

SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA, PARA FINS DE POTABILIDADE

RAINWATER TREATMENT SYSTEM FOR POTENTIAL PURPOSES

Karyne Kelly Alves Ferreira¹

Diogo Pedreira Lima ²

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil – Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos

² Engenheiro Ambiental , Mestre em Engenharia Ambiental - Instituto Tocantinense Presidente
Antônio Carlos(Orientador)

RESUMO: A água é um recurso essencial para a sobrevivência humana, entretanto, é perceptível um grande desperdício da mesma. Fez-se necessário, o uso de novas técnicas como o aproveitamento de água da chuva, que consiste na captação e reservação dessas águas para fins de potabilidade ou não. Sendo assim, com a finalidade de utilizar a água da chuva para fins potáveis, criou – se um filtro de areia para realizar o tratamento da mesma. Após as análises, concluiu-se que os resultados foram satisfatórios, porém é necessário continuar realizando novos testes a fim de garantir a eficácia do mesmo. Sendo assim têm – se uma economia do consumo das águas servidas pela cidade, bem como auxilia na redução das enchentes e alagamentos.

Palavras-chave: Captação. Água. Chuva. Abastecimento.

ABSTRACT: Water is an essential resource for human survival, however, it is noticeable a great waste of it. It was necessary, the use of new techniques such as the use of rainwater, which consists in capturing and reserving these waters for drinking purposes or not. Therefore, in order to use rainwater for drinking purposes, a sand filter was created to carry out the treatment of the same. After the analyzes, it was concluded that the results were satisfactory, but it is necessary to carry out new tests in order to guarantee the effectiveness of the same. In this way, an economy of the consumption of the waters served by the city, as well as helps in the reduction of the floods and floods.

Keywords: Captation. Water. Rain. Supply.

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, tem sido crescente a preocupação com os recursos naturais existentes, visto que a água, um dos principais focos, é indispensável à sobrevivência humana.

Apesar de sua importância, avalia-se que somente 2,5% do volume total de água no planeta seja de água potável, água doce. Deste percentual apenas 0,266% está em lagos, rios e reservatórios, estando o restante distribuído na biomassa e na atmosfera sob a forma de vapor. Assim sendo, é estimado que somente 0,007% de toda a água doce do planeta está em locais de simples acesso para o consumo humano (UNIÁGUA, 2006).

Surge então a necessidade de novas políticas e técnicas de aproveitamento de água, visando economia. Para fins não potáveis, podem ser utilizados sistemas associados à captação de água da chuva. Tal sistema pode ser empregado em torneiras que alimentam jardins, lavagens de automóveis, descargas sanitárias, calçadas, entre outros.

O presente trabalho tem a finalidade de elaborar um sistema de captação e abastecimento da água da chuva como meio de viabilidade econômica e sustentável em meios urbanos para fins não potáveis, bem como, analisar sua qualidade para fins de potabilidade.

2 METODOLOGIA

O desenvolvimento dessa pesquisa se deu em uma obra residencial com 50m², na cidade de Porto Nacional – TO. A água da chuva foi captada pelo telhado da mesma, tendo a calha como meio de transporte do fluido até o reservatório, todos higienizados.

Nos primeiros dois dias do período chuvoso, a água que caiu lavou o telhado e não pôde ser aproveitada, contudo, o remanescente serviu para diversas atividades domésticas, tais como lavagem de automóveis, lavagem de áreas e irrigação de jardins. Todavia o presente estudo resumiu-se no tipo de tratamento que possa ser utilizado para usos potáveis.

A confiabilidade dos resultados analíticos depende do procedimento adequado de coleta e transporte das amostras. O material coletado deve representar

de forma fidedigna o local amostrado. A seleção criteriosa dos pontos de amostragem e a escolha de técnicas adequadas de coleta e preservação de amostras são primordiais para a confiabilidade e representatividade dos dados gerados.

