

REPERCUSSÕES DA INSTALAÇÃO DO ATERRO SANITÁRIO SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO AÇUDE EVALDO GONÇALVES, PUXINANÃ, PB

EFFECTS OF INSTALLATION OF LANDFILL ON WATER QUALITY OF WEIR EVALDO GONÇALVES, PUXINANÃ, PB

Nathália Rocha Morais

Graduada em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba
nathalia_rochamorais@hotmail.com

Josandra Araújo Barreto de Melo

Professora Doutora lotada no Departamento de Geografia, Universidade Estadual da Paraíba
Rua Dr. Gilvan Barbosa, 136, Catolé, 58411-046, Campina Grande, PB.
ajosandra@yahoo.com.br

RESUMO

Realizado no município de Puxinanã, PB, este estudo propõe-se a analisar a qualidade da água do Açude Evaldo Gonçalves, a partir da interpretação dos parâmetros físico-químicos pertinentes, considerando a instalação de um aterro sanitário nessa localidade. A metodologia constituiu-se de trabalho de campo e registro fotográfico acrescido de técnicas qualitativas desenvolvidas a partir da coleta de amostras de água em recipientes de 1000 ml e em dois períodos distintos, com intervalo aproximado de um ano, a partir do funcionamento do aterro. As análises ocorreram no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande a partir dos critérios estabelecidos pela Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde e da Resolução CONAMA 357/05 considerando, ademais, as características naturais da região. As três primeiras amostras não apresentaram grandes alterações, tendo em vista o curto período de funcionamento do aterro. Na segunda coleta, observou-se que os níveis de alguns indicadores se alteraram visivelmente, indicando futuro impacto nas águas daquele manancial, muito embora os níveis de nitritos e nitratos, maiores indicadores de poluição, não tenham oscilado grandemente. Logo, verificou-se que as águas do açude já apresentam alterações em suas propriedades comprometendo as características naturais daquele espaço, bem como a saúde da população local.

Palavras-chave: Geografia Socioambiental. Resíduos Sólidos. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

Held in the city of Puxinanã, PB, this study aims to analyze the water quality of the weir Evaldo Gonçalves, from the interpretation of the relevant physicochemical parameters, considering the installation of a landfill in this location. The methodology consisted of field work and photographic record plus qualitative techniques developed from the collection of water samples in 1000 ml containers and in two distinct periods, with the range of approximately one year from the operation of the landfill. Analyses occurred in Irrigation and Salinity Laboratory Federal University of Campina Grande from the criteria established by Decree 2,914 / 11 of the Ministry of Health and CONAMA 357/05 whereas, in addition, the natural characteristics of the region. The first three samples showed no major changes in view of the short period of operation of the landfill. In the second test, it was observed that the levels of some indicators have changed noticeably, indicating that water impact on future stock, although the levels of nitrites and nitrates as major pollution indicators, there have fluctuated greatly. Thus, it was found that the dam waters already have changes in their properties compromising the natural characteristics of that space as well as the health of the local population.

Recebido em: 25/09/2014

Aceito para publicação em: 09/05/2016

Keywords: Social Environmental Geography. Solid Residues. Water Resources.

INTRODUÇÃO

O ser humano atua sobre o ambiente, modificando-o de forma constante, de modo a satisfazer suas próprias necessidades sendo, portanto, o espaço por ele ocupado, o “*locus*” de suas ações transformadoras que desmistificam o paradigma determinista. Ao longo de sua história, “estruturou maneiras diversas de viver para que se efetivassem suas possibilidades de permanência e sobrevivência sobre a Terra, fases sempre adaptadas a cada momento vivido” (CORRÊA, 2000, p.14). Nesse sentido, pode-se compreender que os hábitos desenvolvidos, as modalidades de produção e consumo se modificaram de modo significativo no decorrer do tempo, fazendo com que os resíduos resultantes dessas novas atividades aumentassem em grandes proporções, chegando a interferir na qualidade de recursos naturais essenciais à vida, a exemplo da água.

Tendo em vista as imposições dos moldes de produção e consumo capitalistas, de acordo com Nepomuceno (2009, p.32), pode-se entender a chamada sociedade pós-moderna como uma “organização na qual as pessoas encontram nas relações de consumo a forma principal de exprimir status ou posição social diante do grupo a que pertencem”. O sistema capitalista estrutura a sociedade em classes que tem acesso desigual aos bens de consumo, todavia, “as facilidades criadas pelo mesmo sistema que segrega possibilitam que as mais variadas classes sociais, além de desejar, adquiram os produtos oferecidos pelo mercado e que, cada vez mais, apresentam como uma característica o tempo de durabilidade reduzido, ou seja, possuem sua obsolescência pré-programada estimulando, dessa forma, a força do impulso consumista e apresentando como produto um quadro visível de degradação ambiental” (LAYRARGUES, 2005, p.184).

