

ANÁLISE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA COMUNIDADE COAHB NO MUNICÍPIO DE MACAU/RN

Juliana Rayssa Silva Costa (1); Aline da Silva Araújo (2); Franklim Mendonça Linhares (3).

- (1) Universidade estadual da Paraíba (UEPB) – julianacosta.rn@gmail.com;
(2) Escola Municipal Maura Bezerra de Medeiros - alinearaujo1222@bol.com.br
(3) Universidade federal da Paraíba (UFPB) - franklinlinhares.geo@gmail.com

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica de cinco poços situados na comunidade da Cohab, na zona rural (a 11 quilômetros da sede) do município de Macau /RN, bem como comparou os valores obtidos em cada ponto entre si e com a legislação em vigor, avaliando a sua qualidade e as influências antrópicas do local nestas características. A metodologia utilizada foi por meio da coleta das cinco amostras de águas dos poços coletado no dia 16 de maio de 2016, o qual corresponde após um período de chuva de pouca intensidade e avaliadas no laboratório de microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, situado na Comunidade Cohab em Macau, estando a 850 metros em linha reta dos locais onde foram capturadas as amostras de água dos poços em estudo. As análises físico-químicas das amostras foram realizadas usando a metodologia da APHA (2005) e utilizou os seguintes parâmetros: turbidez, Potencial hidrogeniônico (*pH*), temperatura, cloro residual, condutividade, nitrato e cloreto. Já a análise microbiológica utilizou metodologia da CETESB (2012) avaliando a variável coliformes totais. Como resultado, tem-se que todos os poços analisados na Comunidade Cohab encontravam fora dos padrões das CONAMA's averiguadas exceto nas variáveis condutividade e temperatura. Entretanto, o poço 03 foi o mais adequado entre os poços aqui analisados. Dentre as variáveis analisadas, as mais preocupantes são o nitrato e coliformes totais, os quais trazem muitos danos a saúde humana e estas apresentaram-se bastante elevadas, devido os poços serem mal construídos, sem perímetro de proteção, localizados inadequadamente, uma vez que não teve estudos específicos para a abertura dos mesmos. Portanto, a forma de resolver o consumo destas águas é expor tal resultado para os moradores de tal comunidade e informar que para o consumo do mesmo se faz necessário um tratamento adequado, pois o mesmo pode representar risco a saúde dos que as consomem.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Físico-Química, Microbiológica; Poluição; Gestão.

Key- Words: Water resources; Physical-Chemical, Microbiological; Pollution; Management.

Introdução

Em virtude da água ser um recurso imprescindível para a vida na terra e para o meio ambiente, pois mantêm a umidade do solo, garante o fluxo de base dos cursos d'água, sendo responsável pela sua perenização em épocas de estiagem, conectado com o fato que a região semiárida do nordeste brasileiro ser pobre em volume de escoamento de água dos rios, devido da variabilidade temporal das precipitações (em média de 800 mm por ano) e das características geológicas dominantes, onde há predominância de solos rasos baseados sobre rochas cristalinas (cerce de 70%) e conseqüentemente baixas trocas de água entre o rio e o solo adjacente e baixa infiltração e ausência de

aquíferos; há o constante aumento da demanda da utilização dos recursos hídricos e a insustentabilidade da utilização dos mananciais superficiais, considerando o aspecto quantitativo e qualitativo, se faz extremamente necessário analisar a qualidade das águas, seja elas superficiais e subterrâneas (VÖRÖSMARTY et al., 2010; JACOBSEN et al., 2012; VAN VLIET et al., 2013, SILVA, 2012; CIRILO, 2008 e HOWARD e GELO, 2003, SUASSUNA, 2002).

Sendo que, a exploração das águas subterrâneas tem-se tornado muito atraente, pois em determinados lugares, as superficiais encontram-se poluídas ou contaminadas, são mais abundantes do que as superficiais, é de boa qualidade (em geral) para o consumo humano e possibilidade de localização de obras de captação nas proximidades das áreas de consumo (WENDLANDER, 2003).

