LUCIANA COSTA DE MELLO NEVES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO RIO PATO BRANCO E DO LOCAL DE CAPTAÇÃO QUE ABASTECE O MUNICÍPIO

PATO BRANCO
2013

LUCIANA COSTA DE MELLO NEVES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO RIO PATO BRANCO E DO LOCAL DE CAPTAÇÃO QUE ABASTECE O MUNICÍPIO

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof.Dr. Cláudio Roberto Fonsêca Souza Soares.

PATO BRANCO
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Neves, Luciana Costa de Mello.
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA MICROBACIA DO RIO PATO BRANCO E DO LOCAL DE CAPTAÇÃO QUE ABASTECE O MUNICÍPIO / Luciana Costa de Mello Neves; orientador, Cláudio Roberto Fonsêca Sousa Soares - Florianópolis, SC, 2013.
43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Pesquisa de Campo. 3. Qualidade da Água. 4. Contaminação. 5. Grupos Coliformes Totais e Fecais. I. Soares, Cláudio Roberto FonsêcaSousa . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Dedico este trabalho a minha família, pela compreensão e estímulo em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Venho através desse trabalho, agradecer minha mãe pelos dias trabalhados sem medir esforços para que hoje eu pudesse estar me graduando pela Universidade Federal de Santa Catarina no Curso de Ciências Biológicas.

Tenho principalmente que agradecer ao meu esposo Eder Wander Gonzaga Neves pelos incentivos, auxílios e participação em todos os momentos, além da compreensão necessária para que eu chegasse com êxito ao término desses quatro anos de faculdade.

Aos tutores presenciais e UFSC, bem como os professores e representantes do Pólo de Pato Branco que se dedicaram para concretizar um modelo de ensino eficiente e essencial para os dias de hoje.

A todos os colegas da turma pelas amizades adquiridas e convívio amigável ao longo desses anos, principalmente aqueles que se tornaram mais próximos e presentes no meu dia a dia.

A nossa técnica de laboratório Paola Polla pela ajuda disponibilizada e tão necessária para a consolidação e desenvolvimento desse trabalho indispensável para a obtenção do diploma de Graduada.

A coordenadora do Polo, Cássia Ruaro, pela busca freqüente de melhorias e empenho essenciais à continuidade dos cursos ofertados a Educação à distância na cidade de Pato Branco – PR.

Logo, agradeço a todos que contribuíram para minha formação e realização de um dos meus muitos objetivos, já que a partir dessa etapa novas possibilidades serão almejadas e conquistadas.

“A alegria de ver e entender é o mais perfeito dom da natureza”

Albert Einstein (1879/1955).

RESUMO

NEVES, Luciana Costa de Mello. Avaliação da qualidade da água da microbacia do Rio Pato Branco e do local de captação que abastece o município. 2013. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciada em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Santa Catarina. Pólo de Pato Branco, PR.

Esse trabalho tem como objetivo de informar e orientar toda a população sobre as condições atuais dos recursos hídricos da cidade de Pato Branco. O conhecimento é o primeiro passo para identificar soluções que visam à proteção e conservação da água, tão necessária à sobrevivência e a saúde, não apenas das pessoas, mas de qualquer forma de vida. Para a concretização dessa pesquisa foram coletadas e examinadas três amostras por local, em seis períodos diferentes nos seguintes rios: Pato Branco, Pinheiro e do local de captação que abastece todo o município, totalizando 54 amostras. Nesse trabalho, as amostras foram analisadas e testadas conforme as técnicas do Manual de Métodos de Análise Microbiológica da Água. Os testes realizados visam constatar a presença de coliformes, além de quantificar o número de coliformes totais e coliformes fecais (*E.coli)* por meio da tabela estatística de identificação do Número mais Provável de Coliformes (NMP).
Os resultados das análises comprovaram que a água desses cursos hídricos é classificada como imprópria, tanto para consumo quanto para recreação, devido à grande incidência de coliformes por 100 ml de água.

Palavras-chave: Contaminação. Coliformes Totais. Coliformes Fecais.

ABSTRACT

NEVES, Luciana Costa de Mello.Quality evaluation of water of micro-basin Pato Branco and the catchment site that supplies the municipality. In 2013. 44 f. Completion of course work (Degree in Biological Sciences). Federal University of Santa Catarina. Polo White Duck, PR.

This work aims to inform and guide the entire population on the current conditions of water resources of the municipality of Pato Branco. The knowledge is the first step to identify solutions aiming to get the water protection and conservation so necessary for survival and health, not only of people but of any life. To achieve this research were collected and examined three samples per site at six different periods in the following rivers: Pato Branco, Pinheiro and at capitation site that supplies all the municipality, totaling 54 samples.In this work, the samples were analyzed and tested according to the technical Manual of Methods for the Microbiological Examination of Water. The tests aim to verify the presence of coliforms and to quantify the number of coliforms total and fecal coliform (E.coli) through statistical table identification of coliform Most Probable Number (MPN).The analysis results showed that the water from these water courses is classified as inappropriate for human consumption as for recreation, due to the large incidence of coliforms per 100 ml of water.

Key words: Contamination, total coliforms, fecal coliforms.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Pato Branco..... 26
Figura 2 - Bactéria *Escherichia coli*..... 31
Figura 3 - Delimitação da Microbacia do Rio Pato Branco, com localização do local de captação que abastece o município de Pato Branco..... 41
Figura 4 - Delimitação das sub-bacias da Rede Hidrográfica de Pato Branco. 42
Figura 5 – Processo de Inoculação das amostras de água, conforme técnica dos tubos múltiplos..... 46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos corpos de água para o abastecimento humano.. 28
Tabela 2 - Doenças que podem ser transmitidas pela água contaminada. 29
Tabela 3 - Monitoramento da Contaminação Ambiental (Programa 3). 34
Tabela 4 - Monitoramento da Contaminação Ambiental (Programa 5). 35
Tabela 5 - Total de amostras analisadas a cada coleta..... 43
Tabela 6 - Resultados dos testes realizados (NMP)..... 51

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EC	*Escherichia coli*
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geográfica e Estatística
NMP	Número mais Provável
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PMPB	Política Municipal de Pato Branco
RH	Recursos Humanos
UFC	Unidades Formadoras de Colônias

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....25
2 POSSÍVEIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO..... 37
3 OBJETIVOS.....39
3.1 OBJETIVO GERAL.....39
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....39
4 METODOLOGIA.....40
4.1 LOCAIS DE COLETA.....40
4.2 AMOSTRAS E COLETAS.....42
4.3 ESTRATÉGIAS DE AÇÃO PARA A PESQUISA DE COLIFORMES.....44
4.3.1 Teste Presuntivo para Coliformes.....45
4.3.1.1 Preparo do Caldo Lauril Triptose (CL).....46
4.3.2 Teste Confirmativo para Coliformes.....47
4.3.2.1 Preparo do Caldo Bile Verde Brilhante (2%).....47
4.3.3 Coliformes Fecais.....48
4.3.3.1 Preparo do Caldo EC.....49
5 RESULTADOS.....50
6 DISCUSSÃO.....53
7 CONCLUSÃO.....55

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos principais componentes que garante a existência e a manutenção de toda a diversidade biológica presente na Terra.

A chuva, derretimento de geleiras e neve são fatores responsáveis pela quantidade do fluxo de água que formam os mananciais hidrográficos. Geralmente a água da chuva escoa através dos pontos mais altos para os mais baixos, passando pelos afluentes e rios secundários até chegar a um leito principal, que irá se concentrar em maior quantidade em um determinado local.

> Bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação, que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, o exutório. É composta por um conjunto de superfícies - vertentes constituídas pela superfície do solo e de uma rede de drenagem formada pelos cursos de água, que confluem até chegar a um leito único. (FINOTTI *et al*., 2009, p. 38).

