



---

ARTIGO CIENTÍFICO

---

**Degradação ambiental no Açude de Bodocongó na cidade de Campina Grande, Paraíba**

***Environmental degradation in the weir of Bodocongó in Campina Grande, Paraíba, Brazil***

*Lazaro Ramom dos Santos Andrade<sup>1</sup>; Sérgio Murilo Santos de Araújo<sup>2</sup>; Marília Zulmira Sena de Sousa Andrade<sup>3</sup>; Luísa Eduarda Lucena de Medeiros<sup>4</sup>*

**Resumo:** O Açude de Bodocongó localizado na cidade de Campina Grande, Paraíba vem sofrendo ações antrópicas ao longo dos anos que contribuem para a degradação das suas águas, mas também degradam o ambiente a qual o açude está inserido. Sendo assim, este estudo objetivou-se analisar a degradação ambiental no entorno do Açude de Bodocongó, diagnosticando a qualidade da água por meio de parâmetros como pH, temperatura da água, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. O estudo foi realizado em julho de 2016, de modo que foram realizadas medições *in loco* desses parâmetros três vezes por semana com o auxílio de aparelhos eletrônicos digitais. A análise da degradação ambiental no entorno do açude foi realizada por meio da observação dos fenômenos que contribuem para a deterioração desse ecossistema aquático. Os resultados obtidos para os parâmetros avaliados mostram que o oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos estão fora dos padrões recomendados, refletindo a contaminação dessas águas. Sendo assim, as ações antrópicas como lançamento de efluentes e resíduos sólidos, assim como a lavagem de veículos nas margens do açude intensificam a degradação ambiental nessa área. A educação ambiental seguida de políticas públicas voltadas para recuperação dessa área são instrumentos necessários e urgentes para que o Açude de Bodocongó possa recuperar as condições físicas, químicas e biológicas naturais.

**Palavras-chave:** Ações antrópicas; Poluição da água; Corpos de água urbanos.

**Abstract:** The Bodocongó weir located in the city of Campina Grande, Paraíba, has suffered anthropic actions over the years that contribute to the degradation of its waters, but also degrade the environment to which the weir is inserted. Thus, this study aimed to analyze the environmental degradation in the surroundings of the Bodocongó weir, diagnosing the water quality through parameters such as pH, water temperature, dissolved oxygen, electrical conductivity and total dissolved solids. The study was conducted in July 2016, so measurements were performed "in loco" of these parameters three times a week with the aid of digital electronic devices. The analysis of the environmental degradation around the weir was carried out by observing the phenomena that contribute to the deterioration of this aquatic ecosystem. The results obtained for the evaluated parameters show that the dissolved oxygen, electrical conductivity and total dissolved solids are outside the recommended standards, reflecting the contamination of these waters. Therefore, anthropogenic actions such as effluent and solid waste disposal, as well as vehicle washing at the banks of the dam, intensify environmental degradation in this area. Environmental education followed by public policies aimed at the recovery of this area are necessary and urgent instruments for the Bodocongó weir to recover natural physical, chemical and biological conditions.

**Keywords:** Anthropogenic actions; Water pollution; Urban water bodies.

---

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 18/11/2017; aprovado em 02/12/2018

<sup>1</sup>Doutorando em Recursos Naturais na Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. [vasmeiras@hotmail.com](mailto:vasmeiras@hotmail.com)

<sup>2</sup>Doutor e professor do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. [sergiomurilosa.ufcg@gmail.com](mailto:sergiomurilosa.ufcg@gmail.com)

<sup>3</sup>Mestranda em Recursos Naturais na Universidade Federal de Campina Grande. [mariliazulmira@hotmail.com](mailto:mariliazulmira@hotmail.com)

<sup>4</sup>Doutoranda em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. [lu.mdeiros@gmail.com](mailto:lu.mdeiros@gmail.com)



## INTRODUÇÃO

A exploração inadequada dos recursos naturais em diversas atividades agrícolas e industriais tem ocasionado o surgimento de áreas degradadas que modificam as características de solo, hídricas, relevo e biodiversidade originais. As matas ciliares também atuam como um filtro natural para eventuais resíduos de produtos químicos, fertilizantes e agrotóxicos, e no próprio processo erosivo.

A ausência de práticas conservacionistas, voltadas à sustentabilidade ambiental vem desencadeando severos problemas ao meio ambiente, com destaque a erosividade da chuva, perda de qualidade dos solos, redução de oferta hídrica, bem como alteração da cobertura vegetal.

A urbanização e industrialização sem planejamento têm promovido o lançamento de esgoto *in natura* e de lixo nos corpos hídricos, causando a degradação que é refletida diretamente na qualidade da água. O desenvolvimento e crescimento dos organismos aquáticos dependem de condições mínimas de qualidade dessa água, podendo afetar a atividade metabólica e provocar alterações físicas, químicas e biológicas no meio aquático (SPERLING, 1998).

A cidade de Campina Grande possui dois açudes no perímetro urbano: Açude Velho e Açude de Bodocongó. Ambos foram construídos com o objetivo inicial de abastecer a cidade no período de seca. O Açude de Bodocongó foi construído entre os anos de 1915 e 1917, sendo fator decisivo para o surgimento de um novo bairro e do complexo industrial em torno do mesmo. Na década de 1930, emergiu nas margens um curtume e uma fábrica têxtil de Bodocongó (COSTA, 2011).

O crescimento da cidade, o desemprego e o alto valor imobiliário atraiu diversas famílias carentes para as margens desse açude, fundando a Vila dos Teimosos. Atualmente essa bacia desempenha um papel puramente paisagístico, além de servir de depósito de esgotos provenientes tanto das empresas que existiam no entorno, como os domésticos gerados pela população (RANGEL, 2014).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos considerando a problemática da degradação ambiental desse ecossistema e as consequências para o desenvolvimento das comunidades aquáticas. Vale salientar que mesmo diante do atual estado de degradação do Bodocongó, algumas famílias ainda sobrevivem a partir dos recursos existentes provenientes deste Açude.

Segundo Carvalho et al., (2009), é muito comum populações de baixa renda habitar em áreas urbanas poluídas e de risco, convivendo com a ausência de infraestrutura como: falta de habitações, transportes, serviços públicos, entre outros, resultando em diminuição da qualidade de vida, com sérios problemas socioeconômico e ambientais.