Considerando o supramencionado, diversos impasses ambientais vêm se evidenciando em meio a este cenário, um dos mais preocupantes trata da quantidade de resíduos gerados pela sociedade, bem como ao destino dado a todos esses resíduos. Percebe-se que a quantidade de áreas destinadas a recebê-los está se tornando insuficiente e, por vezes, ao invés de representarem uma solução para a questão, se mostram como mais um problema pelo fato de não atenderem aos requisitos necessários para este propósito.

Em meio aos lixões ou vazadouros, os aterros sanitários têm sido apontados como a solução mais viável do ponto de vista ambiental, sanitário e social, representando um empreendimento possível e sustentável. Entretanto, os aterros sanitários devem ser vistos como a última etapa do gerenciamento dos resíduos sólidos e não como a solução para a problemática em foco, uma vez que este tipo de empreendimento não é um tipo de tratamento, mas uma deposição final para os rejeitos. De acordo com a NBR 8419/1992, esta é a

[...] técnica de deposição final de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou intervalos menores, se for necessário (ibidem, p.14).

Todavia, há uma série de critérios estabelecidos por meio de legislação específica para que um aterro sanitário possa se instalar em um determinado local. A distância mínima de corpos e cursos de água é uma condição restritiva, uma vez que obras desse tipo podem vir a prejudicar a qualidade da água, em decorrência da penetração de contaminantes diversos; a aceitação da população local também deve ser considerada, além dos impactos ambientais gerados pela obra, que devem ser mínimos.

Considerando sua essencialidade, a água é reconhecida como um bem finito e vulnerável desde a criação da Lei Federal nº 9433/97. Nesse sentido, mananciais naturais e reservatórios artificiais devem ser preservados no intuito de que se mantenha o abastecimento prezando pela qualidade da água disponibilizada para o consumo humano que deve de acordo com a Portaria nº 2914/11 estabelecida pelo Ministério da Saúde, atender aos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e

radioativos estabelecidos como ideais para que não ofereça riscos à saúde humana. Todavia, é possível observar que as atividades desenvolvidas pela sociedade, em especial a partir do gradativo aumento e progresso industrial, bem como da expansão urbana e aumento exagerado do consumo, refletem visivelmente no que diz respeito à poluição das águas, chegando a interferir em suas características de potabilidade.

No Brasil, diversos trabalhos vêm procurando analisar as consequências da implantação de aterros sanitários sobre a qualidade da água de reservatórios subterrâneos ou superficiais, entre os quais se podem mencionar a pesquisa realizada no aterro sanitário de Ribeirão Preto- SP, que se encontra em funcionamento desde 1989, recebendo resíduos domiciliares e de saúde que se constatou interferirem diretamente na qualidade dos recursos hídricos da localidade (MUÑOZ, 2002, p. 12).

Nessa mesma perspectiva, têm-se os estudos de Gomes (2005) acerca do Aterro Controlado da Caturrita, Santa Maria-RS, localizado na Sub-Bacia hidrográfica do Arroio Ferreira, onde a principal preocupação é a geração e vazão de percolados em águas superficiais e subterrâneas.

Aterros Sanitários quando não adequadamente planejados e com funcionamento sem coerência com as regras mínimas estabelecidas, podem causar grandes impactos ambientais nos locais onde são construídos, afetando diretamente os recursos naturais existentes, constituindo exemplos de falta de comprometimento com o meio ambiente, conforme exemplo de estudo realizado por Santos (2008), em células do aterro sanitário de Cuiabá-MT, que não teve de impermeabilização necessária, se tornando fonte potencial de contaminação ambiental.

No caso citado, a contaminação de solo e água foi perceptível mesmo nos espaços onde a impermeabilização se apresentou adequada, atingindo não apenas os mananciais subterrâneos, como também os superficiais nos quais a água foram analisadas pelo Índice de Qualidade da Água (IQA) aplicado a toda a área de influência do aterro, verificando que em pontos específicos, como nos locais de lançamento de efluentes e na represa próxima à célula do aterro, a qualidade da água mostrou-se ruim, evidenciando a ineficácia dos sistemas de tratamento dos resíduos e de seus efluentes.

Nessa perspectiva, busca-se a compreensão do caso específico do aterro sanitário² em funcionamento, na zona rural do município de Puxinanã- PB, desde o ano de 2011. Instalado nas proximidades de uma reserva hídrica superficial de suma importância para aquela população, uma vez que o Açude Evaldo Gonçalves é responsável pelo abastecimento hídrico da cidade, há de se considerar neste estudo os possíveis reflexos que este empreendimento pode causar aos recursos hídricos locais.

O aterro sanitário instalado à montante do açude recebe resíduos sólidos não apenas do município de Puxinanã, mas de outros municípios vizinhos³, a exemplo de Campina Grande, cidade com estimativa para 2014 de 402.912 habitantes, segundo informações do IBGE (2010). A instalação e operação do aterro nesta área teve como resultado grande polêmica e diversas dúvidas por parte da população, que está bastante receosa com relação à qualidade da água que está consumindo.