Marques & Souza (2005) avaliam a bacia hidrográfica como um compartimento geográfico natural delimitado por divisores de água, onde esta drena para um curso de água principal e seus afluentes, e onde cada bacia hidrográfica se interligaria com outra bacia de ordem superior, constituindo-se, na última, uma sub-bacia.

A rede hidrográfica do Município de Pato Branco é formada por várias afluentes que desaguam no Rio Chopim, sendo que, os quatro grandes cursos de água são formados pelos rios: Ligeiro, Pato Branco, Vitorino e Arroio Gavião (IHLENFELD, 2011), na figura 1 é possível visualizar a localização da Bacia Hidrográfica do Rio Pato Branco.

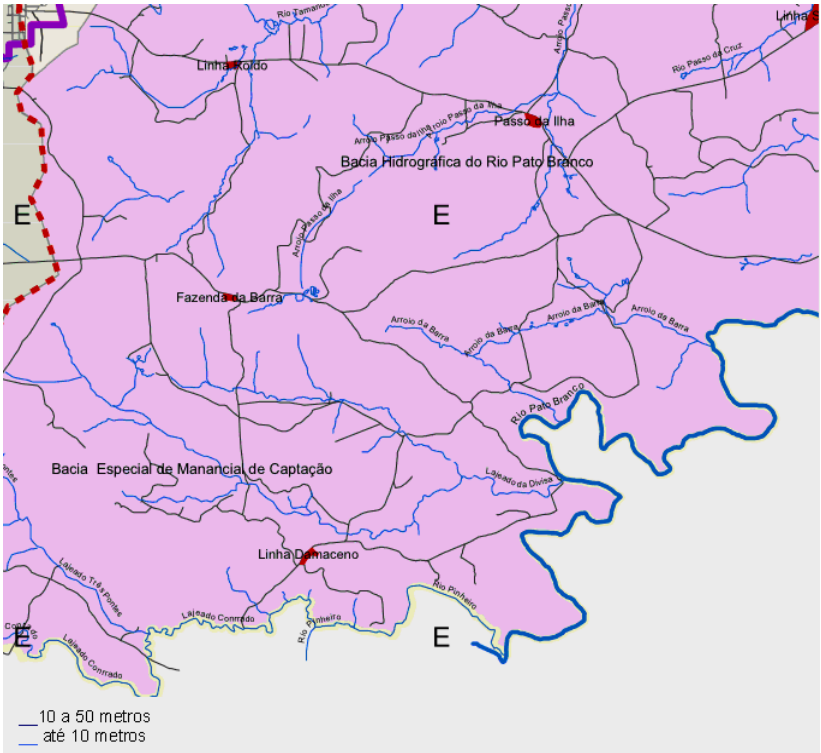


Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Pato Branco.
Fonte: IHLENFELD, 2011

Grande parte da Microbacia em estudo, (91%) fica situada no município vizinho de Mariópolis, incluindo as sub-bacias a serem avaliadas nesse trabalho. (IHLENFELD, *et al*., 2011).

O município de Mariópolis ocupa uma extensão de 274,7 Km^2, formada por 133 hectares de área urbana e 23,3 hectares que pertencem à área rural. (IHLENFELD, *et al*., 2011).

A vegetação que envolve e protege as encostas desses rios, encontra-se escassa, visto que atualmente apresentam apenas cerca de 10% da cobertura original de preservação permanente.

> A mata ciliar é uma formação vegetal que proporciona maior infiltração e armazenamento de água no lençol freático, protege contra erosões e assoreamento, logo garante a presença de água mais límpida, promoção da vida aquática, melhora a qualidade da água, equilibra o clima como também evita as enchentes. (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Conforme o decreto-lei do Código Florestal Brasileiro, os cursos de água que possuem menos de 10 (dez) metros de largura, devem apresentar no mínimo 30 (trinta) metros de mata ciliar envolvendo o leito do rio, e para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinqüenta) metros de largura, no mínimo 50 (cinqüenta) metros. (BRASIL, 2012).

Ao comparar esses dados a um estudo realizado pelo município de Pato Branco no ano de 2009, é possível verificar que nos três anos que se passaram, ouve uma grande redução da formação vegetal.

"A microbacia do Rio Pato Branco, possui em média 20m de largura. Pouca mata ciliar, apenas 40% do necessário em toda a sua bacia". (PREFEITURA DE PATO BRANCO, 2009).

A presença da mata ciliar nas margens dos corpos de água contribui de forma significativa na qualidade e reserva de água disponível, logo a diminuição ou degradação dessas áreas favorece diversos meios de poluição da água. (BRASIL, 2012).

Por esse motivo, tornam-se indispensáveis um conjunto de ações e esforços voltados à preservação de nascentes, afluentes, rios e bacias hidrográficas; garantindo assim a qualidade da água consumida pelas pessoas além de proporcionar condições para o mantimento da saúde e qualidade de vida.

Para Cunha & Guerra (2004), as bacias hidrográficas possibilitam uma compreensão mais ampla das condições naturais e das atividades

humanas que causam impactos negativos em diferentes escalas e velocidades ao meio ambiente.

Para a Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2011), a água de baixa qualidade coloca em risco a saúde humana e dos ecossistemas, reduz a disponibilidade de água potável e de recursos hídricos próprios para outras finalidades, limita a produtividade econômica e diminui as oportunidades de desenvolvimento.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente classifica os corpos de água para o consumo humano conforme tabela 1.

Tabela 1 - Classificação dos corpos de água para o abastecimento humano.

Classe especial	Não foram estabelecidos parâmetros de coliformes termotolerantes, pois são provenientes de mananciais preservados com excelentes características biológicas, devendo ser mantidos as condições naturais do corpo de água sendo vetado o lançamento de efluentes, mesmo que tratados.
Classe 1	Coliformes termotolerantes até o limite de 200 unidades por 100 ml de água.
Classe 2	Coliformes termotolerantes até o limite de 1000 unidades por 100 ml de água.
Classe 3	Coliformes termotolerantes até o limite de 4000 unidades por 100 ml de água.
Classe 4	Não foram estabelecidos parâmetros de coliformes termotolerantes, pois não se recomenda a utilização desta classe de água para o abastecimento humano.

Fonte: CONAMA (2005).

Á água é essencial para a existência e bem estar do ser humano, devendo ser disponível em quantidade suficiente e de boa qualidade como garantia da manutenção da vida. (FREITAS, *et al*., 2002).

A qualidade da água previne a ocorrência de doenças causadas na população, visto que a água contaminada pode transmitir doenças como:

Hepatite A, Cólera, Lepstopirose, Esquistossomose, Febre tifóide e Diarréia infecciosa.

Segundo dados da Fundação Nacional de Saúde (2000) a descrição e o modo de transmissão das doenças infecciosas podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 - Doenças que podem ser transmitidas pela água contaminada.

Doença	**Descrição**	**Modo de transmissão**
Hepatite A	Doença viral aguda	Fecal-oral, veiculação hídrica, alimentos contaminados
Cólera	Infecção intestinal aguda	Ingestão de água ou alimentos contaminados por fezes ou vômitos de doente ou portador.
Leptospirose	Doença infecciosa aguda de caráter epidêmico	Pelo contato com água ou solo contaminado pela urina de animais portadores
Esquistossomose	Infecção produzida por parasito	Contato humano com águas infectadas pelas cercarias
Febre Tifóide	Doença bacteriana aguda	Doença de veiculação hídrica e alimentar, transmissão se dá pela ingestão de água e moluscos.
Diarréias agudas	Causada por vários agentes etiológicos (bactérias, vírus, parasitas)	Específicos para cada agente etiológico

Fonte: Fundação Nacional da Saúde (2000).

Para Carr & Neary (2008), a poluição da água é resultado das alterações dos nutrientes, sedimentos, temperatura e pH, além da presença de metais pesados, toxinas, componentes orgânicos, agrotóxicos, fatores biológicos entre outros.