As ações antrópicas acometidas no perímetro do Açude de Bodocongó podem ocasionar impactos negativos, tais como: contaminação da água e do solo por diversas substâncias, risco a saúde da população, degradação dos ecossistemas das margens do manancial e a possibilidade de atingir os lençóis freáticos, ocasionando a contaminação dos poços e cisternas das imediações.

Diante do cenário apresentado, faz-se necessário um plano de recuperação da área degradada, além do monitoramento da qualidade da água para fins de irrigação,

abastecimento industrial, piscicultura, controle de poluição, salinização e outros.

Os impactos negativos produzidos a partir da relação entre o homem e a natureza tendem a provocar alterações catastróficas e até mesmo irreversíveis quando executado de maneira irracional, ou seja, sem planejamento adequado.

Partindo da premissa supracitada, o presente trabalho objetivou-se identificar as formas de poluição avaliando o estado de degradação ambiental provocado pelas ações antrópicas no entorno e nas águas do Açude de Bodocongó, localizado na cidade de Campina Grande, Paraíba.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada no trabalho visa uma abordagem quali-quantitativa, de acordo com Minayo (1993), as relações sociais possam ser analisadas em seus aspectos mais concretos e aprofundadas em significados mais essenciais. Assim, o estudo quantitativo pode gerar questões para serem analisadas qualitativamente.

A sistemática utilizada baseia-se na pesquisa descritiva e exploratória, buscando: a observação, registros, análises, correlacionando os fatos e fenômenos, além de realizar descrições da situação e descobrir as relações existentes entre os elementos da pesquisa (CERVO, 2007).

Quanto aos fins, esta pesquisa é caracterizada como explicativa, pois tem o objetivo de explicar os porquês das coisas e causas, por meio do registro e da interpretação dos fenômenos observados (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A metodologia utilizada caracteriza-se por um trabalho de natureza aplicada, conforme aponta Prodanov e Freitas (2013) conceituam como pesquisa aplicada aquela que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.

A área de estudo compreendeu as imediações do Açude de Bodocongó (7° 13' 11" S e 35° 52' 31" W), situado no médio curso do rio Paraíba, a uma altitude de 548 metros, na cidade de Campina Grande-PB.

Possui área da bacia hidráulica de 371.897 m<sup>2</sup>, capacidade máxima de 1.020.000 m<sup>3</sup>, máxima de 8,5 m (MOREDJO, 1998). A Figura 1 ilustra a área de estudo, bem como o espelho d'água do açude Bodocongó, em que a área destacada em vermelho representa o espelho d'água original do açude. A degradação desse ambiente modificou a paisagem natural ao longo dos anos, dando espaço a um cenário desfavorável a sobrevivência da biota aquática local.

**Figura 1.** Área de abrangência do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Adaptado de Google Earth (2016).

A pesquisa tem um caráter exploratório e interpretativo dos dados coletados. Por meio da observação *in loco* foi realizado levantamento dos indicadores de impacto e as consequências ao meio em estudo durante o mês de julho de 2016, sendo dividido em três etapas.

Visita de campo (Figura 2) para exploração da área e registro dos principais pontos de degradação. Essa etapa foi fundamental para relacionar e entender os danos causados na quantidade e qualidade das águas do Açude de Bodocongó;

**Figura 2.** Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Autor, 2016.

A segunda etapa diz respeito a avaliação da qualidade da água por meio de alguns parâmetros físico-químicos como: Temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos. Esses parâmetros foram medidos três vezes por semana em cinco pontos conforme apresentado na Tabela 1.

Essa avaliação foi realizada por meio de instrumentos eletrônicos portáteis como pHmetro digital, oxímetro e condutímetro nos locais georreferenciados conforme ilustrado na Figura 1.

Por fim, a análise e interpretação dos resultados por meio de revisão de literatura especializada, para comparar os dados da pesquisa, auxiliando no embasamento da discussão.

**Tabela 1.** Localização dos pontos de análise da água no Açude de Bodocongó.

Ponto de análise	Latitude (S)	Longitude (W)
1	07° 12'56.83''S	35° 54'59.67''O
2	07° 12'55.82''S	35° 54'04.23''O
3	07° 12'45.69''S	35° 55'00.95''O
4	07° 12'46.91''S	35° 54'51.43''O
5	07° 12'52.98''S	35° 54'51.33''O

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O açude de Bodocongó foi, por muitos anos, fonte de renda para muitas famílias que vivem em áreas ao seu entorno. Carvalho (2007) relatou em estudo que a prática da lavagem de carros às margens do açude é uma prática comum, bem como em pesquisas realizadas posteriormente por Costa (2011) e Coelho (2013). De acordo com o observado na Figura 3, ainda é rotineira a lavagem de caminhões e outros automóveis no perímetro do açude.

**Figura 3.** Lavagem de veículos nas margens do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Autor, 2016.

Doroteu et al. (2012) relata que a água do Açude de Bodocongó é usada de forma clandestina para lavagem de veículos por uma associação de lavadores de carro que atualmente conta com mais de trinta pessoas cadastradas. Faltam aos lavadores esclarecimentos sobre os riscos dessa atividade para o meio ambiente e também para a saúde daqueles que estão em contato diretamente com essa água.

A lavagem desses veículos proporciona a contaminação da água com substâncias como óleos e graxas, proporcionando impactos como a impermeabilização do solo, impedindo a infiltração da água e podendo resultar em destruição da vegetação no entorno.

De acordo com a CETESB (2016), óleos e graxas são raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.

O lançamento dessas substâncias em mananciais pode acarretar, entre outros fatores, na elevação dos níveis da DBO<sub>5,20</sub> e da DQO, diminuindo o oxigênio dissolvido na água e acarretando ainda mais prejuízos a comunidade aquática (CETESB, 2016).

A legislação brasileira não define um limite de concentração para óleos e graxas. Esta recomenda, por meio da Resolução do CONAMA 357/05, que estes estejam virtualmente ausentes para os corpos d'água de classes 1, 2 e 3 tolerando iridescências na classe 4.