Todos os frascos utilizados para coleta de amostras foram preparados e fornecidos pelo laboratório do Instituto Federal do Tocantins.

a) uma coleta normalmente é realizada em vários frascos, dependendo das análises a serem realizadas (exemplo: frasco com inibidor de cloro estéril/bolsa plástica, frasco plástico, frasco de vidro âmbar, etc.), que fazem parte de uma única amostra, portanto deve ser realizada no mesmo momento e no mesmo ponto de coleta;

b) os frascos/bolsas de coleta deverão ser abertos somente no momento de sua utilização, pelo tempo necessário para seu preenchimento, devendo ser fechados imediatamente após a coleta;

c) a amostra deve ser acondicionada em caixa isotérmica, com gelo reciclável, de forma adequada para que não ocorram perdas durante o transporte. A quantidade de gelo reciclável deve ser o suficiente para manter as amostras refrigeradas entre 3°C e 10°C, com exceção das mechas que devem ser mantidas e transportadas à temperatura ambiente.

2.1 PROCEDIMENTO 1 – HIGIENIZAÇÃO PARA COLETA

- a) Lavou-se as mãos com álcool 70% e em seguida colocou-se as luvas.
- b) Coletou-se a água do reservatório já higienizado.

2.1.1 Procedimento 2 – Coleta para análise microbiológica

a) Utilizando frascos de vidro estéreis com inibidor de cloro, a tampa foi removida juntamente com o papel protetor do frasco e coletado em torno de 125mL de água. O mesmo foi cheio cerca de 2 centímetros abaixo da tampa para homogeneização da amostra. O frasco foi imediatamente fechado após a coleta, com o papel protetor em volta do gargalo, bem fixo. Alguns cuidados tiveram de ser tomados durante a coleta, tais como, não foi tocado na parte interna da tampa e do frasco; não foi colocada a tampa no chão ou sobre outra superfície; não se pôde falar, tossir ou espirrar próximo ao frasco de coleta.

2.1.2 Procedimento 3 – coleta para análise físico – química e organolépticas

a) Utilizou-se o frasco plástico com tampa rosqueável. O frasco não foi cheio até o gargalo. Deixou-se um espaço aproximado de dois centímetros para homogeneização da amostra.

2.2 CARACTERIZAÇÃO E MÉTODO DA ANÁLISE

2.2.1 Temperatura

A temperatura da água interfere na eficiência do processo de desinfecção.

Os materiais utilizados foram termômetro e béquer de 250ml. O procedimento foi realizado coletando a amostra no béquer, em seguida o bulbo do termômetro foi imerso na amostra (água) recém-coletada. Aguardou-se até que o material dilatante (mercúrio) fosse estabilizado e logo após a leitura foi feita com o bulbo do termômetro ainda dentro da água.

2.2.2 Potencial hidrogeniônico (ph)

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. Na água, este fator é de excepcional importância, principalmente nos processos de tratamento, interferindo nas etapas da coagulação, filtração, desinfecção e controle da corrosão.

O padrão de potabilidade, em vigor no Brasil, Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, preconiza uma faixa de pH entre de 6,0 a 9,5 no sistema de distribuição.

Os materiais utilizados foram medidor de pH completo e béquer de 50ml e 100ml. O procedimento foi realizado primeiramente calibrando o pH-metro seguindo as instruções do fabricante, após isso foi coletada um pouco da amostra em um béquer, seguido da introdução do eletrodo do pH-metro na amostra. A leitura foi realizada quando o valor foi estabilizado.

2.2.3 Turbidez

Na água a turbidez está relacionada à presença de materiais sólidos em suspensão que reduzem a sua transparência tais como, areia, argila, silte, material orgânico e inorgânico, dividido entre outros. A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada pode formar flocos pesados que decantam mais rapidamente do que água com baixa turbidez, no entanto, faz com que uma quantidade maior de produtos químicos (ex: coagulantes) sejam utilizados nas estações de tratamento de águas, aumentando os custos de tratamento. No Brasil, o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde fixa a turbidez em, no máximo 1 unidade de Turbidez (uT) na saída da Estação de Tratamento de água (ETA) e 5 uT no ponto mais desfavorável da rede de distribuição.