Considerando os padrões mínimos de qualidade da água para consumo humano e relacionando-os à recente instalação do aterro, que ocorreu de modo turbulento não atendendo aos padrões mínimos estabelecidos para o funcionamento desse tipo de empreendimento, nos limites territoriais do município em estudo, à montante do açude, tal ação pode comprometer não apenas o equilíbrio ambiental, mas a saúde daquela população, uma vez que, diante de ações antrópicas inadequadas sobre as reservas, este recurso renovável pode sofrer transformações prejudiciais à saúde humana, gerando a possibilidade de contração de doenças de veiculação hídrica, além de outros impactos de ordem ambiental.

Além de refletir sobre a problemática exposta, este estudo justifica-se pelo pressuposto de que todo ser humano tem direito ao consumo de água dentro dos mínimos padrões de qualidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde, por meio da Portaria nº2914/2011, sendo dever das autoridades o monitoramento desses padrões e a conservação dos mananciais.

²Mesmo sem acesso permitido ao público, da parte externa do local denominado de "Aterro Sanitário" é possível verificar as pilhas de resíduos amontoados, o que remete às características de um "lixão", ao invés de um aterro propriamente.

³O aterro sanitário recebe lixo dos municípios de Campina Grande, Montadas e Puxinanã e mais algumas empresas privadas totalizando em média 400 mil/ ton. Resíduos por mês (ALVES, 2013, p. 465).

Mediante o exposto, este artigo objetiva analisar a qualidade da água do Açude Evaldo Gonçalves, procurando identificar se existem indícios de contaminação a partir da instalação do Aterro Sanitário. Para isso, buscou-se interpretar os parâmetros físico-químicos relativos à qualidade da água do reservatório, tão questionada a partir da nova dinâmica socioambiental estabelecida naquele espaço.

O PARADIGMA SOCIOAMBIENTAL NA GEOGRAFIA

Desde o seu surgimento, a ciência geográfica tem como objeto de análise as relações estabelecidas entre sociedade e natureza, considerando, neste contexto, as intensas transformações as quais o ser humano submete o espaço, tendo em vista que a evolução da humanidade promove significativa revolução nos mais variados sentidos como social, racional (técnico) e cultural, resultando em grandes avanços tecnológicos que tem como produto o crescente e contínuo consumismo e consequente poluição e degradação ambiental. Deste modo, pode-se afirmar o caráter ambientalista da ciência geográfica, através da citação de Mendonça (2001):

Os princípios básicos e os objetivos principais, assim como o objeto de estudo da Geografia, desde a sua origem como ciência, são de caráter eminentemente ambientalista. A geografia é, sem sombra de dúvida, a única ciência que desde a sua formação se propôs o estudo da relação entre os homens e o meio natural do planeta o meio ambiente atualmente em voga é propalado na perspectiva que engloba o meio natural e social. Observando-se a história da evolução da ciência moderna percebe-se que a Geografia é a única ciência de cunho ambientalista *latu sensu* desde sua origem, sendo que as outras são mais específicas no tratamento da referida temática. (...) Contudo, não se pretende dizer que a Geografia é a única que sozinha consegue dar conta de toda a problemática que envolve o conhecimento do meio ambiente (ibidem, p. 22-23).

A temática ambiental é de ordem interdisciplinar e encontra-se em constante processo de investigação nos mais variados âmbitos da ciência, inclusive na Geografia, que busca a análise integrada dos diversos fatores que podem interferir nas questões ambientais tratando tais questões sob duas perspectivas.

Para Mendonça (2001), o primeiro desses momentos ocorre desde a origem da Geografia como ciência, no século XIX, até meados do século XX, entre as décadas de 1950 e 1960, onde o ambiente era tomado como sinônimo de natureza. O segundo momento se estabelece a partir dos anos de 1960 até os dias atuais. Nessa linha de abordagem, tem-se que, *a priori*, o pensamento positivista possui grande representatividade por afirmar a natureza como uma existência independente das ações humanas devendo, por esta razão, ser analisada isoladamente; de forma subsequente, o pensamento marxista, embora ainda tenha restritas suas análises sobre o fenômeno natural, uma vez que valoriza a perspectiva social que se processa em sociedade, se sobressai e as relações homem-natureza são atribuídas de maior significado. Todavia, o marxismo não representa exatamente um eixo de estudo que envolveria a temática ambiental (MENDONÇA, 2001, p.19).

No entanto, pode-se afirmar que em nenhum desses momentos as questões ambientais são realmente um viés da ciência, já que ora são vistas como algo de existência própria, ora percebidas essencialmente como fonte de recursos para a sobrevivência humana, fato condicionado à dicotomia Geografia Física e Geografia Humana, áreas de uma mesma ciência que, durante muito tempo, foram analisadas erroneamente dissociadas uma da outra.

Nesse cenário, emerge a fenomenologia como aporte na avaliação da integração e interação entre o ser humano e o ambiente, no sentido de ultrapassar a visão superficial da realidade proposta pela ciência moderna, uma vez que pauta-se na percepção do conjunto de acontecimentos e de suas causas, considerando toda a subjetividade que pode estar envolvida nesse processo, conforme ressalta Merleau-Ponty (1999) *apud* Pereira (2010):

A fenomenologia busca evidenciar as essências repondo-as na existência, na medida em que o palpável sempre existiu “ali”, numa forma prévia ao pensamento. A abstração intelectual espaço-temporal do mundo “vivido” materializou-se no exercício descritivo da experiência da maneira como ela ocorre, uma vez que o real deve ser registrado e não construído ou constituído (ibidem, p. 174).