Ressalta-se que, ainda segundo Wendlander (2003) enquanto que os corpos d'água superficiais representam água em trânsito, as reservas subterrâneas representam água armazenada. As águas subterrâneas vêm se acumulando há muitos séculos. Durante um ano, em média, as águas dos cursos superficiais se renovam mais ou menos 31 vezes, enquanto que as águas subterrâneas possuem tempo de permanência variável de 2 semanas a 10000 anos, dependendo das condições do aquífero e da exportação.

Destaca-se ainda que, a contaminação das águas superficiais são mais facilmente identificáveis, já as subterrâneas não são visíveis, além do que, sua exploração é bem distribuída no espaço, o que dificulta a identificação e a caracterização dos problemas de contaminação. Quando as ações protetoras ou a interrupção da atividade contaminante vem acontecer, ocorre quando a contaminação torna-se perceptível, ou seja, quando já tem atingido uma larga extensão (CUSTÓDIO e LLAMAS, 1996).

O município em questão de acordo com Góis (2008) está inserido no contexto de um clima muito quente e semiárido, onde se podem observar duas estações pluviométricas bem definidas: um período seco, de maior duração, que estende de julho a janeiro quando a ZCIT se afasta da costa, provocando a ausência de chuvas e surgimento de ventos mais fortes; e uma estação chuvosa, que se estende de fevereiro a junho (sendo que sua maior incidência ocorre nos meses de março a abril), que está associada com o deslocamento para sul da ZCIT e formação de ventos mais brandos.

Góis (2008) relata ainda que a pluviometria anual é baixa e irregular, alcançando um máximo de 1.639,8 mm e um mínimo de 246,9 mm, atingindo uma média de aproximadamente 693,7 mm/ano. A temperatura é amena com oscilações em torno de 27,2°C

de média anual, atingindo nos meses mais quentes, temperaturas em torno dos 32,5°C, enquanto que nos meses mais frios as temperaturas chegam a 21,0°C. A umidade relativa do ar na região é normalmente de 68% e a insolação anual varia entre 2400 e 2700 horas/ano. Essa pequena amplitude anual das variações térmicas deve-se a fatores como baixa de latitudes locais, a amplitude e a influência de massas d'água oceânicas. A amplitude térmica diária normalmente está entre 8° e 10°C.

Neste espaço há 106 poços cadastrados pela CPRM. E ao realizar pesquisa na literatura sobre a qualidade da água destes até o presente momento não encontrou-se, o que há são análises das águas superficiais, por meio dos trabalhos de Peng (1996), o qual relata sobre a qualidade ambiental e aspectos biológicos das águas marítimas de Macau, de Câmara *et al.* (2015), que aborda sobre biorremediação de águas contaminadas por petróleo e derivados na reserva de desenvolvimento sustentável Ponta do Tubarão e do Governo do estado da Rio Grande do Norte e Paraíba (2007), os quais realizaram o levantamento ambiental do rio Piranhas-Açu sobre atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras: pontos de lançamentos de efluentes.

Devido às grandes secas nessa região utiliza-se bastante água de poços, sendo muitas vezes para o consumo humano e não se sabe as características físicas-químicas e microbiológicas destas. Além desta questão, em uma das comunidades existentes no município, denominada de COHAB, a qual situa-se entre as comunidades Canto do Papagaio e Terra de Deus, verifica se que há possíveis fontes contaminação nestes poços, elevado número de poços abertos de forma irregular e ainda há o consumo dessas águas, em virtude da falta de regularidade de abastecimento hídrico e ausência de confiança na qualidade da água fornecida pela CAERN.

Em virtude dos fatores supracitados (escassez e desconfiança da qualidade da água) é de suma importância a análise da qualidade da água na comunidade citada, pois por meio deste terá segurança em consumir água caso esteja com boa qualidade, dentro dos parâmetros da legislação vigente com relação aos padrões de potabilidade da água e poderá beneficiar pessoas que não tem condições de comprar água em período de seca. Destaca-se que, o bem estar de uma comunidade é proporcional às boas condições dos recursos hídricos e não somente as quantidades de reservas hídricas do local. Hoje há localidades que ainda preservam os poços comunitários, como as comunidades de Barreiras e Diogo Lopes, ambas situadas no município de Macau, os quais serviram de abastecimento por muitos anos e ainda servem até hoje.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a água subterrâneas coletadas na comunidade Cohab, município de Macau/RN, bem como comparar os valores obtidos em cada ponto entre si e com a legislação em vigor, avaliando a sua qualidade e as influências antrópicas do local nestas características.