Ao longo das margens do açude foram identificados vários organismos da espécie *Prosopis juliflora* (Sw) DC, conhecida popularmente como algaroba (Figura 4). A maior contribuição para o processo de invasão ocorre pela dispersão das sementes. Como os bovinos, muales e caprinos não são capazes de digerir totalmente as vagens da algaroba, ocorre a disseminação das sementes nos estercos (EMBRAPA, 2009).

Doroteu et al. (2012), também registrou em estudo a presença de algaroba nas margens do Açude de Bodocongó. A invasão biológica constitui atualmente uma das principais causas de perda de biodiversidade no planeta.

Essa leguminosa é alvo de várias discussões no meio científico devido a capacidade de inibir o crescimento de outros vegetais que habitam seu entorno (ANDERSSON, 2005). Por outro lado, é benéfica no ambiente rural, onde é utilizada na fabricação de carvão e suas vagens utilizadas para alimentar os animais.

O cultivo da algaroba é muito utilizado na região Nordeste para arborização urbana de ruas, assim como para a

exploração-da madeira na produção de lenha, tendo assim um valor econômico significativo para muitas famílias da região do semiárido nordestino.

Brito (2011) atribui a forte disseminação dessa planta às campanhas de arborização realizadas por associações de moradores. Sendo assim se constata a falta de intervenção dos órgãos ambientais nessa área, uma vez que a recuperação de áreas degradadas deve ser realizada com plantas nativas da região.

**Figura 4.** Presença de plantas invasoras nas margens do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Autor Principal, 2016.

Diversos estudos foram realizados sobre o comportamento da Algaroba em regiões nordestinas, tais como: Pegado et al. (2006), ao estudarem os impactos da invasão da algaroba sobre o estrato arbustivo-arbóreo da caatinga e sua composição, chegaram à conclusão que a árvore tornou áreas de caatinga arbórea de várzea e arbóreo-arbustiva de encosta, biologicamente mais pobres; Pegado (2004) identificou uma diminuição da fitodiversidade das localidades, além de intensas modificações na estrutura e nas funções da composição arbórea-arbustiva; Vilar (2006) afirma que a algaroba ocupa espaços e compete com as espécies que formam a caatinga arbórea como herbácea.

O crescimento populacional na cidade de Campina Grande e o aumento do valor imobiliário proporcionaram a concentração da população menos favorecida em áreas periféricas, acarretando riscos de saúde e segurança desses indivíduos.

A Vila dos Teimosos localizada nas margens do Açude de Bodocongó (Figura 5) é uma dessas áreas de ocupação inadequada. Segundo Doroteu et al. (2012), esta ocupação vem ocorrendo sem uma infraestrutura adequada, ocasionando uma superpopulação no local e consequentemente danos tanto a saúde dos moradores quanto ao açude.

Ferreira e Veloso (2009) afirmam nos resultados obtidos que, diante da necessidade de moradia, a invasão da Vila dos Teimosos foi feita de forma desordenada, não havendo uma programação prévia das pessoas envolvidas para iniciar a ocupação. A falta de planejamento urbano nessa área contribuiu para a degradação da qualidade da água do açude.

**Figura 5.** Urbanização irregular nas margens do açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Autor Principal, 2016.

Diariamente, são lançados diversos tipos de resíduos sólidos nas margens do açude bem como esgoto doméstico proveniente das construções irregulares conforme descrito por Carvalho (2007); Costa (2011) e Doroteu et al. (2012). Esses produtos aceleram a degradação do solo e causam a contaminação da água gerando consequências sociais, econômicas e ambientais.

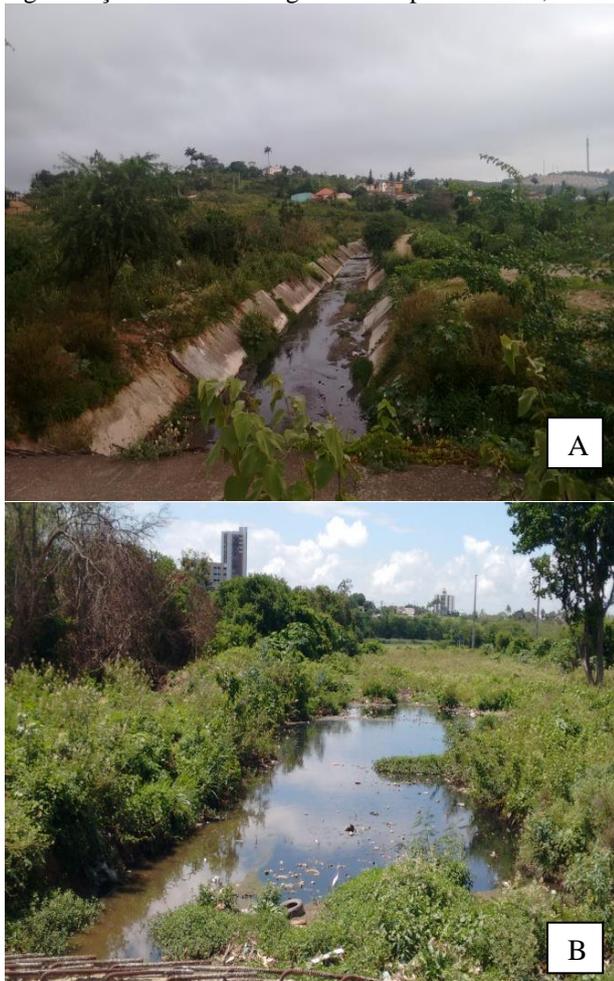
Durante o processo de ocupação às margens do Açude de Bodocongó ocorreram diversas transformações na paisagem e na qualidade de vida da população local. A falta de saneamento básico é um fator de extrema relevância que atinge essa comunidade como descrito por Araújo (2014). Segundo o autor a deposição de resíduos e o lançamento de efluentes advindos da Vila dos Teimosos é altamente prejudicial para a saúde e bem estar da população local.

O lançamento de efluentes e a verificação do comprometimento da qualidade da água deste corpo hídrico tem sido discutido em pesquisas desde a última década por autores como Carvalho (2007); Costa (2011) e Andrade (2014).