Os materiais utilizados foram turbidímetro digital, água destilada e bquer de 250ml. O procedimento foi realizado calibrando inicialmente o turbidímetro seguindo as instruções do fabricante, logo após foi adicionado cerca de 20ml da amostra em um bquer de 50ml. Seguindo, foi transferido um pouco da amostra para a cubeta e realizada a leitura do turbidímetro.

2.2.4 Oxigênio dissolvido (OD)

Trata-se de um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. Além das ações antrópicas no lançamento de efluentes, as concentrações de OD podem variar naturalmente, ocasionada pela respiração ou degradação da matéria orgânica pelos organismos presentes no ambiente aquático, que consomem o oxigênio. Outra forma de redução dá-se pelas perdas para a atmosfera e oxidação de íons.

O Procedimento foi realizado adicionando a amostra no frasco de rolha esmerilhada, enchendo-o totalmente. Após, o frasco foi colocado dentro de um recipiente com a ponta da pipeta mergulhada na amostra. Em seguida, foi colocado 1,0ml de cloreto manganês 0% m/v. Do mesmo modo, adicionado na amostra 1,0ml de hidróxido de sódio 30% m/v. O frasco com a amostra foi tampado, e deixou-se decantar por 5 minutos. Após esse processo foi adicionado de 10 gotas a 15 gotas de solução KI 10% m/v. Seguindo desse processo, foi adicionado 10,00ml de solução de ácido clorídrico 50% v/v. O frasco foi tampado e limpo externamente com papel

toalha, para poder agitar até completa dissolução do precipitado. Anotou-se o conteúdo de oxigênio dissolvido presente na amostra.

2.2.5 COLIFORMES

O grupo coliforme fecal que constitui imenso número de bactérias encontradas na água, solo e em fezes de seres humanos e outros animais. Embora não sejam patogênicos, são utilizados como indicadores bacteriológicos, para apontar que a água recebeu dejetos podendo ter microrganismos causadores de doenças. A resolução 357/2005 do CONAMA para águas de Classe Dois que o valor deve ser inferior a 1000 NMP/100ml. Para a classe desta pesquisa, a resolução admite que os valores devam ser ausentes.

2.2.6 DBO

DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é quantidade de oxigênio molecular necessário à estabilização da matéria orgânica decomposta aerobicamente por via biológica (MOTA, 1995). O índice permitido pela resolução 357/2005 do CONAMA para este parâmetro, águas de classe dois, tem que ser inferior a 5mg.L⁻¹.

Este parâmetro é utilizado para exprimir o valor da poluição produzida por material orgânico oxidável biologicamente, que equivale a quantidade de oxigênio consumido pelos microorganismos de esgoto ou águas poluídas, quando mantida em determinada temperatura por um espaço de tempo. Caso essa demanda seja grande, consome todo oxigênio dissolvido da água levando a morte de todos organismos aeróbicos de respiração subaquática.

2.2.7 NITROGÊNIO

O enriquecimento de nutrientes dos ecossistemas aquáticos, conhecido como eutrofização, pode ocorrer de duas formas: de ordem natural que é despejada pelos processos biogeoquímicos e de ordem social, originária dos esgotos industriais e domésticos, e também fertilizantes aplicados na agricultura os quais são carregados para os corpos hídricos. O valor máximo do nitrogênio total para águas de Classe Dois, de acordo com a resolução 357/2005 do CONAMA, variam de acordo o potencial hidrogeniônico (pH). Para $\text{pH} \leq 7,5$ o valor máximo permitido é de

3,7mg.L⁻¹, para 7,5 < pH ≤ 8,0 o limite máximo permitido é de 2mg.L⁻¹, para 8,0 < pH ≤ 8,5 o valor máximo permitido é de 1mg.L⁻¹, já para valores de pH maiores que 8,5 o valor máximo permitido é de 0,5mg.L⁻¹.