Metodologia

A coleta de água para avaliação da qualidade físico-química e microbiológica ocorreu em cinco poços, os quais foram implantados de maneira irregular e sem estudo, cujas características dos mesmos são visualizados na Tabela 1, os quais encontram-se situados na comunidade da Cohab, na zona rural (a 11 quilômetros da sede) do município de Macau /RN.

Poço	Localização	Profundidade (m)	Largura (mm)	Revestimento	Uso
1	Rua das Begônias	8	152	PVC	Animal e Doméstico*
2	Rua das Begônias	6	152	PVC	Animal, Doméstico e Horta*.
3	Rua das Begônias	8	114	Ferro	Doméstico*
4	Rua dos poceiros	12	114	Ferro	Humano e fabricação de gelo
5	Rua das Buganvílias	10	114	Ferro	Doméstico*

*Doméstico = utilização em descarga e lavagem de roupa, casa, carros, motos etc, exceto consumo humano.

Tabela 1. Caracterização dos poços em análise.

Fonte: Autores, mai. 2016.

As cinco amostras de águas dos poços foram capturadas no dia 16 de maio de 2016, o qual corresponde após um período de chuva de pouca intensidade, que antecedeu um grande período de estiagem de quase um ano sem precipitação. Os poços analisados tem estrutura são tubulares.

As coletas das amostras para análise físico-química como a bacteriológica foram realizadas por meio de uso de sacos esterilizados de 200 ml e identificadas com o local de onde a mesma foi captada, luvas e caixa isolante térmica com gelo para armazenamentos dos mesmos até o local onde foi realizado a análise das amostras, no laboratório de microbiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), situado na Comunidade Cohab em Macau, estando a 850 metros em linha reta dos locais onde

foram coletadas as amostras de água dos poços em estudo.

Ressalta-se que em cada poço foram retiradas 04 amostras para análise (Figura 4), sendo 03 sacos para microbiologia, totalizando 600 ml por poço e um saco de 200 ml por poço para análise físico-química.

As coletas da microbiológica foram feita em triplicata, pois o resultado expressa a média dessas medidas, visando diminuir a margens de erro nos resultados destes.

As análises físico-químicas das amostras foram realizadas usando a metodologia da APHA (2005) e coletou os seguintes parâmetros: Turbidez, Potencial hidroginiônica, Temperatura, Cloreto total, Condutividade, Nitrato e Cloro residual. Já a análise microbiológica utilizou metodologia da CETESB (2012) utilizou os coliformes totais, os quais conforme a CETESB (2009).

Os resultados das análises físico-química e microbiológica foram comparados com os parâmetros que são estabelecidos nas resoluções CONAMA n° 396/2008 (dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências) e CONAMA n° 430/2011 (relata 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), mas este último apenas para o parâmetro de cloreto total.

Após enquadramento dos resultados das análises, os mesmos serão analisados com base no uso e ocupação do solo existente no entorno dos poços em apreço, para averiguar se há agente contaminante próximo ao mesmo ou não que possam intervir na qualidade da água dos mesmos.

Resultados E Discussão

Na Tabela 1 são visualizadas os dados de todas as variáveis físico-químicas e microbiológicas dos cinco poços analisados.

Tabela 1. Resultados das variáveis físico-químicas e microbiológicas dos poços analisados.

Poços analisados	Cloretos totais (mg/L)	pH	Condutividade (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Temperatura (°C)	Nitrato (mg/L)	Cloro residual livre (mg/L)	Coliformes totais
Poço 1	2,31	7,28	0,853	16,0	27	0,21	2,31	Presença
Poço 2	2,13	7,87	0,813	22,8	28	0,89	2,13	Presença
Poço 3	1,46	7,36	0,841	17,3	26	0,33	1,46	Presença
Poço 4	6,98	7,07	0,817	20,1	28	0,98	6,98	Presença
Poço 5	0,24	7,92	0,811	21,4	27	0,45	0,24	Presença

Fonte: Os autores e IFRN, mai. 2016.