A partir desse momento, a percepção e a ação do sujeito são consideradas na dinâmica espacial dando margem a uma nova forma de analisar os acontecimentos geográficos. Trata-se do surgimento da Geografia Humanística, cujos aspectos de análise incorporam as relações estabelecidas entre a sociedade e o espaço, resultando de momentos distintos da história da Geografia marcados pela influência francesa e, posteriormente, pela renovação e pelo pensamento crítico, que instaura uma nova relação entre a natureza e o homem, em uma visão conjunta, possibilitando a análise integrada do espaço. Assim, com traços humanísticos e fenomenológicos, respectivamente, uma nova compreensão do espaço e das questões ambientais vai se delineando aos poucos.

O espaço é vivido e percebido de maneira diferente pelos indivíduos, uma das questões decisivas da análise geográfica que se coloca diz respeito às representações que os indivíduos fazem do espaço. Essa Geografia procurou demonstrar que para o estudo geográfico é importante conhecer a mente dos homens para saber o modo como se comportam em relação ao espaço (LENCIONI, 2003, p. 152).

Esse pensamento apresentou evolução relevante na década de 1980, momento a partir do qual as interações entre o ser humano e o meio ambiente passam a ser vistas em uma perspectiva dialética, considerando múltiplos prismas como a relação entre as questões ambientais e sociais, e fazendo emergir no cenário científico a denominada Geografia Socioambiental na qual “a relação homem-natureza [...] é considerada de maneira totalizante e não passiva, sendo direcionados olhares em que o social não é desconsiderado nesta relação (OLIVEIRA, 2012, p. 11)”.

Nessa perspectiva, é neste período tido como da modernidade que emergem as preocupações com as questões ambientais em decorrência dos avanços técnicos, pois como afirma Santos (2002, p.192), “com a emergência do período técnico-científico, no imediato pós-guerra, o respectivo sistema técnico se torna comum a todas as civilizações, todas as culturas, todos os sistemas políticos, todos os continentes e lugares” fazendo surgir problemas econômicos, sociais e ambientais. De acordo com Caseti (1991), esta problemática se evidencia e ganha notoriedade no momento em que as forças produtivas de um sistema em solidificação crescente se relacionam diretamente com o meio dando origem as relações de produção que se refletirão sensivelmente nas características e alterações espaciais. De acordo com Mendonça (1998):

O envolvimento da sociedade e da natureza nos estudos emanados de problemáticas ambientais, nos quais o natural e o social são concebidos como elementos de um mesmo processo, resultou na construção de uma nova corrente do pensamento geográfico aqui denominada geografia socioambiental (ibidem, p. 113).

Nessa linha de abordagem, a vertente socioambiental da ciência geográfica caminha em sentido a compreensão da constante produção da natureza, e utiliza-se dessa nomenclatura, pois “as discussões teóricas erigidas a partir da Geografia (sócio) Ambiental assumem relevância principalmente através da emergência e apropriação da chamada ‘questão ambiental’ na ciência geográfica (MENDONÇA, 1998, p.11)”.

Logo, as novas relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza, regidas pelo sistema capitalista, tem atraído as atenções em decorrência dos resultados de sua conexão indissociável sobre os recursos naturais, há uma superação nos requisitos de análise espacial e às características físicas somam-se outros fatores de dimensão humana. Dessa forma, com a problemática ambiental e a proposta da sustentabilidade, surge o paradigma socioambiental na ciência geográfica, mediante a evolução da sociedade propondo discutir as formas de análise e compreensão do ambiente vivido.

