, se os teores estiverem muito acima do permitido pela portaria.

As médias de pH nos pontos ficaram entre 7,44, no Ponto 5, e 7,71 no ponto 4. O pH juntamente com a concentração de cloro residual livre e temperatura, influencia diretamente na ação de desinfecção de água, obtendo melhores resultados se estiver abaixo de 8. Os valores obtidos podem ser considerados ótimos, uma vez que baixos valores de pH podem tornar a água mais corrosiva e valores altos aumentar a possibilidade de incrustações na rede.

Nos três meses de análise o Ponto 1 apresentou uma turbidez média de 0,22 uT, enquanto que o Ponto 2 apresentou 0,74 uT, e os Pontos 3, 4 e 5 apresentaram 0,6 uT, 0,25 uT e 0,34 uT respectivamente. A Portaria nº 2.917/11 do MS (BRASIL, 2011) considera que para a água ser considerada potável ela deve apresentar uma turbidez máxima de 5 uT, portanto os valores obtidos estão dentro do limite exigido. O valor máximo permitido baixo para turbidez é explicado devido sua influência nos processos usuais de desinfecção, atuando como escudo aos micro-organismos patogênicos, minimizando a ação do desinfetante (ARAGÃO, 2011).

5.2 COMPARATIVO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As amostragens microbiológicas (Tabelas 6,7 e 8) apresentaram ausência para os coliformes termotolerantes e totais, indicando que a água do sistema de abastecimento não apresenta contaminação por micro-organismos patogênicos, sendo ideal para o consumo humano. Já amostragem para bactérias heterotróficas sofreu variações de acordo com o ponto de coleta e mês de amostragem, no entanto todas as análises estavam dentro dos valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/11 do MS (BRASIL, 2011).

Tabela 6: Parâmetros microbiológicos amostrados no mês de Abril de 2014.

Pontos de coleta	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Coliformes Totais (UFC/100mL)	Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)
P1	Ausente	<1.0x10 ⁰	36
P2	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P3	Ausente	<1.0x10 ⁰	31
P4	Ausente	<1.0x10 ⁰	3
P5	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente

Tabela 7: Parâmetros microbiológicos amostrados no mês de Maio de 2014.

Pontos de coleta	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Coliformes Totais (UFC/100mL)	Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)
P1	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P2	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P3	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P4	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P5	Ausente	<1.0x10 ⁰	5

Tabela 8: Parâmetros microbiológicos amostrados no mês de Junho de 2014.

Pontos de coleta	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Coliformes Totais (UFC/100mL)	Bactérias Heterotróficas (UFC/mL)
P1	Ausente	<1.0x10 ⁰	53
P2	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P3	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P4	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente
P5	Ausente	<1.0x10 ⁰	Ausente

A ausência de coliformes termotolerantes e totais em todas as análises é indicativo de que os métodos de desinfecção utilizados no sistema de abastecimento se demonstraram eficientes na eliminação de micro-organismos patogênicos, já que há presença da bactéria *Escherichia coli*, eliminando qualquer tipo de possibilidade de contaminação por fezes.

Para o parâmetro de bactérias heterotróficas o Ponto 1 foi o que sofreu mais alterações durante o período de estudo. No mês de abril foram encontrados 36 UFC/mL, passando para ausente em maio e 53 UFC/mL em junho.

Já os Pontos 3 e 4, apresentaram no mês de abril uma contagem de 31 e 3 UFC/mL respectivamente. No entanto, a presença de bactérias heterotróficas foi ausente em ambos os pontos nos meses de maio e junho. O Ponto 5 também chegou a apresentar uma pequena quantidade de bactérias durante o período de análise (5 UFC/mL), sendo identificado no mês de maio. E temos que o Ponto 2 foi o único na qual a contagem de bactérias heterotróficas foi ausente em todas as amostragens realizadas.

Mesmo as amostras dando positivo para bactérias heterotróficas, todas as amostras estavam dentro do valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914/11 do MS (BRASIL, 2011), que não deve ser superior a 500 UFC/mL

A contagem de bactérias heterotróficas é utilizada para avaliar a integridade da rede de abastecimento, ou seja, se os valores obtidos nas análises estiverem dentro do limite permitido pela legislação, é indicativo de que a qualidade e potabilidade da água do sistema de abastecimento está sendo mantida desde a saída do tratamento até sua chegada as residências, no entanto há a necessidade de ficar atento a contagem dessas bactérias, para identificar possíveis problemas na rede o mais rápido possível..

O sistema de abastecimento do município de Pacaembu/SP se mostrou satisfatório, por oferecer água dentro dos parâmetros de potabilidade, estando de acordo com dados fornecidos pelo ATLAS Brasil de Abastecimento Urbano de Água *on line*, disponível no site da Agência Nacional de Águas, onde o sistema de abastecimento municipal e potabilidade da água é considerado satisfatório.

O município apresenta uma baixa atividade industrial e a área de descarte de resíduo doméstico está distante da estação captação tratamento de água, reduzindo os riscos de contaminação o que poderia alterar a qualidade da água para consumo humano, levando em consideração os limites estabelecidos pela CONAMA e os padrões de potabilidade do Ministério da Saúde.