Os fatores biológicos são caracterizados por um conjunto de organismos capazes de contaminar a água e alimentos e consequentemente podendo causar doenças no homem, esses agentes são conhecidos como vírus, bactérias, protozoários, vermes, fungos e toxinas microbianas. (LOUREDO, 2013).

Os coliformes fecais são os principais indicadores de contaminação biológica da água, e sendo assim, são os mais utilizados para monitorar a qualidade da água.

Os coliformes compõem um grupo de bactérias, algumas conhecidas como bactérias "termotolerantes" como a bactéria *Escherichia coli*, presente em grande quantidade em fezes humanas e de animais de sangue quente.

> Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes fecais reproduzem-se ativamente a 44,5^{0}C e são capazes de fermentar o açúcar. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2012).

A bactéria *Escherichia coli* é um dos micros - organismo que habita o intestino de todos os mamíferos, está presente em grande quantidade nas fezes humanas exercendo efeitos benéficos no intestino, no entanto, algumas cepas de *E. coli* adquirem fatores prejudiciais.

Logo, o motivo da escolha do grupo de bactérias coliformes como indicador de contaminação da água, deve-se ao fato de que essas bactérias estão presentes nas fezes de animais de sangue quente, inclusive os seres humanos, visto que sua presença possui ligação direta com o grau de contaminação fecal. Além de serem facilmente detectáveis e

quantificáveis por técnicas simples e economicamente viáveis, possuem maior tempo de vida na água e são capazes de se multiplicarem no ambiente aquático. (PELCZAR, 1996).

Assim, quando essa bactéria é detectada em análises microbiológicas da água, significa dizer que se trata de um curso de água contaminado, visto que estão livres no ambiente através da dispersão de fezes, sejam humanas ou de outros animais. A *E. coli* possui, como sendo uma de suas características, o formato de bastonete, conforme demonstra a figura 2.

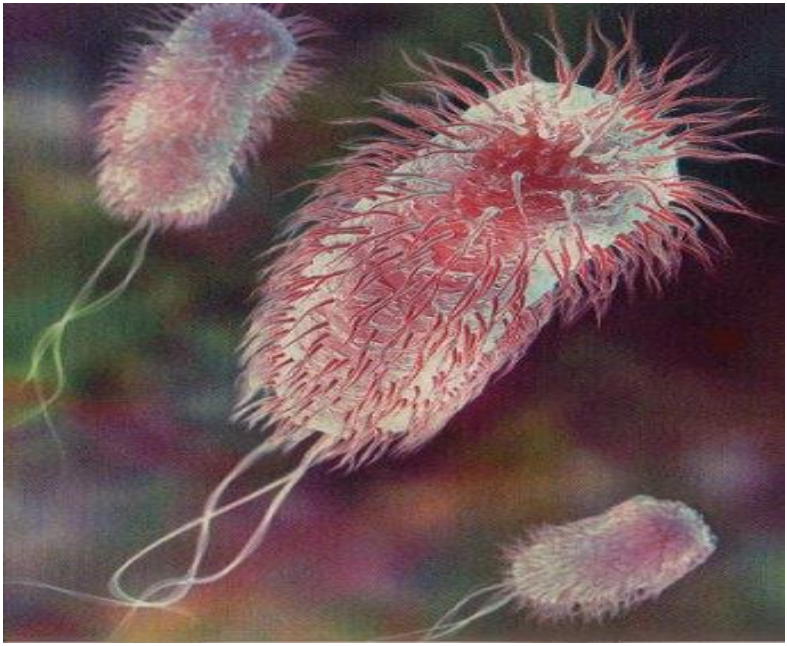


Figura 2 - Bactéria *Escherichia coli*
Fonte: PINHEIRO, Pedro. (2011).

Segundo Doyle & Cliver (1990, *apud* GONÇALVES, 2005, p. 23):

> A *E. coli* é considerada uma das bactérias de grande interesse da família Enterobacteriaceae. Geralmente são móveis pela presença de flagelos peritríquios, existindo também cepas imóveis, algumas possuem cápsula e são considerados como parte da microbiota normal do trato intestinal do homem e da maioria dos animais de sangue quente (DOYLE e CLIVER, 1990).

Existe uma relação entre o número de coliformes e o número de patogênicos. De um modo geral admite-se que a água que contenha dez a vinte coliformes por litro tem a probabilidade de possuir um microrganismo patogênico capaz de transmitir doença.

As bactérias patogênicas quando liberadas na água, através de fezes humanas (ou de outros animais) contaminam os rios causando riscos à população, pois são responsáveis por causar as doenças infecciosas.

A transmissão do agente infeccioso por meio da água contaminada pode ocorrer pela ingestão ou pelo consumo de alimentos lavados com a água contaminada.

Segundo a OMS (2002 *apud* ANA, 2011, p. 39), a cada ano, a água insegura ou de qualidade inadequada, falta de saneamento e higiene, causam aproximadamente 3,1% de todos os óbitos – ou seja, a morte de aproximadamente 1,7 milhões de pessoas em todo o mundo.

Promover o conhecimento da condição atual dos recursos hídricos contribui para estratégias futuras de preservação que garantam o desenvolvimento sustentável da sociedade.

Dessa forma, percebe-se que tanto os elementos naturais quanto os sociais devem ser abordados, visto que as alterações na qualidade da

água decorrem por meio da sua interação. (BRAGA & CARVALHO, 2003).

A análise microbiológica da qualidade da água da Microbacia do Rio Pato Branco, que abastece o município de mesmo nome, bem como os fatores que interferem na condição do rio, se faz necessária devido à necessidade de garantir a manutenção qualitativa e indiretamente o volume de água.

Diante disso, o acompanhamento das condições das propriedades da água de consumo humano e da sobrevivência das comunidades bióticas, depende de análises constantes com vista a verificar o seu grau de potabilidade.

Segundo d'Aguila *et al* (2000 *apud* BISCHOFF, 2006, p. 2), a análise da qualidade da água contribui diretamente com a saúde das pessoas. Coimbra (1991) também afirma sobre a importância de se fazer um acompanhamento qualitativo e quantitativo das águas, cujo objetivo é avaliar a oferta dos recursos hídricos e impactos no meio ambiente.

> A importância do controle e da análise da qualidade da água é fundamental a fim de que se eliminem os riscos de potencial contaminação da população. Entre os patógenos disseminados em fontes de água, os patógenos entéricos são os mais freqüentemente encontrados. Como conseqüência, fontes de contaminação fecal em água devido à atividade humana devem ser estritamente controladas. (BISCHOFF, 2006, p. 2).

Segundo o Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005 é de competência dos municípios: "Garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados". (PADILHA, 2011, p. 5).

O conhecimento da atual situação dos recursos hídricos do município deve estender-se a toda sociedade, visto que essas informações auxiliam e promovem o planejamento regional que visam o controle, preservação e proteção dos cursos de água.

Como lembra Ihlenfeld (2011), as diretrizes da política municipal de recursos hídricos, juntamente com as ações a serem realizadas pela participação de toda a comunidade, são a base para o estabelecimento dos objetivos, além de manter o conhecimento atualizado através da medição, monitoramento e avaliação dos recursos hídricos por meio de ações formais de monitoramento quali-quantitativo das bacias hidrográficas.

Nas tabelas 3 e 4 é possível visualizar os programas que contemplam as demandas técnicas e propostas da comunidade.

Tabela 3 - Monitoramento da Contaminação Ambiental (Programa 3).

Atividades	**Instrumentos**	**Metas**	**Prazos de execução**		
			Imediato	**Curto**	**Médio**	**Longo**
Monitoramento quali-quantitativo das águas	Monitoramento	Implantar e operar rede de monitoramento quali-quantitativo das águas no município – 12 réguas densificar rede de monitoramento climático	**x**			
Monitoramento quali-quantitativo da destinação de resíduos	Monitoramento	Implantar sistemática e executar monitoramento qualitativo sistemático das águas no município	**x**		**x**	

Fonte: Ihlenfeld (2011).