MÉTODOS E TÉCNICAS

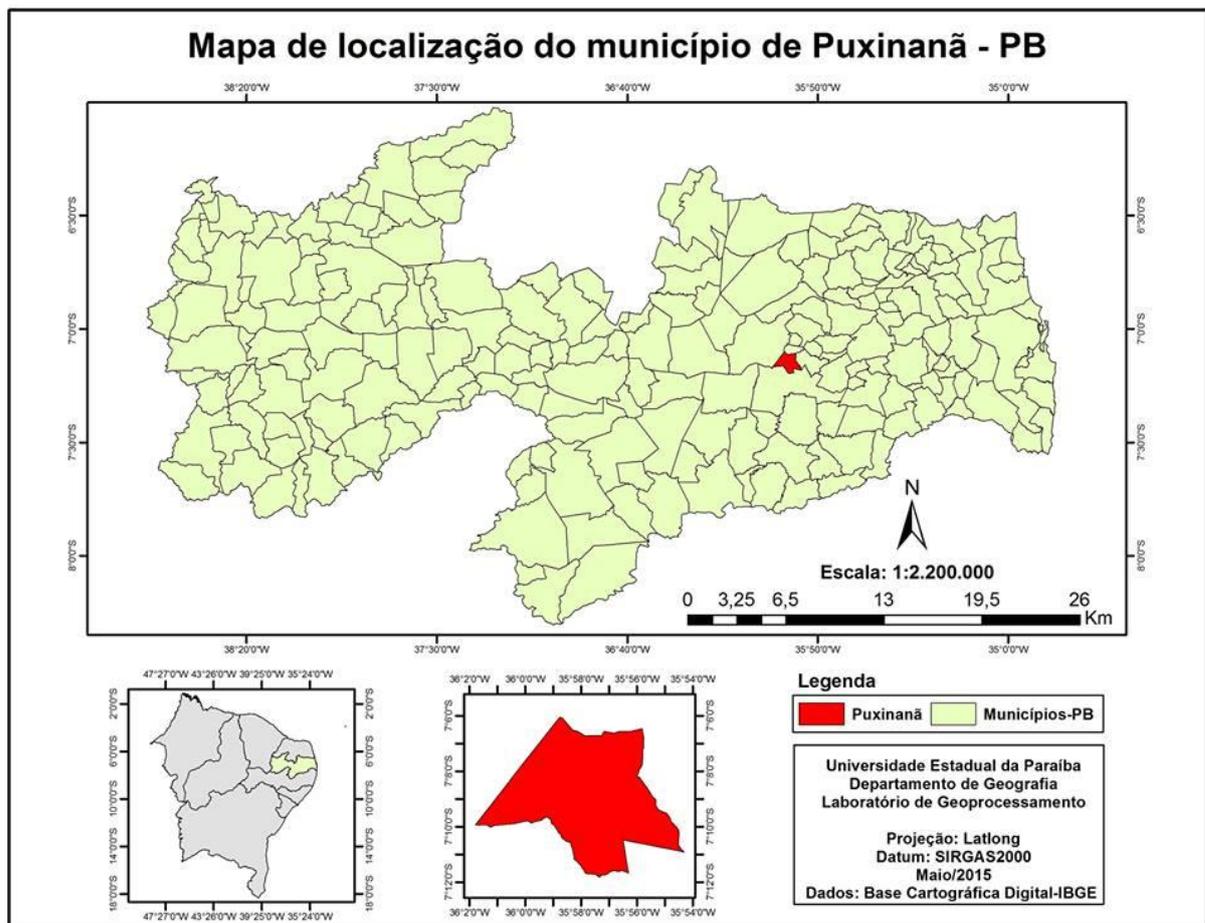
Localização e caracterização da área

O município de Puxinanã localiza-se na mesorregião do Agreste paraibano (Figura 01), cuja formação geológica é de característica cristalina.

Puxinanã possui uma área territorial de 74 Km², que corresponde a cerca de 0,1305% do estado da Paraíba, fazendo limite com os municípios de Campina Grande, Poço das Antas, Lagoa Seca e Montadas. De acordo com o Censo realizado no ano de 2010 (IBGE), tem uma população de 12.229 habitantes, que residem, em sua maioria, na zona rural, a economia do município tem como base as práticas agropecuárias.

O município está inserido na bacia hidrográfica do rio Paraíba, sendo recortado por rios intermitentes e de pequena vazão, com baixo potencial de água subterrânea. O padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005).

Figura 01 - Localização do município de Puxinanã, PB.



Fonte: Malha digital do Brasil-IBGE, 2012.
Elaborado por: Claudeam M. da Gama, 2015.

O Açude Evaldo Gonçalves (Figura 2) possui uma capacidade máxima de 802.684 m³, embora o seu volume atual esteja estimado em 301.892 m³, valor correspondente a 37,6% de sua capacidade total (www.aesa.gov.pb.br).

De clima tropical úmido semiárido, o município encontra-se localizado na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, apresentando vegetação característica do Bioma Caatinga de domínio semiárido, formada por florestas subcaducifólicas e caducifólicas, próprias de áreas agrestes. Em função da pequena camada de terreno sedimentar e da escassez de chuvas, não favorece a formação de associações florestais densas e de grande porte. Desses fatores decorre a precariedade da roupagem vegetal (EMBRAPA, 2006).

As condições pedológicas são variáveis, tendo dentre os tipos de solo mais encontrados os PLANOSSOLOS que ocorrem nos vales dos rios e riachos, são medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Os PODZÓLICOS são solos profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta, LITÓLICOS apresentam-se nas áreas mais elevadas, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Ocorrem ainda Afloramentos de rochas (CPRM, 2005; EMBRAPA, 2006).

Figura 02: Recorte espacial de localização do Açude Evaldo Gonçalves e do Aterro Sanitário.



Fonte: Google Earth, 2013.

Método de abordagem

A partir da relação dialética estabelecida pela dinâmica entre as variáveis social, econômica e ambiental que envolve o fenômeno em estudo, este trabalho foi intermediado, *a priori*, por uma visão estruturalista acerca do cenário em tela, com o propósito de descrever os elementos que o constituem e, posteriormente, viabilizar a compreensão acerca da qualidade da água, bem como de sua intrínseca relação com as ações antrópicas sobre este recurso natural considerando, para isso, o caso particular da implantação de um aterro sanitário nas proximidades do Açude Evaldo Gonçalves, município de Puxinanã- PB.