Para garantir uma boa qualidade de água e dentro dos padrões de potabilidade o MS exige que as análises microbiológicas e físico-químicas sejam realizadas com frequência, possibilitando que a água fornecida sempre esteja nos padrões exigidos pela legislação e que nos casos de falhas no sistema, o mesmo possa ser identificado e corrigido o mais rápido possível, reduzindo os danos à população.

6. CONCLUSÃO

Em uma situação ideal, as cidades que apresentam sistema de abastecimento de água deveriam oferecer a seus habitantes uma água de boa qualidade, onde seus parâmetros devem estar de acordo com os padrões de potabilidade recomendados pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde. No entanto, nem todos têm acesso a essa água, seja pela falta de infraestrutura das cidades, por buscarem fontes alternativas de água ou por não acreditarem na qualidade de água oferecida.

Os resultados obtidos, mostram que os parâmetros físico-químicos analisados estão abaixo dos valores máximos permitidos pela Portaria nº2.914/11 do Ministério da Saúde, indicando que a água captada, tratada e oferecida pelo sistema municipal de abastecimento do Município de Pacaembu é de boa qualidade, não acarretando em risco a saúde.

Os parâmetros físico-químicos influenciam diretamente nos processos de desinfecção da água, sendo assim é essencial que os mesmos se encontrem dentro dos parâmetros exigidos pela legislação, garantindo assim que a água tenha uma boa qualidade, esteja livre de micro-organismo patogênicos e que a rede de distribuição não sofra com corrosões ou incrustações.

Já as análises microbiológicas não acusaram a presença de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*) e nem de coliformes termotolerantes, indicando ausência de contaminação fecal e micro-organismos patogênicos. Apenas as bactérias heterotróficas foram encontradas nas amostragens, no entanto se encontravam dentro dos padrões de potabilidade, indicando a integridade no sistema de distribuição de água.

No entanto, os dados do presente trabalho foram pontuais indicando que nos locais de coleta, e no período estudado, a água distribuída é de qualidade e potável, isso demonstra eficiência no processo de tratamento e distribuição, mas não indica que todo o sistema está sempre adequado, não apresentando pontos falhos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama de qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**, Agência Nacional de Águas, Brasília, ANA, 2012.

ARAGÃO, F. I. de. **Reservatório Domiciliares em Porto Alegre: Análise das características da qualidade da água**. 2011. 85 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34402/000789697.pdf?sequence=1>> Acesso em: 08/08/2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2012**. Abrelpe, São Paulo, 2012.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera, o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Seção 1, p. 470 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.HTM>. Acesso em: 08 dez. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília, DF, 2006. 212 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 04 jan. 2012. Seção 1, p. 39. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm./2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 02 dez. 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 jan. 2001. Seção 1, p. 70-71.

_____. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispões sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2013.

_____. Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008. Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5ª do art. 34 da Resolução CONAMA nº 357/05 e acrescenta os §6º e 7º Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 07 abr. 2008. Seção 1, p. 69-68.

_____. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispões sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 mai. 2011. Seção 1, p. 89. Disponível em: <http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/CONAMA_430_2011.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2013.

CAUBET, Cristian Guy. **A Água, a lei, a política. Ministério do Meio Ambiente.** Curitiba: Juruá, 2006.

COSTERTON, J. W.; LEWANDOWSKI, Z. Microbial biofilms. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v.49, p.711-745, 1995.

D'AGUILA, Paulo S.; ROQUE, Odir Clécio C.; MIRANDA, Carlos Alberto S.; FERREIRA, Aldo. P. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu.** Cadernos de Saúde Pública, Nova Iguaçu, 2000, p. 791-798.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Orientações básicas para a operação de aterro sanitário.** Fundação Estadual do Meio Ambiente, Belo Horizonte, FEAM, 2006.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual prático de análise de água.** 3ª ed. Fundação Nacional de Saúde, Brasília, FUNASA, 2009.

GOOGLE EARTH; **Google Earth Pro 7.0.2.8415.** Google Inc. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010.** Brasília, IBGE, 2010. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/3AW>>. Acesso em: 25 jan. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de saneamento básico: PNSB.** Brasília, IBGE, 2008.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água.** Campinas/SP: Átomo, 2008. n.2.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade de água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez. 2002. Disponível em: <

http://taquari.emater.tche.br/docs/agroeco/revista/ano3_n4/artigo2.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2014.

PARRON, Lucilia M; MUNIZ, Daphne H. F.; PEREIRA, Claudia M.. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água**. Embrapa Florestas, Colombo, 2011.

PORTO, Mônica F. A; PORTO Rubem La Laina. **Gestão de Bacias Hidrográficas**. Universidade de São Paulo, 2008.

RESENDE, Álvaro V. de. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2002. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/24718/1/doc_57.pdf>. Acessado em: 20 jan. 2014.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**. Bahia, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

SPERLING, Marcos von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=1pxhLVxVFHoC&lpg=PA1&ots=CgGrD2YJ6t&dq=qualidade%20de%20agua&lr&hl=pt-BR&pg=PA2#v=onepage&q&f=true>>. Acessado em: 21 jan. 2014.

TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 7 jan. 2014.

TUNDISI, J. G. **Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999.