Tabela 4 - Monitoramento da Contaminação Ambiental (Programa 5).

Atividades	**Instrumentos**	**Atores**	**Atribuições**
Monitoramento quali-quantitativo das águas	Monitoramento quantitativo das águas	PMPB IAP outros	Implantar rede de monitoramento qualitativo da água, sobreposto ao monitoramento quantitativo (do programa 3), segundo critérios técnicos consolidados, diretamente ou por convênio com instituições afins.
Monitoramento quali-quantitativo da destinação de Resíduos	Monitoramento qualitativo das águas	PMPB IAP Outros	Definir procedimentos e implementar procedimentos de fiscalização em geral.
Monitoramento do desempenho da política de RH	Monitoramento da sustentabilidade	PMPB Instituições de ensino Superior e Outras entidades	Coletar anualmente as informações que compõem os 60 indicadores de sustentabilidade adotados pelo IBGE e ONU. (vide item 5.2 do Relatório Parcial 05).

Fonte: Ihlenfeld (2011).

Os locais de estudo analisados nesse trabalho são o Rio Pato Branco, o Rio Pinheiro e o local de captação.

O acompanhamento das condições atuais dos recursos hídricos do município de Pato Branco através dos testes a serem realizados constitui-se como importante parâmetro de qualidade para classificar a qualidade de seus afluentes.

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa é avaliar a condição da água através de testes microbiológicos que identificam a presença e a quantidade de coliformes, visto que a bacia do Rio Pato Branco tem

grande importância socioeconômica e ambiental para cerca de 72.000 habitantes (IBGE, 2010) do município de Pato Branco.

2 POSSÍVEIS FONTES DE CONTAMINAÇÃO

A agroindústria e a agricultura familiar da microrregião de Pato Branco são voltadas para as atividades de suinocultura, avicultura e de produtos lácteos. Empresas de pequeno e médio porte formam a economia local, principalmente no setor avícola, cujas instalações ficam próximas e contornam os leitos dos rios. Destaca-se que a microbacia do Rio Pato Branco reflete tal quadro econômico, pois ao longo dos rios existem diversas granjas de aves confinadas, conforme indicado no anexo A.

A economia da região ainda conta com o setor agropecuário, do comércio, de serviços e indústria, no entanto, o principal destaque deve ser dado ao setor avícola (OLIVEIRA, *et al*., 2009).

Apesar da microbacia do Rio Pato Branco estar localizada em uma área rural, o caminho de seus afluentes percorre regiões urbanas que interferem na condição final da qualidade da água. As fossas sépticas de tratamento primário de esgoto doméstico, presentes na maioria das residências rurais e urbanas, também contribuem com as alterações dos componentes presentes na água, além de outras atividades humanas, como a produção de lixo e seu descarte incorreto; aumento de resíduos da atividade industrial, da construção civil e agentes químicos, que são utilizados nas atividades agrícolas.

> Nas áreas urbanas, as bacias hidrográficas podem passar por modificações bastante significativas em função: da impermeabilização do solo, da retirada de vegetação, das obras com grande movimentação de terra, que implicam modificações no relevo, da canalização e retificação de rios, e arroios,

> dos poluentes e dos resíduos lançados nos rios, dentre outras. (FINOTTI *et al*., 2009).

A cobertura vegetal que envolve os rios apresenta pouca eficiência na filtração dos agentes causadores da poluição da água, pois a mata ciliar, apesar de presente, não possui espessura adequada para efetiva proteção das margens desses rios.

Outro fator que pode estar interferindo na condição da água desses rios, refere-se à prática de Camping muito freqüente na região, sendo que essas estruturas estão localizadas ao redor dos cursos dos rios.

Segundo Mota (1995), uma água é considerada contaminada quando essa apresenta "patogênicos ou substâncias químicas ou radioativas que podem causar malefício ao homem".

Os patogênicos presentes na água contaminada são caracterizados pelos grupos de coliformes identificados como grupo de coliformes totais e grupo de coliformes fecais.

O grupo de coliformes totais é formado por mais de 20 espécies de bactérias capazes de fermentar a lactose com a produção de gás, em 24h à 48h, a 35 °C. Esse grupo de coliformes apresenta bactérias entéricas e não entéricas, por esse motivo, é menos representativa nas indicações de contaminação da água. (SILVA, *et al*., 2005).

O grupo de coliformes fecais inclui três grupos de bactérias: a *E.coli* proveniente do trato gastrintestinal (entérica), e o grupo de *Enterobacter* e *Klebsiella* de origem não entérica. Esse grupo de bactérias é capaz de fermentar a lactose com produção de gás, em 24h à 44,5 – 45,5 °C. (SILVA, *et al*., 2005).

Logo, a contaminação fecal da água por meio de bactérias *E.coli* é muito mais significativa ao controle da qualidade da água.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente trabalho é analisar a qualidade microbiológica da água da Microbacia do rio Pato Branco, bem como as principais sub-bacias que desaguam na represa de captação, local onde é efetuada a coleta de água para o abastecimento de todo o município de Pato Branco – PR.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detectar a presença de coliformes;
- Avaliar a quantidade de coliformes totais e fecais da água;
- Verificar as prováveis interferências nos resultados;
- Comparar os resultados dos locais amostrados.

4 METODOLOGIA

O estudo da Microbacia do Rio Pato Branco foi realizado através de uma pesquisa de campo onde foram coletadas algumas amostras de água para análises em laboratório, considerando suas características biológicas, tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo.

4.1 LOCAIS DE COLETA

A bacia hidrográfica do Rio Pato Branco encontra-se localizada na Região Sudoeste do Paraná, sendo que os rios e o local de captação de abastecimento urbano a serem analisados encontram-se localizados fora do território de Pato Branco. Estão situados aproximadamente a 20 km da cidade de Pato Branco, no município de Mariópolis – PR. A região Sudoeste está localizada no Terceiro Planalto Paranaense e apresenta uma área de 130, 43 Km^2 (MACHADO, 2006. p. 76).

Nas figuras 3 é possível verificar a localização do local de captação.

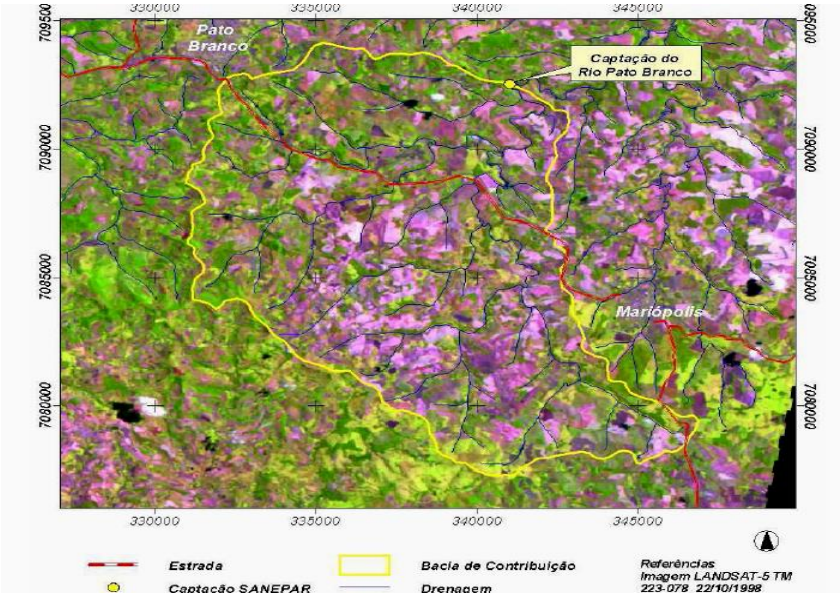


Figura 3 - Delimitação da Microbacia do Rio Pato Branco, com localização do local de captação que abastece o município de Pato Branco.
Fonte: MACHADO, 2006.