Técnicas implementadas

As técnicas constituíram de trabalho de campo com registro fotográfico e análises qualitativas em laboratório.

A observação *“in loco”* das condições de funcionamento do aterro não permitem verificar a existência de processos de tratamento dos efluentes, tendo em vista não ser permitida a entrada de visitantes

naquele espaço; indicando que os processos de transporte e tratamento dos resíduos não obedecem ao que é sugerido para este tipo de atividade. Nessa perspectiva, a realização do trabalho de campo possibilitou a visualização das características de entorno do aterro e do manancial, bem como sua relação quanto à localização do aterro sanitário.

O diagnóstico dos recursos hídricos superficiais encontrados no Açude Evaldo Gonçalves, foi realizado através de técnicas quantitativas. Foram coletadas amostras de água do açude, a fim de detectar as possíveis alterações causadas na qualidade daquele recurso utilizado pela população do município em decorrência da instalação do aterro sanitário em suas proximidades. O primeiro período de amostragem refere-se à coleta realizada no mês de julho de 2012, já o segundo coincidiu com o período de chuvas na localidade, sendo realizada a coleta em julho do ano subsequente.

As amostras foram coletadas em recipientes de 1000 ml, acondicionadas em refrigerador e enviadas imediatamente para análise no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, de acordo com a metodologia descrita por Silva e Oliveira (2001); os parâmetros quantificados foram de natureza físico-química e os resultados foram analisados tomando como referencial os padrões de qualidade da água para consumo humano estabelecidos pela Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde, não deixando de levar em consideração as características naturais da região, que podem intervir na dinâmica hídrica.

As amostras foram coletadas em dois períodos, considerando um intervalo aproximado de pouco mais de um ano, a partir do funcionamento do aterro. Na primeira campanha, foram escolhidos aleatoriamente três pontos do açude, de onde foram coletadas três amostras de água para análise. Na segunda coleta, foram coletadas apenas duas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da coleta de amostras de água do Açude Evaldo Gonçalves, no intervalo de um ano após a instalação do aterro sanitário e após análise laboratorial no Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade federal de Campina Grande-PB, foi possível detectar que, apesar do curto tempo de funcionamento do aterro e do pequeno número de amostras analisadas, já há alterações em alguns dos parâmetros físico-químicos determinantes da qualidade da água, com níveis classificados como inadequados ao consumo humano, a partir da legislação utilizada como referência.

Na Tabela 01 são apresentados os resultados obtidos na primeira coleta (julho de 2012). Sequencialmente, a Tabela 02 apresenta os resultados obtidos após um ano e depois dos primeiros períodos de chuva na região (julho de 2013).

Tabela 01: Resultado dos parâmetros a partir das primeiras coletas (junho de 2012).

Locais	Dureza Total CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	pH	Condutividade Elétrica (µS.Cm ⁻¹)	Cloreto mg L ⁻¹	Sulfato mg L ⁻¹	Bicarbonatos mg L ⁻¹	Carbonatos mg L ⁻¹	Alcalinidade Total CaCO ₃	Amônia NH ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)
Água superficial (Amostra 01)	160,62	8,35	1.081	305,58	52,27	152,50	27,00	170,00	Ausência
Água superficial (Amostra 02)	168,12	8,30	1.082	313,73	67,55	180,56	18,60	179,00	Ausência
Limites da Portaria MS nº 2.914/11	500	6,0-9,5	-	250,00	250,00	-	-	30-400	-
Limites da Resolução CONAMA 357/05	-	6,0-9,0	-	250,00	250,00	-	-	-	-

Tabela 02 - Resultados dos parâmetros avaliados após a segunda coleta (junho 2013).

Locais	Dureza Total CaCO ₃ (mg L ⁻¹)	pH	Condutividade Elétrica (µS.Cm ⁻¹)	Cloretos mg L ⁻¹	Sulfatos mg L ⁻¹	Bicarbonatos mg L ⁻¹	Carbonatos mg L ⁻¹	Alcalinidade Total CaCO ₃	Amônia NH ₃ (mg L ⁻¹)
Água superficial (Amostra 01)	185	7,71	828	214,48	6,48	145,18	0,00	119,00	Ausência
Água superficial (Amostra 02)	176	7,76	818	217,31	15,12	147,01	0,00	120,05	Ausência
Água superficial (Amostra 03)	175	7,72	810	210,93	11,23	147,60	0,00	121,10	Ausência
Limites da Portaria MS nº 2.914/11	500	6,0-9,5	-	250,00	250,00	-	-	30-400	-
Limites da Resolução CONAMA 357/05	-	6,0-9,0	-	250,00	250,00	-	-	-	-

Conforme observado nos resultados apresentados pelas Tabelas 1 e 2, alguns dos indicadores tiveram seus valores alterados significativamente, a exemplo dos cloretos. Ao observarem-se as condições naturais daquele espaço, são notórios os impactos causados pela implementação do aterro sanitário que, além de contaminar as águas do açude, tem provocado outros problemas como a poluição visual e a atração de animais como urubus, dentre outros. Situação semelhante foi constatada por Negalli (2005), no aterro sanitário Jacarezinho, Paraná, onde o processo de dispersão de metais pesados apresentou-se bastante elevado em 1 ano de operação, em decorrência de falhas semelhantes às observadas no aterro sanitário de Puxinanã: faltam cobertura e compactação dos resíduos, ausência de impermeabilização adequada, sistema de drenagem ineficiente e presença de agentes coletores na frente de trabalho fato revelado por meio de conversas informais com moradores da região, também sendo possível observar mesmo de fora do aterro sanitário.