Apesar da divulgação desses resultados pela comunidade científica, assim como a imprensa de um modo geral, é possível observar um aumento na degradação desse ecossistema ao longo do tempo, principalmente devido a expansão da mancha urbana no entorno. A Figura 6A ilustra o efluente proveniente de bairros próximos, como o Araxá, que são depositados na margem do açude, ilustrado na Figura 6B. O despejo destes esgotos urbanos contém altas cargas poluidoras acarretam o aumento de matéria orgânica e a proliferação de inúmeros microrganismos patogênicos que contribuem e intensificam a degradação da qualidade da água no manancial

O Art. 3º da Resolução nº 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), institui que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

**Figura 6.** Efluentes urbanos ligados a rede de drenagem que chega ao açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



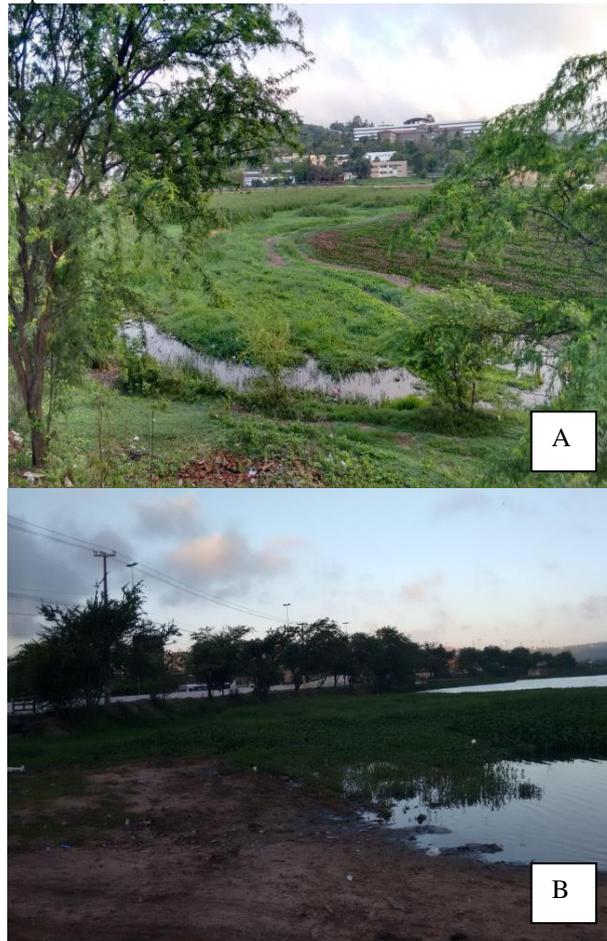
Fonte: Autor Principal, 2016.

No entanto, as normas descritas por essa Resolução não são atendidas em detrimento do lançamento de diversos efluentes clandestinos que adentram diariamente nas margens do açude contaminando não apenas a água como também o solo. As águas do Açude de Bodocongó proporcionam risco eminente para a população local que ainda utiliza-se da pesca como alternativa econômica no local, da lavagem de automóveis e da dessedentação animal.

Diante da diminuição do volume de água no manancial, os pescadores passaram a realizar a pesca em pequenas poças de água existentes ao longo da área do açude. No entanto, essas águas recebem efluentes advindos de bairros localizados na microbacia do Bodocongó. O despejo de esgoto e materiais industriais com nitrogênio e fósforo nas águas contaminam os peixes, sendo um risco para as pessoas que consomem a água sem o tratamento e o pescado.

A eutrofização das águas é o processo de enriquecimento desta por nutrientes, principalmente com nitrogênio e fósforo, que resulta no crescimento excessivo das plantas aquáticas conforme ilustrado na Figura 7 (A e B). Os principais agentes causadores da eutrofização são: lançamento de esgoto, agrotóxicos e fertilizantes (CONLEY et al., 2009).

**Figura 7.** Eutrofização da água do açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Autor Principal, 2016.

Segundo Smith e Schindler (2009), a eutrofização pode levar à alteração no sabor, no odor, na turbidez e na cor da água, à redução do oxigênio dissolvido, provocando a morte de peixes e outras espécies aquáticas, além do comprometimento das condições mínimas para o lazer na água.

O processo de eutrofização nas águas do Bodocongó ocorre devido à grande presença de resíduos sólidos solúveis totais incorporado na água, diminuindo a quantidade de oxigênio, contribuindo para o favorecimento e a invasão de plantas macrófitas (DOROTEU, 2012).

Durante muitos anos esse manancial foi utilizado no sustento de muitos moradores que habitavam a sua proximidade, assim como possibilitou a prática de lazer e abrilhantava uma das entradas da cidade como um cartão postal. Atualmente o cenário encontrado denota efetivamente a evolução das ações antrópicas ao longo dos anos.

Além dessas ações, vale salientar as condições climáticas de seca que a cidade de Campina Grande vem sofrendo nos últimos cinco anos, fator esse que acelera o processo de eutrofização devido a grande exposição de radiação solar na lamina d'água do reservatório.

O processo de eutrofização altera o valor paisagístico e ecológico do Açude de Bodocongó. Fatores como a coloração da água, o odor desagradável, bem como a modificação natural da paisagem elucidam o estado de degradação desse ecossistema aquático.

A ocupação da Vila dos Teimosos, bem como a urbanização do bairro de Bodocongó com a chegada de empreendimentos industriais e comerciais são fatores que refletem na alteração física do espaço conforme apresentado na Figura 8A e 8B.

**Figura 8.** Assoreamento nas margens do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Autor Principal, 2016.

De acordo com Doroteu (2012) problemas de erosões, assoreamentos dos corpos hídricos, enchentes, entre outros, são gerados a partir dos conflitos de usos, ocasionados principalmente pelas alterações do espaço, sem um planejamento adequado.

O assoreamento contribui para a redução do volume acumulado e, conseqüentemente, para a redução da vazão, na elevação dos valores de turbidez, nos danos a biodiversidade com arraste e aterramento de microrganismos, os quais servem de alimentos para os peixes (CARVALHO et al., 2009).

Ferreira (2014) calculou o percentual de redução da área do espelho d'água em 32,87% através do estudo espaço-temporal até o ano de 2012. Esse dado evidencia a degradação ambiental proporcionada pelas atividades antrópicas, com alto índice de assoreamento comprometendo o volume hídrico do açude.

Fatores como relevo ondulado nas proximidades do açude, retirada de areia para a construção civil, presença de cultivo agrícola assim como o abandono de áreas que já foram exploradas pela agricultura são fatores mencionados por

Doroteu (2012) que intensificaram o fenômeno do assoreamento nessa área.