Na figura 4 abaixo, é possível observar a área que corresponde à rede hidrográfica de Pato Branco – PR, além dos três locais de coleta desse trabalho: Rio Pato Branco, Rio Pinheiro e o local de captação de abastecimento do município.

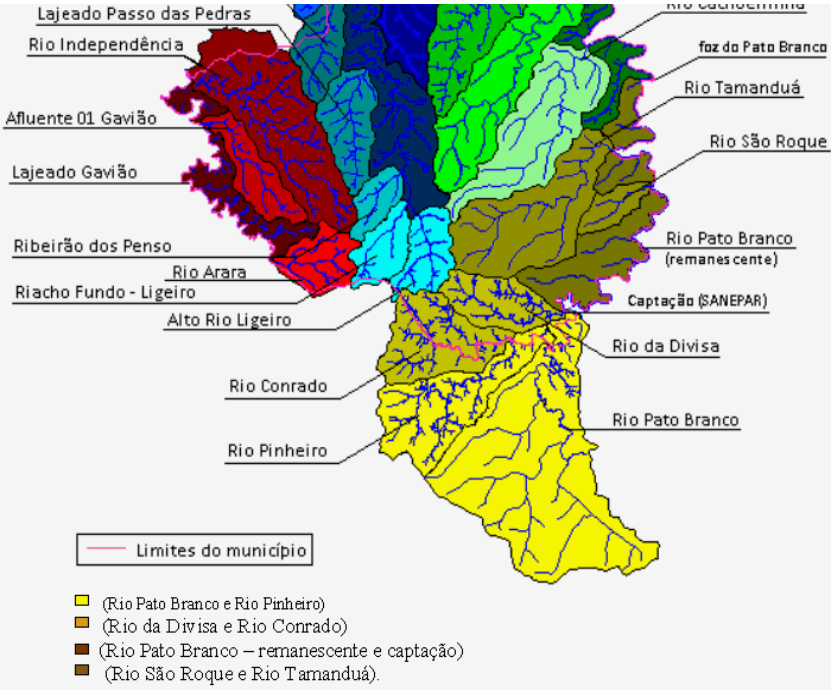


Figura 4 - Delimitação das sub-bacias da Rede Hidrográfica de Pato Branco.
Fonte: IHLENFELD, 2011

4.2 AMOSTRAS E COLETAS

As amostras referem-se às coletas de água efetuadas em diferentes sub-bacias que formam a microbacia em estudo, sendo elas:

Rio Pinheiro.

Rio Pato Branco.

Local de Captação (Sanepar), conforme demonstrado nos anexos B, C e D.

As coletas foram realizadas em seis diferentes épocas, especificamente a cada 22 dias (amostragem 1, 2, 3, 4, 5, 6), resultando em 54 amostras analisadas.

Foram coletadas três (3) amostras de cada local, totalizando nove (9) amostras por época, sendo que cada amostra possuía 120 ml de água, retiradas de pontos distintos de cada sub-bacia.

As coletas foram identificadas de acordo com os rios, onde foram extraídas três amostras do local de Captação (C1, C2, C3), rio Pato Branco (P1, P2, P3) e rio Pinheiro (F1, F2, F3). A tabela 5 abaixo demonstra o total de amostragens e diluições realizadas a cada coleta.

Tabela 5 - Total de amostras analisadas a cada coleta.

Amostras	**Diluição (10 ml)**			**Diluição (1 ml)**			**Diluição (0,1ml)**		
C1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1	C_1
C2	C_2	C_2	C_2	C_2	C_2	C_2	C_2	C_2	C_2
C3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3	C_3
P1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1	P_1
P2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2	P_2
P3	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3
F1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1	F_1
F2	F_2	F_2	F_2	F_2	F_2	F_2	F_2	F_2	F_2
F3	F_3	F_3	F_3	F_3	F_3	F_3	F_3	F_3	F_3

Fonte: Autor.

A primeira amostragem foi coletada em 04 de Novembro de 2012, e a última em 10 de Março de 2013.

Para que as amostras não sofressem alterações em relação às suas propriedades originais, foram armazenadas em frascos esterilizados e

devidamente identificados, sendo posteriormente condicionadas em caixa de isopor para transporte até o laboratório.

Conforme Brasil (2006, p. 202): “A amostra deve ser coletada o mais distante possível das margens, procurando não revolver o fundo e evitando os remansos e as áreas de água estagnada”.

4.3 ESTRATÉGIAS DE AÇÃO PARA A PESQUISA DE COLIFORMES

As estratégias utilizadas visam detectar a presença de coliformes, além de quantificar a presença de coliformes totais e fecais através da técnica dos tubos múltiplos. Essa técnica permite analisar e determinar o número dos microorganismos presente nas amostras, através da distribuição em alíquotas em uma série de tubos contendo meio de cultura específica para cada tipo de microorganismo. (SILVA, *et al.*, 2005).

“Grupo coliforme: quanto às técnicas de detecção, consideram-se do grupo coliformes aqueles organismos que na técnica dos tubos múltiplos (ensaios presuntivo e confirmativo) fermentam a lactose, com produção de gás, a 35 °C” (SILVA; OLIVEIRA, 2007).

Logo, é possível verificar o aspecto qualitativo e quantitativo da população de bactérias que podem causar doenças e contaminar a população.

O aspecto quantitativo refere-se à quantidade de bactérias presentes nas amostras analisadas, enquanto que o aspecto qualitativo é mais relevante por estar relacionado ao padrão de qualidade da água em relação a sua potabilidade, visto que a presença de apenas um patogênico torna a água imprópria para consumo.

“Coliformes fecais ou termotolerantes: são as bactérias do grupo coliformes que apresentam as características do grupo, porém a temperatura de incubação de 44, 5 °C”. (SILVA; OLIVEIRA, 2007).

O microrganismo a ser detectado no teste de coliforme fecal é a bactéria *Escherichia coli*, pois tal bactéria é mais facilmente diferenciada dos membros não fecais e principalmente porque cerca de 95% dos coliformes encontrados nas fezes humanas e de outros animais são *E.coli*. (SILVA, *et al*., 2005).

4.3.1 Teste Presuntivo para Coliformes

A técnica a ser utilizada nesse processo tem o objetivo de verificar se há presença de bactérias do grupo de coliformes totais. O método utilizado é dos tubos múltiplos, com diluição das amostras de água coletadas em tubos de ensaio juntamente com caldo lactosado (CL).

Cada amostra de água coletada foi distribuída em três diferentes concentrações, sendo utilizados três (3) tubos para amostra de 10 ml de água, três (3) tubos para a amostra de um (1) ml de água e três (3) tubos para amostra de 0,1 ml de água, totalizando nove (9) tubos. Sendo assim, cada local de coleta irá contar com um total de vinte e sete (27) tubos, conforme demonstrado na figura 5.