Ao analisar tais dados, verifica-se os poços 03 e 05 apresentaram o cloreto dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 (250 mg/L - 2,0), variando entre 0,24 a 1,46 mg/L. Já os poços 01, 02 e 04 exibiram resultados acima do VMP com 2,13 mg/L, 2,32 mg/L e 6,98 mg/L, respectivamente.

A possível explicação para tais resultados nos poços 01 e 02 é devido estes estarem próximos a fossas sumidouro das casas da comunidade da Cohab e o poço 04 pode esta relacionado a aproximação da lagoa de tratamento de esgoto (ETE).

Ressalta-se que, segundo a SABESP (2009) o cloreto em águas subterrâneas podem ser oriundas da percolação da água através de solos e rochas, também por meio de descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos. O restante é expelido pelas fezes e pelo suor. E além deste através da chamada intrusão da cunha salina nas regiões costeiras.

Ainda de acordo com a CETESB (2009) o cloreto não apresenta toxicidade ao ser humano, exceto no caso da deficiência no metabolismo de cloreto de sódio, águas de abastecimento público constitui um padrão de aceitação, já que provoca sabor “salgado” na água. Concentrações acima de 250 mg/L causam sabor detectável na água, mas o limite depende dos cátions associados. Os consumidores podem, no entanto, habituarem-se a uma concentração de 250 mg/L, como é o caso de determinadas populações árabes adaptadas ao uso de água contendo 2.000 mg/L de cloreto. No caso do cloreto de cálcio, o sabor só é perceptível em concentrações acima de 1.000 mg/L (CETESB, 2009).

Nas resoluções CONAMAs não são apresentados parâmetros para condutividade, mas segundo CETESB (2009) em níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados pelo homem, pois representa uma medida indireta da concentração de poluentes.

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2009).

Contudo, dentre os poços avaliados, o menor valor médio de condutividade elétrica foi de 0,811 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no poço 05 e o máximo de 0,853 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no poço 01 tendo uma média de 0,837 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta condutividade dá-se pela quantidade de íons presentes na água representa a facilidade ou dificuldade de passagem da eletricidade na água. Sendo assim todos os poços averiguados não encontram-se superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ou seja, não indica ambiente impactado e não apresenta características corrosivas na água.

Ao observar os dados acima, visualiza-se os parâmetros do pH de todos os poços analisados encontram-se dentro do parâmetro estabelecido pelo CONAMA nº 396/2008 (entre 6,5 a 8,5), pois o pH oscila entre 7 a 8.

Ressalta-se que, de acordo com a CETESB (2009) o decréscimo no valor do pH, que a princípio funciona como indicador do desequilíbrio, que pode ser devido a diversas causas, mas que passa a ser causa se não for corrigido a tempo.

Entretanto, as amostras de águas analisadas são classificadas como básica e neutra. Dentre as cinco amostras, a do poço 04 é a que apresenta menor pH, tal fato pode estar ocorrendo, pois encontra-se a 18 metros da fossa comunitária.

Ao analisar a Tabela 1 acima verifica-se que a turbidez de todos os poços analisados apresentou-se fora do padrão da normalidade estabelecida pela CONAMA 396/2008, onde o valor máximo permitido usado é de 5,0 uT para ter aceitação para consumo humano e todos apresentaram acima de 16,0 uT, ou seja, três vezes a mais do valor instituída.

Essa turbidez elevada pode ser explicada por causa do solo da região bastante argiloso e barroso onde a precipitação pluviométrica pode carrear partículas de argila para o aquífero ou presença de efluentes de esgotos domésticos, já que tais poços situam-se próximo à fossa comunitária e de residências também, sendo tal situação visualizadas em figuras supracitadas.

Ao visualizar os resultados do nitrato das amostras de águas em apreço, observa-se que todos os poços apresentaram valores acima do permitido pelo CONAMA N° 396/2008

que é de 10 mg/L N, e as amostras analisadas variaram entre 16 a 21,4 mg/L N.

Conforme a CETESB (2007) o nitrato observado nas águas subterrâneas tem origem no ciclo bioquímico de algumas rochas, como os evaporitos, incluindo as atividades humanas, como aplicação de fertilizantes e insumos nitrogenados, utilização de fossas negras e ate sépticas em determinados locais, vazamentos das redes coletoras de esgoto e influência de rios contaminados na zona de captação de poços e dentre outros.