Brito (2011) também relatou em estudo os efeitos do assoreamento nesse corpo hídrico, de modo que a extração de areia nas margens do açude passa a ser uma forma de subsistência da população local.

A falta de cobertura vegetal nas margens do açude também é outro fator importante para essa problemática, uma vez que a terra das margens fica sem apoio e acabam caindo diretamente dentro do rio, tornando-o barrento, dificultando a entrada de luz solar e, conseqüentemente, dificultando a vida aquática de seguir seu ciclo.

Segundo Carvalho (2007), o espelho d'água do açude diminuiu bastante em relação ao espelho d'água da imagem de 1989, essa diminuição é resultado do assoreamento do açude que, teve uma redução de mais de 30% em apenas 18 anos.

A bacia hidrográfica do Açude de Bodocongó encontra-se em avançado estado de degradação ambiental, com as nascentes desprovidas de vegetação, rios assoreados, bacia hidráulica com estruturas comprometidas e grande aporte de resíduos e dejetos diretamente despejados no manancial, comprometendo a vida aquática e conseqüentemente a vida da população que utiliza o açude para as mais diversas atividades (MEDEIROS, 2008).

Atualmente, foi recém inaugurado o Parque Bodocongó, uma obra do governo do Estado com o propósito de ser um espaço de convergência de atividades culturais. No entanto, as ações governamentais realizadas nas abrangências do açude, estão em desacordo com as práticas de sustentabilidades e contrariam a legislação vigente do atual Código Florestal Brasileiro a Lei Federal nº 12.651/2012 que especifica a exigência mínima de trinta metros das margens do corpo hídrico para construção.

Além do que é perceptível visualmente, Souza e Gastaldini (2014) enfatizam que o comportamento da qualidade da água também reflete as condições ambientais da bacia hidrográfica. Assim, conhecer as características de qualidade da água amplia o conhecimento ecológico do ecossistema e possibilita detectar alterações provenientes da atividade humana que possam causar a degradação ambiental.

O Potencial Hidrogeniônico (pH) avalia o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. As alterações nesse parâmetro podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais).

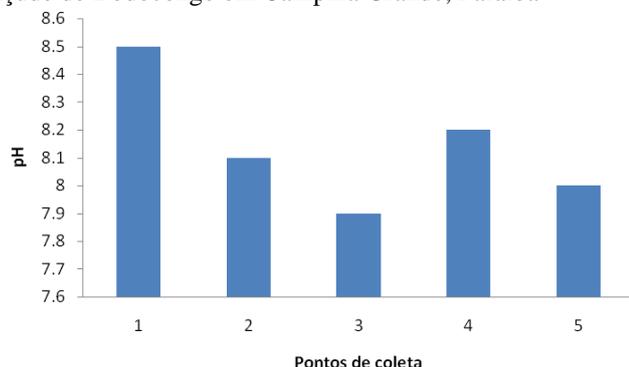
A média de pH nos cinco pontos de coleta foi de 8,2 sendo considerado suavemente alcalino segundo Wiegand et al. (2016). A figura 9 apresenta o detalhamento desses resultados, com variação entre 7,9 a 8,5. A resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece o limite mínimo de 6,0 e máximo de 9,0 para essas águas, de modo que os valores obtidos estão em conformidade com os padrões exigidos.

Esses resultados podem ser relacionados ao período de estiagem que se encontra a região devido o balanço hídrico desse ecossistema aquático ser negativo, ou seja, a precipitação é menor que a evaporação (ESTEVES, 1998).

Em estudo de análises físico-químicas de água, Silva et al. (2010) observaram que é comum encontrar valores altos de pH em regiões de balanço hídrico negativo, como ocorre com os açudes do semiárido no Nordeste brasileiro.

Valores dentro do estabelecido também foram encontrados por Andrade (2014), no qual o pH obteve uma média de 7,78. Carvalho (2007) obteve uma variação em sua pesquisa entre 6,70 a 9,30.

**Figura 9.** Valores de pH nos pontos georreferenciados do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Alterações significativas no pH podem influenciar no desenvolvimento de diversas espécies de peixes. Segundo Tavares (1994), a faixa ideal de pH para criação de peixe está entre 6,5 a 9,5. Assim, os valores encontrados no estudo estão dentro do intervalo de variação considerado como adequado.

Esses resultados também propiciam o uso dessas águas para recreação, uma que segundo Lopes, (2013), valores elevados de pH acima de 10, podem causar graves escamações de pele (LOPES, 2013).

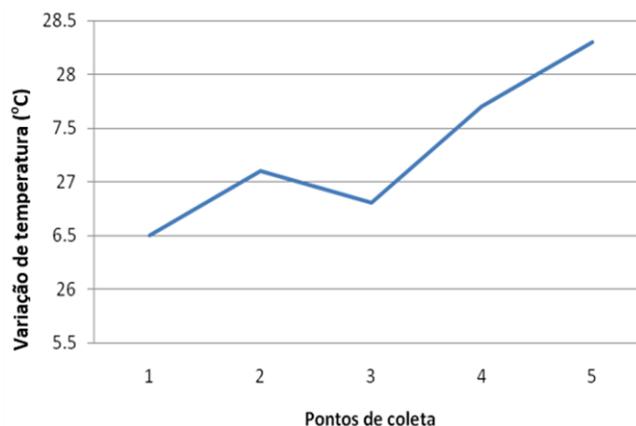
A temperatura da água do Açude de Bodocongó variou entre 26,5 °C e 28,3 °C, com média de 27,28 °C. A Figura 10 apresenta os valores de temperatura nos cinco pontos de coleta. Valores abaixo de 18 °C e acima de 24 °C podem afetar a absorção de nutriente, assim como a temperatura máxima nos corpos hídricos não deve ultrapassar os 30 °C (MELO et al., 2009).

Estudos semelhantes foram desenvolvidos nesse açude de modo que Moredjo (1998), encontrou valores médios de 28,3 °C e Carvalho 2007, de 27,2 °C, sendo similares aos resultados encontrados nessa pesquisa.