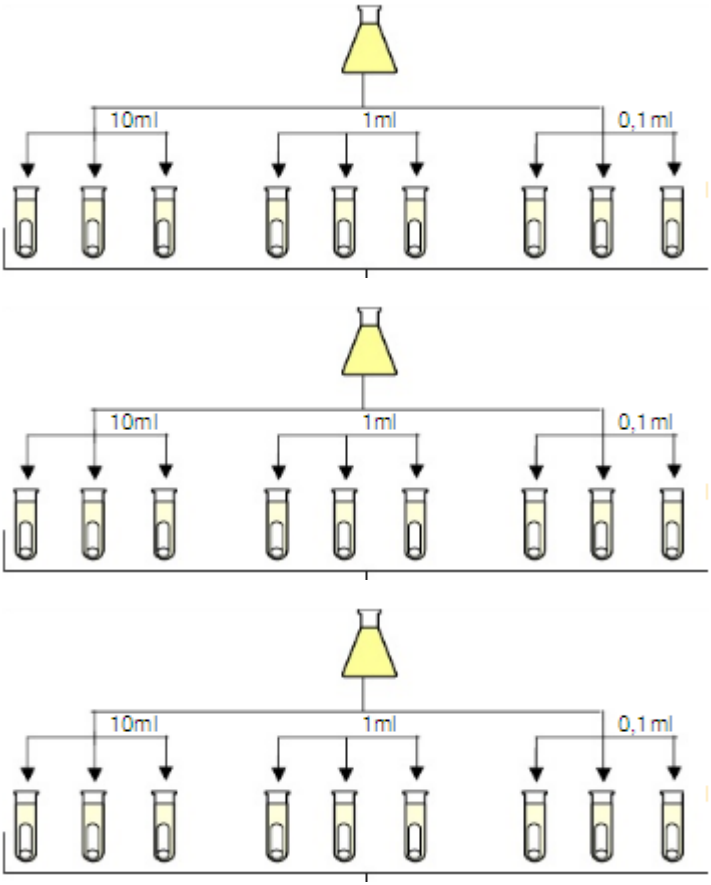


Figura 5 – Processo de Inoculação das amostras de água, conforme técnica dos tubos múltiplos.
Fonte: Filho & Nascimento (2005).

4.3.1.1 Preparo do Caldo Lauril Triptose (CL)

Para o preparo do reagente foram utilizados 28,83 gramas de caldo lactosado, quantidade pesada na balança analítica de marca Shimadzu, modelo Ay 220. Após a pesagem, o reagente foi diluído em 810 ml de água destilada e posteriormente a solução foi distribuída em 81

tubos de ensaio, cada um contendo 10 ml de caldo. Adicionados os tubos de Durhan, as amostras foram esterilizadas em autoclave vertical a 121 °C por 15 minutos.

Posteriormente, as amostras de água coletadas foram inoculadas nos tubos com meio (CL), conforme demonstrado na figura 5, totalizando oitenta e uma (81) amostras a serem analisadas. Após as inoculações em triplicatas das amostras coletadas, as mesmas foram incubadas a 35 °C por 24 horas para posterior leitura dos tubos que apresentaram gás. A acidificação, com a produção de gás, que é evidenciado no tubo de Durhan, é prova presuntiva positiva para a presença de bactérias do grupo coliformes.

4.3.2 Teste Confirmativo para Coliformes

Depois de efetuado o teste presuntivo, realiza-se o teste confirmativo, a partir dos resultados obtidos. Sendo assim, as amostras que apresentaram resultados positivos no teste presuntivo são transferidas com uma alça de platina para tubos contendo o caldo verde brilhante e bile, onde posteriormente foram incubados. Após esse processo, se ocorrer à produção de gás a partir da fermentação do caldo, caracteriza a confirmação quanto à presença do grupo de coliformes totais, com posterior leitura do número mais provável de coliformes (NMP).

4.3.2.1 Preparo do Caldo Bile Verde Brilhante (2%)

Para o preparo do reagente foram utilizados 32,4 gramas de caldo lactosado verde brilhante, quantidade pesada na balança analítica de

marca Shimadzu, modelo Ay 220. Após a pesagem, o reagente foi diluído em 810 ml de água destilada, e posteriormente a solução foi distribuída em oitenta e um (81) tubos de ensaio, cada um contendo 10 ml de caldo. Adicionados os tubos de Durhan, as amostras foram esterilizadas em autoclave vertical a 121 °C por 15 minutos.

A próxima etapa é a transferência da cultura dos tubos positivos presuntivo para os tubos com o caldo verde brilhante e bile. Em uma câmara de fluxo utiliza-se uma alça de platina para transferência das amostras, em seguida efetua-se a homogeneização da cultura juntamente com o caldo, utilizando-se um agitador de marca Vortex. Após esse processo, os tubos com a mistura são incubados em estufa a 35°C por 48 horas, logo, os resultados positivos serão aqueles tubos que produziram gás, confirmando assim a presença de coliformes totais.

4.3.3 Coliformes Fecais

Os coliformes fecais podem ser avaliados separadamente, pois possuem a capacidade de crescer a 44,5 °C, sendo assim, torna-se possível avaliar o número de coliformes fecais utilizando-se para tanto o meio de cultura EC (seletiva de *Escherichia coli*). Após a leitura do teste presuntivo, transferem-se as porções positivas para tubos contendo caldo EC e tubinhos de Durham e incubam-se a 44,5 °C por 24 horas. Posteriormente, efetua-se a leitura dos tubos que apresentam gás, com o auxilio de NMP de coliformes fecais por 100 ml.

4.3.3.1 Preparo do Caldo EC

Para o preparo do reagente foram utilizados 29,97 gramas de caldo E.C, quantidade pesada na balança analítica de marca Shimadzu, modelo Ay 220. Após a pesagem o reagente foi diluído em 810 ml de água destilada, e posteriormente a solução foi distribuída em oitenta e um (81) tubos de ensaio, cada um contendo 10 ml de caldo, adicionados os tubos de Durhan as amostras foram esterilizadas em autoclave vertical a 121 °C por 15 minutos. Logo, em uma câmara de fluxo laminar é efetuada a transferência da cultura dos tubos positivos do teste presuntivo para os tubos com o caldo E.C utilizando uma alça de platina, e em seguida efetua-se a homogeneização da cultura juntamente com o caldo, utilizando-se um agitador de marca Vortex. Após esse processo os tubos com a mistura são incubados em estufa a 44,5 °C por 24 horas.

Ao final do processo, os tubos que apresentaram gás confirmam a presença de coliformes fecais (*E.coli*). A partir desses resultados efetua-se a leitura dos tubos utilizando-se da tabela estatística de NMP (número mais provável). Conforme demonstrado no anexo E.

> A técnica do Número Mais Provável (NMP) é um meio de estimar a densidade de microrganismos viáveis em água e alimentos. O NMP está diretamente relacionado à freqüência de ocorrência de uma série de resultados positivos que são mais prováveis de ocorrerem quando certo número de organismos está presente numa amostra. A técnica está baseada no conhecimento do tipo de distribuição das bactérias em uma amostra e na teoria das probabilidades. (FILHO & NASCIMENTO, 2005).

5 RESULTADOS

Através dos métodos adotados para realização das análises de água propostas para esse trabalho, os resultados obtidos apontaram características negativas em relação à qualidade da água devido à quantidade de coliformes detectados.

Das análises realizadas para detectar a presença de coliformes, foi possível verificar que 100% das amostras coletadas apresentaram resultados positivos para o teste presuntivo, visto que em todas as épocas analisadas, os três locais de estudo: Rio Pato Branco, Rio Pinheiro e o local de captação, apresentaram NMP/100ML > 1.100 na maior parte dos testes realizados.Na tabela 6 abaixo é possível analisar a quantidade de amostras juntamente com os resultados obtidos para NMP.

Tabela 6 - Resultados dos testes realizados (NMP)

Local da Coleta	**NMP/100 ml H_2O**		
	Data da coleta: 04/11/2012		
	Presuntivo	**Confirmativo**	**Fecal EC**
Captação	1.100	>1.100	1.100
Rio Pato Branco	1.100	>1.100	1.100
Rio Pinheiro	1.100	>1.100	1.100
	Data da coleta: 25/11/2012		
	Presuntivo	**Confirmativo**	**Fecal EC**
Captação	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pato Branco	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pinheiro	>1.100	886	>1.100
	Data da coleta: 16/12/2012		
	Presuntivo	**Confirmativo**	**Fecal EC**
Captação	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pato Branco	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pinheiro	>1.100	>1.100	>1.100
	Data da coleta: 27/01/2013		
	Presuntivo	**Confirmativo**	**Fecal EC**
Captação	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pato Branco	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pinheiro	>1.100	>1.100	>1.100
	Data da coleta: 17/02/2013		
	Presuntivo	**Confirmativo**	**Fecal EC**
Captação	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pato Branco	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pinheiro	>1.100	>1.100	>1.100
	Data da coleta: 10/03/2013		
	Presuntivo	**Confirmativo**	**Fecal EC**
Captação	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pato Branco	>1.100	>1.100	>1.100
Rio Pinheiro	>1.100	>1.100	>1.100

Fonte: Autor.