De acordo com Feitosa e Manoel Filho (1997) as altas concentrações de nitrato podem produzir intoxicação em crianças ou até levá-las à morte por metahemoglobinemia (cianose), doença denominada popularmente por síndrome do bebê azul, em casos extremos. O nitrato também tem ação na produção de nitrosaminas e nitrosamidas no estômago do homem, substâncias essas conhecidas como carcinogênicas.

Dentre os poços analisados, apenas os poços 03 e 05 contém o padrão estabelecido no CONAMA nº 396/2008 no que tange ao cloro residual livre, o qual recomenda que o teor máximo seja de 2,0 mg/l de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento. Já os poços 01 e 02 tiveram uma leve alteração e o poço 04 encontrarem-se fora do parâmetro do CONAMA em análise.

O resultado no poço 04 pode ser explicado devido o mesmo se encontrar próximo a uma peixaria (Figuras 19 e 20), e além disto tal poço situa-se próximo a fossa comunitária, a qual é uma estrutura com potencial de contaminar as águas subterrâneas da região.

É importante lembrar que o cloro é um ótimo agente no contra os microrganismos nocivos à saúde. Contudo, a elevada concentração do cloro pode causar sérios riscos de saúde como, por exemplo, vômitos, náuseas e corrosão estomacal (gastrite e úlcera). O cloro é acumulativo no organismo humano causando doenças é altamente cancerígeno. Entretanto, a água do poço 04 pode causar tais reações supracitadas quando consumida.

Ao averiguar tais resultados percebe-se que os mesmos oscilam entre 26 a 28°C ° e média de 27,5 C°, sendo o menor destes no poço 03, mas considerada normal, devido a temperatura ambiente ser elevada, as quais podem influenciar em algumas propriedades da água citadas acima.

Destaca-se que, não há parâmetros no CONAMA 396/2008 para esta variável. A mesma foi analisada para auxiliar na interpretação de outras variáveis, como o pH, oxigênio dissolvido, densidade e viscosidade, os quais são indicadores da qualidade da água.

E a análise microbiológica foi feita de acordo com a resolução de CONAMA 396/2008, na qual não é permitida a presença de coliformes totais. Contudo, nas amostras

coletadas deveriam apresentar ausência de Coliformes em 100 ml de amostra, mas em todas as amostras analisadas dos 05 poços estão acima dos padrões de potabilidade previsto pelo CONAMA, sendo assim indicador de contaminação bacteriológica da água.

A possível explicação para a existência de tais microrganismos na água de poço deve ser por causa da existência da fossa comunitária, a qual não é impermeabilizada, fazendo que os microrganismos destes afetem o aquífero e também pela manipulação inadequada desta água, como deixando-o aberto e animais podem defecar dentro ou próximo.

Considerações Finais

O presente estudo expôs que todos os poços analisados na Comunidade Cohab encontravam fora dos padrões das CONAMA's averiguadas, exceto nas variáveis condutividade e temperatura. Entretanto, o poço 03 foi o que menos ficou fora dos parâmetros aqui analisados.

Dentre as variáveis analisadas, as mais preocupantes são o nitrato e coliformes totais, os quais trazem muitos danos a saúde humana e estas apresentaram-se bastante elevadas, devido os poços serem mal construídos, sem perímetro de proteção, sob falta de saneamento, localizados inadequadamente, uma vez que não teve estudos específicos para a abertura dos mesmos.

Ressalta-se que, o art. 13 da CONAMA N° 396/2008 relata que os órgãos competentes deverão monitorar os parâmetros necessários ao acompanhamento da condição de qualidade da água subterrânea, com base nas variáveis expostas no art. 12, bem como pH, turbidez, condutividade elétrica e medição de nível de água. Sendo que, infelizmente tal ação não é realizada pelos órgão gestores da água e ambiental, devido falta de infraestrutura do mesmo. Quem se prejudica com ausência de desta ação é a população que consome tal água, não por querer e sim por necessidade muitas vezes.

Tais poços em estudo foram perfurados de forma irregular e se levamos em consideração o objetivo deste trabalho de pesquisa que se deu na averiguação da qualidade das águas subterrâneas na comunidade da Cohab, o que se diz respeito a possibilidade para consumo humano está descartada, uma vez que os poços analisados não encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos com base em estudos técnicos.