Impacto de ordem hídrica também foi evidenciado por Ferreira e Rosolen (2011) em estudo no rio Uberabinha (Uberlândia/MG), onde os valores obtidos e analisados a partir da instalação de um aterro sanitário se mostraram de caráter cumulativo impactando na qualidade dos solos e das águas da localidade, assim como certamente ocorrerá no caso analisado por este estudo, e de acordo com os valores obtidos e apresentados pelas tabelas 1 e 2, já apresentadas.

A partir de pesquisa com moradores da região, bem como de visita ao local, foi possível observar que as condições de funcionamento do aterro sanitário não estão em conformidade com o que é normatizado para este tipo de empreendimento. No caso em análise, as normas de compactação do lixo em camadas não são respeitadas e o cenário visto reflete um amontoado de resíduos que impacta negativamente na paisagem local, atrai animais diversos e ocasiona mau cheiro que se espalha pelas adjacências da área, causando a desvalorização significativa dos terrenos (Figura 03).

Situação semelhante foi observada por Matos (2011) em Belém-PA em estudo acerca do funcionamento do Aterro Auráque que também apresenta características de um lixão a céu aberto, haja vista os resíduos serem depositados diretamente sobre o solo, sem aplicação de técnicas de controle e proteção ambiental.

É possível identificar nas tabelas apresentadas bastante incremento de alguns parâmetros de natureza físico-química da água, no decorrer de um ano, com exceção dos valores de bicarbonatos e dureza total da água que não se mostraram tão díspares, embora tenham aumentado após a primeira coleta.

Figura 03 - Imagem externa do aterro sanitário.



Fonte: Nathália Rocha Morais (2013).

A condutividade elétrica é um parâmetro de natureza física, através do qual se torna possível mensurar várias fontes poluidoras das águas (ZUIN *et. al.*, 2009, p.5-6). Os valores encontrados no manancial em análise variaram entre $828 \mu\text{S}/\text{Cm}^{-1}$ na primeira campanha, elevando-se para $1082 \mu\text{S}/\text{Cm}^{-1}$ na coleta feita após o primeiro ano de funcionamento do aterro sanitário e após as chuvas.

Situação semelhante em relação a este parâmetro foi encontrada por Morales (2002), que coletou amostras de água em cinco pontos distribuídos nos rios Santo Antonio, Santana de Aurá e Igarapé Jurucaos maiores valores foram encontrados nos pontos mais próximos do Aterro de Aurá-Belém/PA, indicando que o chorume está atingindo estes rios e a condutividade no ponto mais próximo, por exemplo, apresentou uma média de 58 e 69 mS/cm nas duas coletas da época de chuva, na época de seca, mostrou uma média de 153 e 61mS/cm nas duas campanhas.

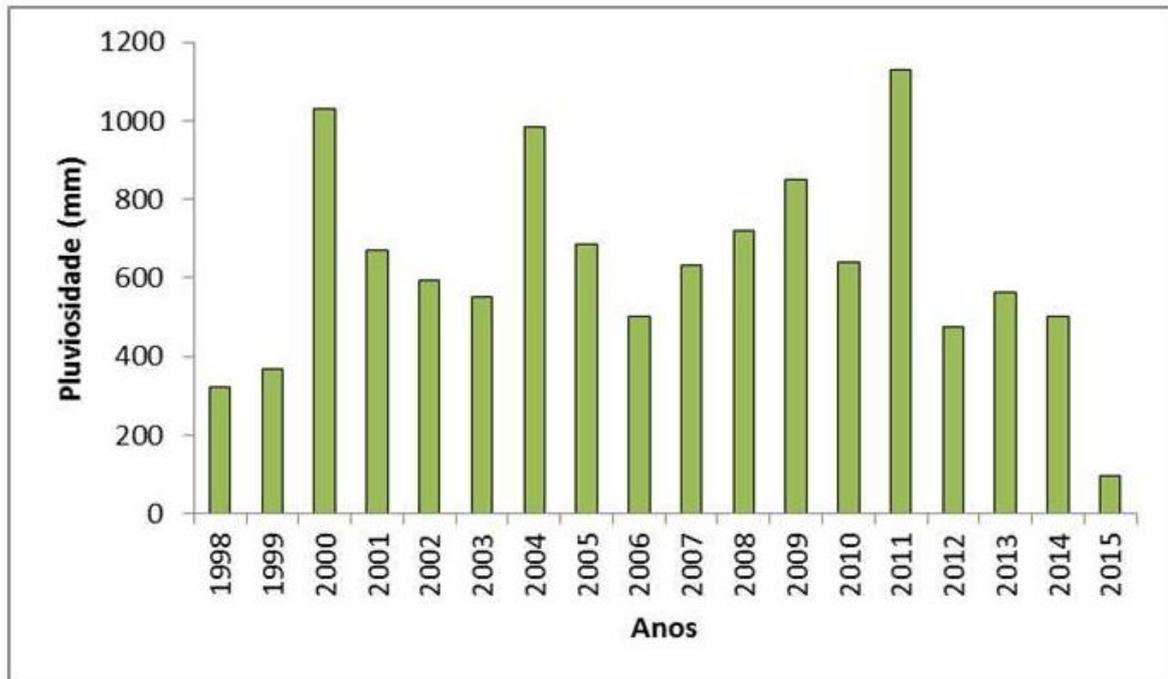
É provável que atualmente os valores dos parâmetros traçadores de chorume descritos por Morales (2002) apresentem concentrações superiores, visto que as condições de infraestrutura do aterro estão mais críticas e nenhuma medida de mitigação e recuperação da área foi implantada, tal como se observa no município de Puxinãna-PB até o momento.