Esse parâmetro não é descrito pela Resolução CONAMA nº 357/2005, no entanto esses valores de temperatura estão dentro da faixa ideal de conforto térmico para crescimento e reprodução dos peixes conforme Campeche et al. (2007). Seu equilíbrio influencia o metabolismo dos organismos existentes no meio, afetando processos como respiração, fotossíntese, decomposição, velocidade de reações químicas, biológicas, solubilidade de gases na água, sendo fator imprescindível na análise de um corpo hídrico (SPERLING, 2005).

A variação da temperatura dentro dos sistemas aquáticos é importante uma vez que influencia diretamente nas condições físico-químicas e biológicas da água, como alteração do pH, concentração de oxigênio dissolvido e proliferação de microalgas ou cianobactérias que elevam a turbidez da água (ANDRADE, 2017).

**Figura 10.** Temperatura da água do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba

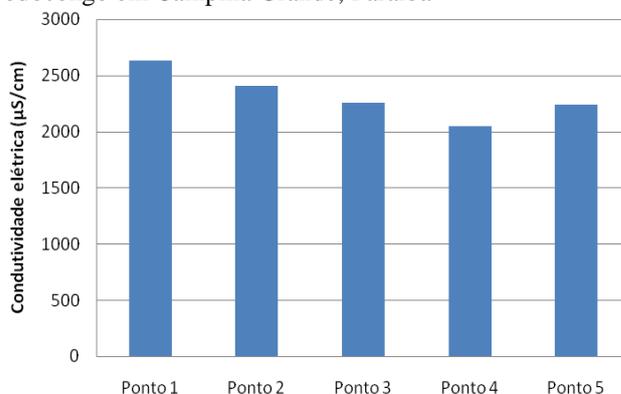


Diminuindo-se a temperatura da água aumenta-se a solubilidade de O<sub>2</sub>, por sua vez temperaturas elevadas aceleram as reações químicas, havendo um consumo maior de O<sub>2</sub> pela matéria orgânica. Aumentos significativos de temperatura na água são, geralmente, provenientes de despejos de origem industrial e de descargas de usinas termoeletricas, que podem causar impacto significativo nos corpos d'água (CORREIA et al, 2015).

A Condutividade elétrica (CE) do açude apresentou valores altos com média de 2315,6 µS/cm, conforme ilustrado na Figura 11. Esses resultados indicam um aumento na concentração de sais devido à diminuição do volume de água proveniente da evaporação natural. Outro fator relevante que contribui para o aumento da condutividade elétrica é a retirada de água por meio de carros-pipa para a comercialização em outras localidades.

A condutividade elétrica não possui um limite estabelecido pela Resolução nº 357/2005 do CONAMA, no entanto a mesma pode auxiliar na identificação de fontes poluidoras. De acordo com Libânio (2005), a água que recebe efluentes domésticos e industriais pode atingir 1000 µS/cm de condutividade elétrica.

**Figura 11.** Condutividade elétrica da água do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Elevadas concentrações de condutividade em águas naturais, ainda que não causem dano imediato ao ser humano, podem indicar tanto uma possível contaminação do meio aquático por efluentes industriais como o assoreamento acelerado por destruição da mata ciliar.

O excesso desse parâmetro também pode causar danos às culturas irrigadas, por meio da acumulação de sais na zona radicular, diminuindo a disponibilidade de água e acelerando a escassez (SANTANA et al., 2007).

Esses resultados também são influenciados pelas características pedológicas e geológicas da região. Moredjo (1998) encontrou valores médios de 1829,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para essa água. Quando a água apresenta alta condutividade, provavelmente contém grande quantidade de nutrientes dissolvidos (CAMARGO; VALENTI, 1990).

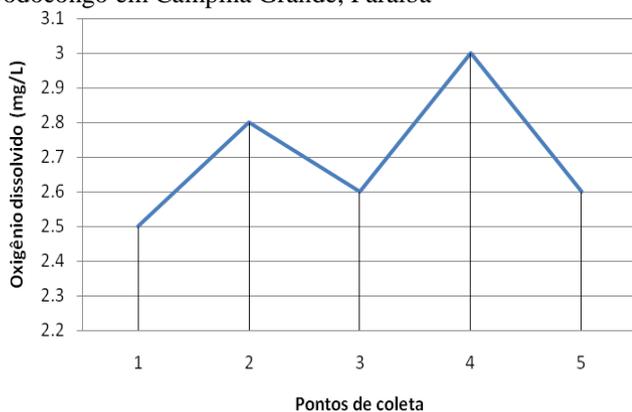
A carga de nutrientes que intensifica o aumento da condutividade no Açude de Bodocongó está ligada diretamente ao despejo de efluentes conforme descrito anteriormente. Outro fator determinante para esse resultado é a temperatura conforme descrito por Feitosa e Manoel Filho (2000). Segundo esses autores a CE tende a aumentar por diversos fatores, entre eles, a elevação da temperatura.

Quanto as concentrações de oxigênio dissolvido (OD) os resultados da figura 12 apresenta média de 2,7 mg/L. A Resolução nº 357/2005 estabelece o valor de no mínimo 4,0 mg/L de OD para águas doce classe 3. Sendo assim os valores de OD se encontram abaixo do estabelecido por esse órgão competente. Valores abaixo do aceitável, pode afetar significativamente a saúde do ecossistema aquático e também limitar o uso da água para diferentes fins

Esse parâmetro é vital para os seres aquáticos aeróbicos, sendo que o nível de disponibilidade na água vai depender do balanço entre a quantidade consumida por bactérias para oxidar a matéria orgânica e a quantidade produzida no próprio corpo de água por meio dos organismos fotossintéticos (LAUERMAN, 2007).

As análises de OD são úteis para se verificar os níveis de poluição das águas e para controle dos processos de tratamento de esgotos (APHA et al., 1999). A quantidade de OD na água é inversamente proporcional à temperatura e à salinidade e diretamente proporcional à pressão do meio (FIORUCCI, 2005).

**Figura 12.** Oxigênio dissolvido da água do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Carvalho (2007) publicou em trabalho o valor médio de 3,6 mg/L de oxigênio dissolvido para esse ambiente. As ações antrópicas ao longo dos anos propiciaram a degradação acentuada desse ecossistema de modo a contribuir para a redução da quantidade de oxigênio dissolvido nesse ambiente. O intenso lançamento de efluentes domésticos e industriais são os principais responsáveis pela degradação do OD nesse meio aquático.