Os resultados do teste confirmativo para coliformes totais reforçam os resultados obtidos no teste presuntivo, pois nesse caso constatou-se que o NMP/100mL é > 1.100 coliformes totais presentes nas amostra de água coletadas e analisadas.

Em relação à presença de coliformes fecais (*E.coli*), ficou constatado que 100% das amostras analisadas apresentaram resultados positivos. Das seis coletas efetuadas, cinco apresentaram NMP/100ml > 1.100 coliformes fecais (*E.coli*) para as amostras testadas.

A partir das análises citadas anteriormente, verifica-se o aspecto quantitativo por meio da constatação da presença do grupo de coliformes total e fecal. O caráter qualitativo é mais relevante quando consideramos a questão da potabilidade, visto que apenas uma bactéria patogênica torna a água imprópria para consumo. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

Ao comparar os três locais de estudo, conclui-se que os resultados foram equiparados em relação à quantidade de bactérias e patogênicos presentes nas amostras coletadas, e esse fato se deve à continuidade e percurso do curso dos rios, visto que o Rio Pinheiro desagua no Rio Pato Branco e esse por sua vez, desagua no local de captação.

A pequena presença de mata ciliar envolvendo esses rios, juntamente com a criação de aves na região, além do descarte incorreto do lixo e esgoto são fatores que tendem a causar deterioração desses cursos de água e consequentemente a sua contaminação.

Logo, a água quando contaminada, traz grandes prejuízos, tanto para subsistência humana quanto para a economia.

6 DISCUSSÃO

Considerando os parâmetros da qualidade da água determinados pela resolução do CONAMA n.º 357 (BRASIL, 2005), os rios em estudo e o local de captação possuem águas impróprias para consumo humano, visto que o número mais provável de coliformes totais e fecais (*E.coli*) por cada 100 ml de água ficaram acima de 1100 unidades de bactérias.

Para o Ministério da Saúde (2005), Portaria MS n.º 518 /2004, a água potável deve estar ausente de coliformes totais e de fecais (*E.coli*).

Conforme os padrões de potabilidade (CONAMA, 1986), a água para consumo humano deve apresentar ausência de coliformes fecais em 100 ml de amostra, e ausência de bactéria do grupo coliformes totais em 100 ml, quando a amostra é coletada na entrada da rede de distribuição.

Tendo como base os parâmetros do CONAMA (2005), que classifica os corpos de água para o abastecimento humano, os locais de estudo desse trabalho pertencem à classe de água do tipo 3, cuja água só pode ser destinada ao abastecimento humano desde que receba tratamento convencional ou avançado, conforme demonstrado na tabela 1.

Ao considerar o último estudo realizado por Machado (2006), na bacia Hidrográfica do rio Pato Branco, verificou-se que ocorreu um aumento na quantidade de microorganismos patogênicos presentes na água, visto que seu estudo, na época, classificava os cursos de água como pertencentes à classe 2, conforme tabela 1.

Ao considerar os parâmetros da resolução CONAMA nº274 (BRASIL, 2000), que define os padrões de água para recreação de contato primário, pode-se caracterizar os rios: Pato Branco, Pinheiro e o

local de Captação como impróprios para banho, visto que a mesma só seria satisfatória caso houvesse, no máximo 1.000 coliformes fecais ou 800 *Escherichia coli* por cada 100 ml de água.

Os rios são ecossistemas de água doce que, segundo Brasil (2011), estão entre os locais mais degradados do planeta, em relação aos fatores como perda de qualidade e o volume de água.

7 CONCLUSÃO

Os resultados preocupantes apresentados nesse trabalho evidenciam a falta de qualidade dos principais recursos hídricos da cidade de Pato Branco, e demonstram a ineficiência das políticas voltadas para preservação da água, visto que foi constatado o aumento da contaminação em relação ao estudo realizado por Machado (2006).

Apesar de a água passar por um processo de tratamento antes de chegar às torneiras das residências, é relevante questionar sobre os procedimentos tomados para que essa mesma água tão contaminada se torne potável para o consumo humano. Seria importante despertar o interesse das pessoas por esses dados, informando sobre os compostos químicos utilizados para purificação da água e consequentemente a eliminação dos organismos responsáveis por causar doenças.

Outro fator a ser considerado é o prejuízo econômico atrelado a contaminação da bacia hidrográfica, pois o tratamento da água encarece sua obtenção. Também potenciais atividades de pesca e piscicultura são inviabilizadas nos rios abordados.

Os rios em estudo também se mostraram impróprios para recreação, esse fato demonstra o seu grau de contaminação que pode ocasionar doenças na pele.

As empresas instaladas ao longo dos cursos d’água são outro fator a ser observado, pois como já demonstrado, Pato Branco e região possui grandes empresas avícolas localizadas ás margens desses rios, sem uma fiscalização regular não há como garantir que dejetos oriundos das granjas tenham uma destinação adequada.

Finalmente, é preciso informar a população quanto à necessidade de conservação da água, levando a público essa alarmante realidade, e fazendo com que conheçam os prejuízos que a água contaminada causa a saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BISCHOFF, J. ASSUMPÇÃO, R. A.B; MOURA, A. C. de. Jair Bischoff: **Avaliação da qualidade da água in-natura dos principais mananciais de abastecimento da cidade de Cascavel Paraná**. Paraná: Cascavel, 2006. Disponível em:< http://www.fag.edu.br/tcc/2007/Ciencias_Biologicas_Bacharelado/>. Acesso em: 08/05/2012.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. De. **Recursos hídricos e planejamento urbano e regiona**l. LPM-DEPLAN-UNESP. Rio Claro, 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Livro das Resoluções do CONAMA.** Brasília: MMA, 2012**.**
Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3 >. Acesso em: 23/05/2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para consumo Humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 518/2004**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

BRASIL. Decreto-lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Novo Código Florestal**. Brasília, DF, 2012.
Disponível em:< saema.com. br/files/Novo%20Codigo%20Florestal.pdf>.Acesso em: 21/10/12.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965. **Novo código Florestal**. Brasília, DF, 1965. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em 08/04/2012.

CARR, G.M. and J.P. NEARY. **Qualidade da água do ecossistema e da Saúde Humana**. Programa das Nações Unidas para Meio Ambiente Sistema de Monitoramento Global de Meio Ambiente. EUA: 2 ed., 2008.

COIMBRA, R.C. **Monitoramento da qualidade da água**. In: PORTO, R. L. org. Hidrologia Ambiental. São Paulo: EDUSPA/Associação brasileira de Recursos Hídricos, 1991. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 3) p. 391-411.

CUNHA, S. B. de; GUERRA, A.J.T. **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Ed.Bertrand do Brasil, 5 ed., 2004.

DOYLE, M.P.; CLIVER, D.O. ***Escherichia coli.*** In: CLIVER, D.O. 1990a. Cap. 13, p. 209-216. In: GONÇALVES, Patrícia Maria Rocha. *Escherichia coli* com detecção do gene ISS por PCR, micoplasmas e salmonelas na qualidade sanitária de frangos de corte ao abate. Niterói-RJ: 2005. p. 23.

FILHO, V; NASCIMENTO, A. **Análises Físico – Químicas e Bacteriológicas da água**. Universidade Federal do Maranhão. São Luis, p.1-59, 2005.