As principais fontes naturais de nitrogênio podem ser: a chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular dentro do próprio lago. O nitrogênio está presente nos ambientes aquáticos de várias formas, como por exemplo: Nitrato (NO₃⁻), nitrito (NO₂⁻), amônia (NH₃), íon amônia (NH₄⁺), óxido nitroso (N₂O), nitrogênio molecular (N₂), nitrogênio orgânico dissolvido (peptídeos, purinas, aminas, aminoácidos, etc), nitrogênio orgânico particulado (bactérias, fitoplâncton, zooplâncton e detritos), etc. Dentre as diferentes formas, o nitrato juntamente com o íon amônio, assumem grande importância nos ecossistemas aquáticos, uma vez que representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários. O nitrogênio em excesso contribui para o desenvolvimento de algas em mananciais e deve ser eliminado, para evitar a proliferação excessiva das mesmas. Altos teores de nitrato são responsáveis pela incidência de uma doença infantil chamada metemoglobinemia (cianose), que provoca a descoloração de pele (MOTA, 1995).

2.2.8 FÓSFORO

O interesse ecológico intenso em fósforo provém do seu papel importante no metabolismo da biosfera. Para águas com ambientes lênticos de Classe Dois, a resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece limite máximo de 0,030mg.L⁻¹.

Todas as formas de fósforo presentes em águas naturais encontram-se sob a forma de fosfato que pode ser de origem natural ou artificial. De acordo com Sperling (2005), o fósforo é um elemento indispensável para as algas, e quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos. É também essencial para o crescimento dos microorganismos responsáveis pela estabilização de material orgânico. O fósforo total inclui todas as formas deste grupo (PO₄⁻³, HPO₄⁻², H₂PO₄⁻, H₃PO₄) que atua no metabolismo de organismos vivos, tais como: estoque de energia e componente da membrana celular. As principais fontes de fósforo para o ambiente aquático são as

rochas, esgotos domésticos e fontes agrícolas de origens dispersas (ESTEVEZ, 1998).

A figura 1 mostra algumas etapas do processo de análise físico-química e microbiológica.



Figura 1 – Análise físico-química e microbiológica

Fonte: (FERREIRA, 2018).

3. ELABORAÇÃO DO FILTRO DE AREIA PARA TRATAMENTO

Para andamento da metodologia, foi realizado um filtro de areia. O dimensionamento do mesmo foi baseado na Norma Brasileira ABNT NBR 13969/97. Construiu-se um filtro de areia utilizando um tambor de 30 litros contendo três camadas de materiais posicionadas a partir da base. A primeira camada possui 1,93kg de areia com granulometria fina, a fim de forrar o filtro e impedir a passagem do carvão pela torneira. A segunda camada composta por 0,500kg de carvão ativado, a terceira por 6,02kg de areia de granulometria fina e a quarta por 4,81kg de brita.

Com o filtro pronto para uso foi adicionado 5 litros de água tratada fornecida pela companhia de saneamento da cidade a fim de lavar o filtro. Após três dias, quando o filtro já havia sido lavado e se encontrava seco, foi adicionado 5 litros de

água da chuva que havia sido captado. É válido lembrar que o processo descrito faz parte de uma filtragem lenta, portanto foram necessários dois dias para que a água fosse coletada e em seguida foi direcionada ao laboratório para os mesmos tipos de análises já realizadas antes da passagem da água pelo filtro. O processo de coleta utilizado foi o mesmo descrito anteriormente. Após as análises, os dados foram tabulados e comparados.

A figura 2 mostra algumas etapas da montagem do filtro.



Figura 2 – Processo de elaboração do filtro.

Fonte: (FERREIRA, 2018).

3 RESULTADOS

O quadro 1 e a tabela 1, respectivamente, apresentam os valores das análises realizadas com água da chuva bruta, com água da chuva após passar pelo processo de filtragem com o filtro construído descrito na metodologia e os valores adotados como referência de acordo com a CONAMA nº 357/2005 e a Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR ANTES DA FILTRAGEM	VALOR DEPOIS DA FILTRAGEM	VALORES REFERÊNCIA (NORMA)
1	POTENCIAL HIDROGÊNICO (pH)	5,1	7,37	6 a 9
2	TEMPERATURA (°C)	27,2°	26,5°	27°
3	TURBIDEZ (UNT)	7,14	5,53	< 100
4	COLIFORMES FECAIS	21,8	AUSENTE	0
5	ESCHERICHIA COLI	3,1	AUSENTE	0
6	OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg.L ⁻¹)	4,93	4,96	5
7	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO) (mg.L ⁻¹)	1,91	1,82	< 5
8	NITROGÊNIO (mg.L ⁻¹)	0,014	0,01	< 3,7
9	FÓSFORO (mg.L ⁻¹)	0,01	0	< 0,003

Quadro 1 – Resultado de análise de água da chuva com e sem tratamento

Fonte: (FERREIRA, 2018).