O teor de OD é um indicador de suas condições, de poluição por matéria orgânica. Assim, uma água não poluída deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1995).

A presença de OD em baixas concentrações nessas águas reflete a diminuição da quantidade de peixes existente, uma vez que ambientes pobres em oxigênio propiciam a morte de animais aquáticos. De acordo com Pinto (2010), as águas naturais necessitam de no mínimo 4,0 mg/L de oxigênio dissolvido para manter a vida aquática, especialmente os peixes.

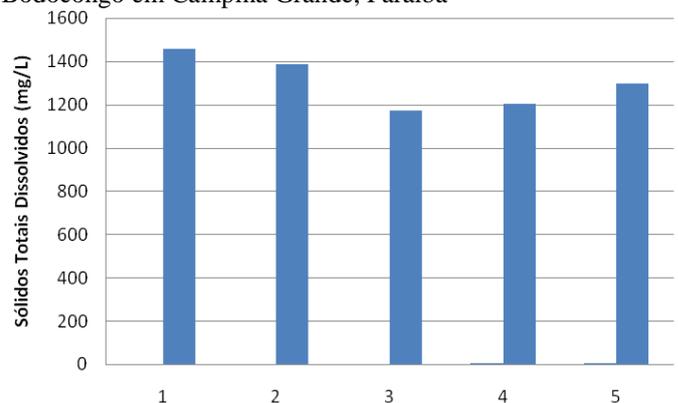
Os sólidos totais dissolvidos (STD) apresentaram média para os cinco pontos de 1304,4 mg/L, de modo os valores para cada ponto estão descritos na Figura 13. O STD correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado (CASTRO, 2013).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 as concentrações de sólidos dissolvidos para esse tipo de água devem ser menores que 500 mg/L. Sendo assim, os resultados analisados ultrapassam esse padrão de qualidade.

A menor concentração encontrada nessas águas por Carvalho (2007) foi de 713 mg/L e a mais elevada 1553 mg/L. A água quando contém concentrações de sólidos dissolvidos menores que 500 mg/L é considerada satisfatória para uso doméstico e inúmeros usos industriais. Já acima de 1000 mg/L contém minerais que lhe conferem sabor desagradável tornando-a inadequada para diversos usos

Altas concentrações de STD podem afetar a qualidade da água, pois aumenta a turbidez e diminui a saturação de oxigênio dissolvido, prejudicando atividades fotossintéticas que são importantes para a não degradação dos corpos hídricos, assim como podem comprometer a vida útil dos sistemas de irrigação (DUARTE et al., 2008).

**Figura 13.** Sólidos totais dissolvidos da água do Açude de Bodocongó em Campina Grande, Paraíba



Os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) tem correlação direta e proporcional com a condutividade elétrica devido a concentração de íons presente nas amostras. Por esse motivo, valores elevados de STD podem prejudicar as culturas irrigadas, diminuindo a absorção de água e salinizando o solo.

Os esgotos domésticos não tratados podem contribuir com uma variação típica de 700 a 1350 mg/L de sólidos totais

(SPERLING, 2005). A descarga de esgoto clandestino influenciou significativamente para o aumento da concentração desse parâmetro, assim como o lançamento de resíduos sólidos e a lavagem de veículos nas margens do açude.

## CONCLUSÕES

As ações antrópicas ao longo dos anos vêm degradando de forma significativa o entorno do Açude de Bodocongó, comprometendo o volume hídrico armazenado devido ao processo de assoreamento. Esses fatores preconizam a deterioração da qualidade das águas desse manancial.

Fatores como a expansão da mancha urbana, a carência de educação ambiental assim como a falta de incentivo por parte das políticas públicas contribuem diretamente para a modificação das condições físicas, químicas e biológicas desse ecossistema.

A falta de esgotamento sanitário na Vila dos Teimosos é um fator de risco eminente à população e ao meio ambiente, uma vez que possibilita a contaminação das águas e solo. Esse cenário é comprovado por meio da alteração do oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos analisados no corpo hídrico.

É preciso a mudança de paradigma no que tange as ações governamentais tais como: tratamento de efluentes, gerenciamento de resíduos sólidos urbanos, incentivo a prática da educação ambiental e aplicação das normas previstas no novo código florestal para áreas de proteção permanente.

## AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais pertencente à Universidade Federal de Campina Grande-PB pela oportunidade, bem como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

## REFERÊNCIAS

ANDERSSON, S. Spread of the introduced tree species *Prosopis juliflora* (Sw.) DC in the Lake Baringo area, Kenya. 2005. Disponível em < <http://ex-epsilon.slu.se/398/>> Acessado 11/03/2016.

ANDRADE, L. R. S. Avaliação da qualidade das águas superficiais e seu reuso na irrigação de áreas verdes do campus sede da universidade federal de campina grande-pb. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia em Recursos Naturais. Campina Grande-PB. 2017.

ANDRADE, L. R. S.; ANDRADE, M. Z. S. S.; FERNANDES, M. S. M.; ALVES, R. V.; BARBOSA, T. L. A. Estudo físico-químico da qualidade da água do açude de Bodocongó, Campina Grande – PB. XII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Natal-RN. 2014.

BRASIL. Lei nº 12.651. Código Florestal do Brasil. Brasília, DF. 25 de maio de 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA 357. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Resolução CONAMA 430. Brasília, DF, 2011.

BRITO, A. S. Impactos ambientais urbanos na Vila dos Teimosos: Médio curso do Riacho Bodocongó, Campina Grande-PB. Monografia – curso de especialização em geoambiência e recursos hídricos do semiárido. Universidade Estadual da Paraíba. 2011.

CAMARGO, A. F. M.; VALENTINI, W. C. Características físicas e químicas da água. In: CASTAGNOLLI, N.; PINTO, M. L. G. Piscicultura. Jaboticabal: UNESP/CA, p. 8-13. 1990.

CAMPECHE, D. F. B.; PEREIRA, L. A.; FIGUEIREDO, R. A. C. R.; PAULINO, R. V. Caracterização limnológica e morfometria de açudes dependentes de chuva povoados com tambaqui (*Colossoma macropomum*) no Semi-Árido Nordeste. In: Congresso brasileiro de produção de peixes nativos de água doce, encontro de piscicultores de Mato Grosso do Sul. Embrapa Agropecuária Oeste, 2007.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A. SILVA, D. G. K. C. Estudo da degradação ambiental do açude Bodocongó. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 293-305, mai/ago 2009.