FINOTTI, A. R. et al. **Monitoramento de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas.** Gestão e tecnologias Ambientais. Rio Grande do Sul: Educs, 2009.

FREITAS, V. P. S.; BRÍGIDO, B. M.; BADOLATO, M. I. C.; ALABURDA, J. **Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas**. Rev. Inst. Adolfo Lutz, 61 (1): 51-58, 2002.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Doenças Infecciosas e Parasitárias**. Guia de Bolso. Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pato **Branco – PR**. Acesso em:<

http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 16/09/2012.

IHLENFELD, R. G. Kurten. **Plano Municipal de Gestão de Recursos Hídri**cos. Prefeitura Municipal. Pato Branco: Iguassu Consultoria Ambiental Ltda., 2011.

LOUREDO. P. BRASIL, Escola. Contaminação dos Alimentos. **Agentes Biológicos.** Disponível em: < HTTP://www.brasilescola.com/biologia/contaminacao-alimentos.htm>. Acesso em: 03/07/2013.

MACHADO, W. C. P.**. Indicadores da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Pato Branco.** Tese para aquisição do Doutorado. Curitiba: 2006.

MARQUES, R., SOUZA, L. C de. **Matas ciliares e áreas de recarga hídrica**. In: ANDREOLI, C.V., CARNEIRO, C. Gestão Integrada de Mananciais de Abastecimento Eutrofizados. Curitiba: SANEPAR, 2005. p.161-188.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2ed. ver. e atualizada. Rio de Janeiro: ABES, 1995.

OLIVEIRA, C. P. N. et al. **O desenvolvimento da região Sudoeste do Paraná sob os aspectos econômicos.** Faculdade Assis Gurgas. Cascavel, p.1-12, 2009.

PADILHA, A. R. S. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Brasília, 2011.** Disponível em:< www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/110982-2914.html>. Acesso em: 08/05/2012.

PELCZAR, M.J. **Microbiologia Conceitos e aplicações**. 2ª Ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

PINHEIRO, P. **Bactéria *Escherichia coli.*** MD. Saúde. Disponível em: < http://www.mdsaude.com/2011/06/bacteria-escherichia-coli.html>. Acesso em: 08/09/2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PATO BRANCO. **Relevo e hidrografia**. Pato Branco, 2009. Disponível em:< http://www.patobranco.pr.gov.br/municipio9.aspx>. Acesso em 08/04/2012.

SEELEY, H.W. Jr., VANDEMARK, P.J., L. J.J. (1991). **Microbes in action**.W.H.Freeman & Company, New York: chapter 8 & 9.

SILVA, G. N. F; OLIVEIRA, V. L. de. **Microbiologia**: manual de aulas práticas. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.

SILVA, F. M. A; FILHO, L. M. **Avaliação das concentrações de coliformes no afluente e efluente da ETE Goiânia**. Goiânia: 2007.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica da água**. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

SECRETÁRIA DO MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. **Bacia Hidrográfica**. Portal do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2012. Disponível em: < http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=54>. Acesso em: 08/09’2012.

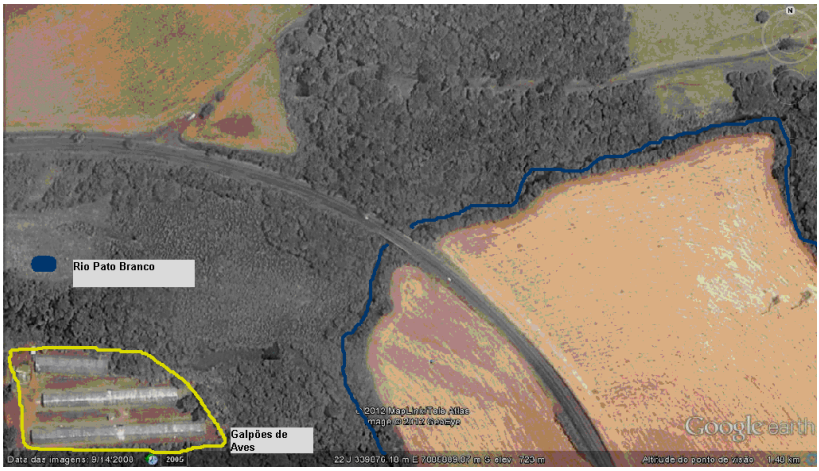
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Laboratório de Ensino de Ciências e Tecnologias. Quadro teórico. **Coliformes**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://lect.futuro.usp.br/site/ecologia/quadroteorico/c_coliformes.htm>. Acesso em: 04/09/2012.

ANEXOS

ANEXO A – Microbacia do Rio Pato Branco com identificação dos aviários que contornam o leito do rio.

Fonte: Google Earth

ANEXO B – Situação das margens do Rio Pato Branco, apresentando aparente desmatamento da mata ciliar além da presença de galpões de granjas.

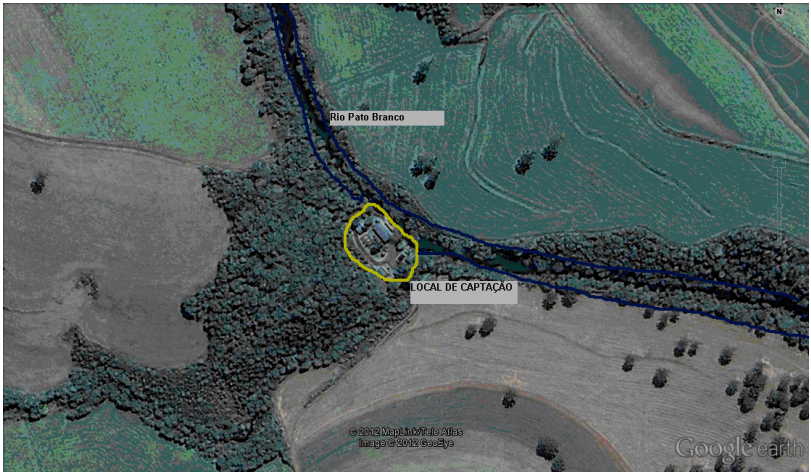


Fonte: Google Earth

ANEXO C – Imagem da Localização do Rio Pinheiro com identificação de galpões aviários bem próximos ao leito do rio.

Fonte: Google Earth

ANEXO D – Local de captação que abastece o município de Pato Branco pela empresa de saneamento (Sanepar).



Fonte: Google Earth

ANEXO E - Tabela Estatística - Número Mais Provável

Número de tubos Positivos			**MPN/ 100 ml**	**Número de tubos Positivos**			**MPN/ 100 ml**
0	0	0	0	2	0	0	9.1
0	1	0	3	2	0	1	14
0	0	2	6	2	0	2	20
0	0	3	9	2	0	3	26
0	1	0	3	2	1	0	15
0	1	1	6.1	2	1	1	20
0	1	2	9.2	2	1	2	27
0	1	3	12	2	1	3	34
0	2	0	6.2	2	2	0	21
0	2	1	9.3	2	2	1	28
0	2	2	12	2	2	2	35
0	2	3	16	2	2	3	42
0	3	0	9.4	2	3	0	29
0	3	1	13	2	3	1	36
0	3	2	16	2	3	2	44
0	3	3	19	2	3	3	53
1	0	0	3.6	3	0	0	23
1	0	1	7.2	3	0	1	39
1	0	2	11	3	0	2	64
1	0	3	15	3	0	3	95
1	1	0	7.3	3	1	0	43
1	1	1	11	3	1	1	75
1	1	2	15	3	1	2	120
1	1	3	19	3	1	3	160

1	2	0	11	3	2	0	93
1	2	1	15	3	2	1	150
1	2	2	20	3	2	2	210
1	2	3	24	3	2	3	290
1	3	0	16	3	3	0	240
1	3	1	20	3	3	1	460
1	3	2	24	3	3	2	1100
1	3	3	29				

Fonte: Seeley, H.W. Jr., VanDemark, P.J., Lee, J.J. (1991).