Correlacionando os dados obtidos na primeira análise, com a água sem passar pela filtragem, com os dados das normas, pode-se perceber que os valores do potencial hidrogênico e da temperatura deveriam aumentar, a turbidez reduzir, os coliformes fecais e a escherichia coli deveriam ser zerados, o oxigênio dissolvido teria de aumentar, a demanda química, fósforo total e nitrogênio total teriam de ter valores menores. Analisando os dados do quadro e o gráfico 1, com a água já filtrada, é notório que todos os resultados foram alcançados para melhor potabilidade da água da chuva.

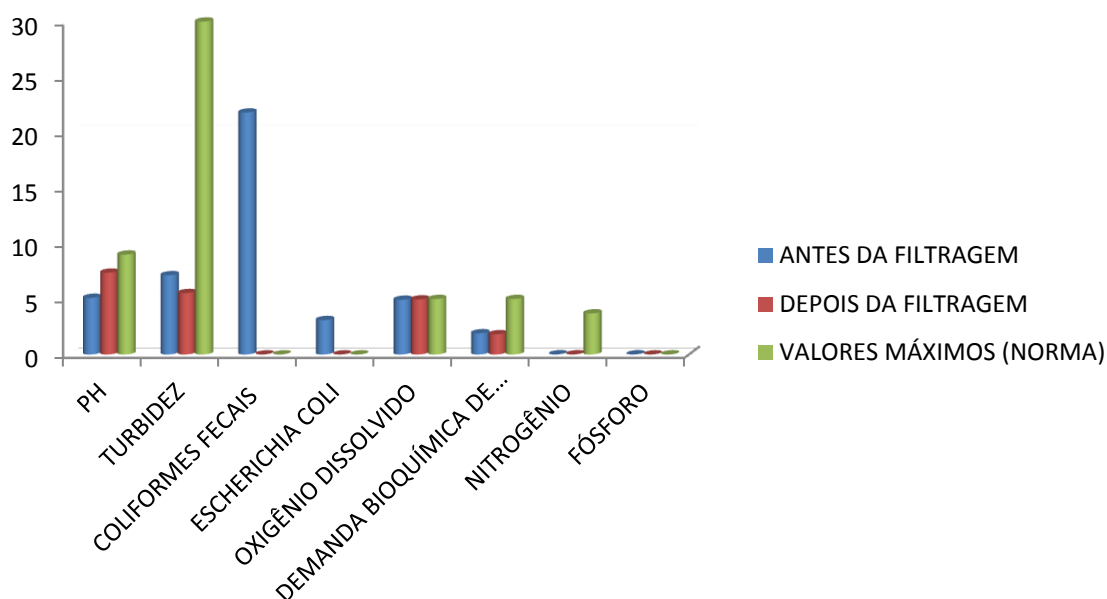


Gráfico 1 - Resultado de análise de água da chuva com e sem tratamento.
Fonte: (FERREIRA, 2018).

4 DISCUSSÕES

O filtro instalado se mostrou de extrema importância, visto que antes da água captada passar pelo mesmo apresentava potencial hidrogênico (pH) com valor de 5,10 sendo considerada uma água ácida. Após a passagem pelo sistema de tratamento, o valor de pH foi 7,31 se mostrando uma água alcalina. De acordo com a CONAMA nº 357/2005, os valores de potencial hidrogênico devem variar entre 6 a 9, logo a água filtrada encontra-se dentro dos padrões.

Outro parâmetro analisado foi a turbidez, que antes da filtragem tinha valor de 7,14 UNT e depois da filtragem teve como valor 5,53 UNT. A CONAMA estabelece como valor padrão de qualidade até 100 UNT.