Portanto, a forma de resolver o consumo destas águas é expor tal resultado para os moradores de tal comunidade e informar que para o consumo do mesmo se faz necessário um

tratamento adequado, pois o mesmo pode representar risco a saúde dos que as consomem.

Vale ressaltar que os donos dos poços ao se tornarem cientes já estão tomando as medidas cabíveis sobre os mesmos, o dono do poço 04 quando tomou conhecimento dos resultados aqui exposto fechou o poço, e abriu outro a quase 300 metros das fontes poluidoras, onde já teve amostras da água coletada e mandada para o laboratório de microbiologia do IFRN.

Referências

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater**. 21. ed. Washington, USA: American Public Health Association, 2005.

CÂMARA, K. P. da; SOUZA, M. A. de; SILVA, F. M. da; LIMA, A. S. B. de; MARQUES, R. C. P. Biorremediação de águas contaminadas por petróleo e derivados na reserva de desenvolvimento sustentável Ponta do Tubarão – Macau/RN. **In:** III INOVAGRI International Meeting, Fortaleza/Ceará, 2015.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Manual de análise de amostras ambientais**, 2012.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. 2009. Disponível em: < <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo: 2004-2006**. CETESB, São Paulo, 2007.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M.R. Contaminación de las aguas subterráneas. **In:** Hidrologia subterránea. 2 ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1996.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas(SIAGAS)**. 2016. Disponível em: < <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/detalhe.php?ponto=2600003528>>. Acesso em 15 jun. 2016

FEITOSA, A. C.; MANOEL FILHO, J. (Coord.). **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Laboratório de Hidrogeologia da Universidade Federal de Pernambuco (LABHID-UFPE), Fortaleza, 1997.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005**. 2005. Disponível em: < www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?Codlegi=459>. Acesso em: 10 mai. 2016.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução Nº 396, de 03 de abril de 2008**. 2008. Disponível em: www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 10 mai. 2016.

CIRILO, J.A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. **Estudos Avançados**, n. 22(63), 61-82, 2008.

GÓIS, D. M. M. **Estudo da circulação hidrodinâmica e da dispersão de óleo na zona costeira entre Macau e Galinhos RN**. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

GOVERNO DO ESTADO DO RN; GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Levantamento ambiental do rio piranhas-açu sobre atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras: pontos de lançamentos de efluentes**. 2017. Disponível em: < http://www.aesa.pb.gov.br/comites/piranhasacu/igarn/Relatorio_2007_%20Final_3.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2016.

HOWARD, K. W. F.; GELO, K. K. Intensive groundwater use in urban areas: the case of megacities. In: LLHAMAS, R.; CUSTÓDIO, E. Intensive groundwater use: Challenges and Opportunities. Lisse: A. A. Balkema Publishers, p.35-58, 2003.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados Cidades@**: Rio Grande do Norte. Macau. 2016. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240720&search=rio-grande-donorte|macau>> Acesso em: 10 jun. 2016.

JACOBSEN, D.; et al. Biodiversity under threat in glacier-fed river systems. **Nature Climate Change**, v. 2, p. 361-364, 2012.

PENG, L. K. **A qualidade ambiental e aspectos biológicos das águas marítimas de Macau**. Administração. n.º 32, vol. IX. 1996, 395-403. Disponível em: < www.safp.gov.mo/safppt/download/WCM_004059>. Acesso em: 10 jun. 2016.

Silva, F. V. **Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por atividade cemiterial na cidade de Maceió-AL**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento). Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas, 2012.

APHA-AWWWA-WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed, 2005.

SUASSUNA, J. **Semiárido: proposta de convivência com a seca**. 2002. Disponível em: < http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&id=659&Itemid=376>. Acesso em 12 jun. 2015.

WENDLAND, E. **Modelos Matemáticos e Métodos Numéricos em Águas Subterrâneas**. São Carlos, SP: SBMAC, 2003.

VAN VLIET, M. T. H. et al. Global river discharge and water temperature under climate change. **Global Environmental Change**, v. 23, n. 2, p. 450-464, 2013.

VÖRÖSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, v. 467, n. 7315, p. 555-561, 2010.