CARVALHO, J. A. P. Diagnóstico da Degradação Ambiental do Açude de Bodocongó em Campina Grande-PB. Dissertação de Mestrado Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande, CTRN. Campina Grande. 96p. 2007.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. Metodologia científica. 6ª ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

CETESB. Óleos e Graxas. 2016. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/aguas>> Acesso em 11/03/2016.

COELHO, A. C. L. A degradação ambiental no entorno do Açude de Bodocongó. Monografia. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande- PB. 2013.

CONLEY D. J., PAERL, H. W., HOWARTH, R. W., BOESCH, D. F., SEITZINGER, S. P., HAVENS, K. E., LANCELOT, C., LIKENS, G. E. Controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. Science Magazine, v.323, p.1014-1015, 2009.

COSTA, T. C. F. Ações antrópicas de impactos negativos no açude de Bodocongó no município de Campina Grande – Paraíba. Revista Brasileira de Informações Científicas. v.2, n.2, p.78-89. 2011.

CORREIA, J. L. H.; FERNANDES, A. J. D.; LUCIO, M. M. L. M.; TOMAZ, J. O.; HONORATO, M. B.; CARNEIRO, E. N. Monitoramento da qualidade físico-química da água do estuário do Rio Paraíba – Cabedelo, PB. Rev. Principia. N. 27. João Pessoa. 2015.

DOROTEU, H. G. F.; SILVANA, F. N.; JOSÉ, A. S. J.; JANIVAN, F. S.; JOSÉ, G. V. B. Uso e ocupação nas margens do açude Bodocongó/PB. Revista Educação Agrícola Superior. v.27, n.1, p.70-75, 2012.

EMBRAPA. Comunicado técnico 240. Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira. Colombo, PR. 2009.

- ESTEVEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2 ed, 602 p, 1998.
- FEITOSA, F. A. C.; FILHO, M. J. Hidrologia: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM: REFO, LABHID-UFPE, 2000.
- FERREIRA, E. X., VELÔSO, T. M. G. A luta por moradia e o surgimento da Vila dos Teimosos: uma análise a partir de relatos orais. Anais XV encontro nacional da ABRAPSO. Maceió-AL. 2009.
- FERREIRA, A. M., NETO, J. M. M., ARAGÃO, K. P.. Estudo da degradação ambiental da bacia hidráulica do Açude de Bodocongó. Revista Educação Agrícola Superior - v.29, n.2, p.81-84, 2014.
- FIORUCCI, A. R.; FILHO, B. E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. Química Nova na Escola, n. 22, p. 10-16, 2005.
- RANGEL JUNIOR, A. G.; SOUSA, C. M. Campina Grande hoje e amanhã. EDUEPB, Campina Grande. 154p. 2014.
- LAUERMANN, A. Caracterização química dos efluentes gerados pelo aterro controlado de Santa Maria e retenção de chumbo e zinco por um argissolo da depressão central do Rio Grande do Sul. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS. 2007.
- LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: Editora Átomo,2005.
- LOPES, F. W. de A.; MAGALHAES JR., A.P.; SPERLING, E.V.; Balneabilidade em Águas Doces no Brasil: Riscos à Saúde, limitações metodológicas e operacionais. Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde. 2013.
- MEDEIROS, S. S.; Estudo da degradação ambiental da bacia do riacho de Bodocongó. Dissertação (mestrado em engenharia agrícola). UFCEG, Campina grande PB, p. 74.. 2008.
- MELO, H. N. S., PIFER, R. C., ANDRADE NETO, C. O., MARQUES JÚNIOR, J. Utilização de nutrientes de esgoto tratado em hidroponia. In: MOTA, F. S.; VON SPERLING, M. Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária - ABES, p. 428 , 2009.
- MINAYO, M. C. S., SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? Caderno de Saúde Pública da Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz. Rio de Janeiro: Fiocruz, jul/set 1993.
- MOREDJO, A.. Avaliação dos efeitos das atividades humanas sobre o estado trófico dos açudes paraibanos, com ênfase na utilização da comunidade zooplânctônica como bioindicador. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa – PB. 1998.
- MOTA, S. Preservação e conservação de recursos hídricos, 2a ed. Rio de Janeiro: ABEAS, 1995.
- PEGADO, C. M. A.. Efeitos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (S.W.) D. C.] sobre a composição florística e a estrutura da caatinga no Município de Monteiro, Paraíba. 2004. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.
- PEGADO, C. M. A., ANDRADE, L. A., FÉLIX, L. P., PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. Acta Botânica Brasilica. 2006
- PINTO, A. L., OLIVEIRA, G. H., PREIRA, G. A. Avaliação da eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do Córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS. Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino, v. 1, n. 1, p. 69-82, 2010.
- PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- SANTANA, M. J., CARVALHO, J. A., SOUZA, K. J., SOUSA, A. M. G., VASCONCELOS, C. L., ANDRADE, L. A. B. Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. Revista Ciência Agrotécnica, v.31, p.1470-1476, 2007.
- SILVA, D. F., GALVÍNCIO, J. D., ALMEIDA, H. R. R. C. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. Qualitas Revista Eletrônica, v. 9, n. 3, 2010.
- SMITH, V. H., SCHINDLER, D. W. Eutrophication science: where do we go from here? Trends in Ecology and Evolution 24: 201-207. 2009.
- SOUZA, M. M., GASTALDINI, M. C. C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 19, n. 3, p. 263-274. 2014.
- SPERLING, E. V. Qualidade da água em atividades de mineração. In: Dias, L. E., MELLO, J. W. V. de. Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 95-105. 1998.
- SPERLING, V. M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005
- TAVARES, L. H. S. Limnologia aplicada à aquíicultura. Jaboticabal: Funep, 1994.
- VILAR, F. C. R. Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da caatinga: florística, fitossociologia e citogenética. 2006. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.
- WIEGAND, M. C.; PIEDRA, J. I. G.; ARAÚJO, J. C. Vulnerabilidade a eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmidos (Cuba) e semiárido (Brasil). Rev. Eng. Sanitária e Ambiental. V.21. n.2. 2016.