A portaria 2.194/2011 do Ministério da Saúde estabelece que haja ausência de coliformes fecais e escherichia coli para que a água seja considerada potável. Na primeira análise, água da chuva bruta, foi encontrada presença dos mesmos, mas após a filtragem da água os resultados mostraram ausência desses parâmetros, mostrando assim eficiência do filtro.

Para oxigênio dissolvido (OD), a CONAMA estabelece valores padrões iguais ou superiores a 5mg.L^{-1} para rios e córregos, pois os mesmos estão em movimento. Os valores encontrados nas presentes análises antes e depois do filtro foram, respectivamente, $4,93\text{mg.L}^{-1}$ e $4,96\text{mg.L}^{-1}$. Levando em consideração que a água

captada e analisada estava em repouso, o valor resultante após a filtragem está de acordo para os padrões potáveis.

O índice permitido pela resolução 357/05 do CONAMA para Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 5mg.L^{-1} . O valor obtido na coleta foi de $1,82\text{mg.L}^{-1}$. De acordo com essa classificação, a água da chuva após a filtragem é considerada limpa.

O resultado obtido neste trabalho para nitrogênio total foi de $0,01\text{mg.L}^{-1}$

estando em acordo com a resolução 357/05 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), pois para $\text{pH} \leq 7,5$ o valor desse parâmetro não pode ultrapassar a $3,7\text{mg.L}^{-1}$.

Para o parâmetro fósforo total, a resolução 357/05 do CONAMA estabelece o valor máximo de $0,030\text{mg.L}^{-1}$. Nesta pesquisa, o valor encontrado foi 0,00 entrando em conformidade com o estabelecido.

Com a análise dos resultados apresentados é notória a eficácia do filtro para limpeza da água, a fim de atingir sua potabilidade. Todos os valores encontrados após a filtragem mostraram melhoras significativas.

5 CONCLUSÃO

A fim de dar uma alternativa de tratamento para a população que não tem o abastecimento público e, como forma de economizar para os que têm o fornecimento, esta pesquisa mostrou-se eficaz, pois evidenciou que a captação de água da chuva adjunta à implantação do filtro como o processo de tratamento da água foi de suma importância melhorando a qualidade da mesma, que se mostrou capaz de eliminar todos os micro-organismos presentes em sua composição. Além de sua eficácia, possui valor econômico baixo, pois os materiais utilizados foram da região do Tocantins. Rocha, Reis e Araújo (2011) realizaram o mesmo teste e para conseguir resultados próximos ao desta pesquisa precisaram utilizar materiais mais caros e de difícil acesso, ainda assim não obtiveram resultados tão satisfatórios. Porém, é necessário continuar realizando testes durante o período chuvoso da região, a fim de observar se tal sistema continuará se mostrando eficaz.

Sendo assim, os custos de consumo serão menores para população, além da redução do escoamento superficial nas ruas que podem acarretar em enchentes e alagamentos, resultando em seguridade para as novas gerações.

AGRADECIMENTO

Ao Laboratório de pesquisa do ITPAC PORTO na figura do técnico Mateus Borba no auxílio para montagem do filtro. Ao esforço, empenho e dedicação do Mestre Ângelo Ricardo Balduino no auxílio para a realização das análises laboratoriais e no que tange à parte escrita dos resultados. Ao Orientador Mestre Diogo Pedreira Lima, agradeço por todo o apoio durante todo o processo da pesquisa, bem como o auxílio financeiro e material para a concretização da mesma.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT: NBR 13.969 - **Tanques sépticos** - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL.MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria Nº 2914 de 12 de dezembro de 2011.** Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.htm | Acesso em Abril de 2018.

BRASIL.CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Conama Resolução nº 357/2005.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acessado em Abril de 2018.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602-p.

MOTA, S. **Preservação e conservação de recursos hídricos**. 2. Ed. Rio de Janeiro; ABES, 1995.

SPERLING, M. V. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias**. Segrac. Belo Horizonte, 49 p. 2005.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta**. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br>. Acessado em Abril de 2018.