Em relação aos parâmetros químicos avaliados, observaram-se variações nos indicadores analisados. Os valores de pH e alcalinidade total mantêm relação, na medida em que o primeiro representa a concentração de hidrogênio na água e o último indica a quantidade de íons na água que tendem a reagir para neutralizar os íons de hidrogênio, sendo os mais comuns nesse processo os bicarbonatos (HCO_3^-) e carbonatos (CO_3^{2-}). Nas amostras coletadas, os valores de pH encontrados variaram entre 7,71 e 8,30 estando, portanto, dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria MS nº 2914/11 para o consumo humano, que determina valores entre 6 e 9,5 como ideais para este fim, mas atribuindo ao corpo d'água características mais alcalinas.

A alcalinidade de um corpo d'água tende a alterar-se em decorrência da quantidade de água existente no reservatório elevando-se, conseqüentemente, nos períodos de estio, conforme evidenciado por Guimarães (2005) no Açude Epitácio Pessoa, Boqueirão-PB, onde a concentração da alcalinidade total, dureza, oxigênio dissolvido e cloretos se acentuou durante o período seco atingindo os valores máximos enquanto no período mais chuvoso esses valores foram minimizados. No entanto, no Açude Evaldo Gonçalves os valores apresentados na segunda análise efetuada depois das primeiras chuvas de 2013 mostraram aumento significativo em relação ao ano anterior, fenômeno que pode ser explicado pelo funcionamento do aterro sanitário, muito embora as precipitações

durante os anos de 2012 e 2013 tenham se mostrado abaixo da normalidade (Gráfico 01), fator que interfere diretamente na dinâmica hídrica podendo refletir-se nos resultados encontrados.

Gráfico 01 - Níveis de precipitação da área em estudo



Fonte: AESA, 2015.
Elaborado por: Claudeam M. da Gama

É pertinente atentar para o fato de que, além da presença dos resíduos na área de captação de água do açude, estes valores também podem se alterar em decorrência do período de coleta das amostras de água, tendendo a serem mais elevados nas campanhas realizadas no período de estiagem, como evidenciado por Morais *et. al.* (2013), em estudo realizado na Microbacia Riacho do Tronco, Boa Vista-PB que, por características inerentes ao clima Semiárido da região, mostrou seus valores de pH e alcalinidade bastante alterados durante os momentos de seca. Todavia, salienta-se que, no contexto em estudo, estas mudanças podem estar relacionadas à presença e funcionamento inadequado do aterro sanitário na localidade, o que requer estudos mais aprofundados, com mais amostras analisadas.

O parâmetro químico de dureza de um corpo de água classifica a mesma como branda, moderada, dura ou muito dura e está intimamente relacionado aos valores de cálcio, magnésio e alcalinidade total. Considerando o valor máximo de 500mg/L, de acordo com a Portaria 2.914/11 do MS, permitido em termos de CaCO_3 para água potável, as amostras analisadas salientaram uma variação entre 185 na primeira análise decrescendo para 168,12 na segunda campanha permitindo afirmar que as águas deste reservatório superficial oscilam entre brandas e moderadas. Desse modo, pode-se afirmar que, assim como ocorrido nos estudos realizados por Taveira (2012) em três municípios de Minas Gerais, as águas do Açude Evaldo Gonçalves, Puxinanã-PB, encontram-se de acordo com os valores estabelecidos como normais para o consumo humano, não sendo este um parâmetro que sofreu grandes alterações.

Os indicadores de carbonatos e bicarbonatos oscilaram e os valores encontrados classificam estas águas como impróprias para a atividade de irrigação, muito embora este parâmetro de forma isolada não seja suficiente para classificar a qualidade de um corpo hídrico, mas em excesso pode se acumular sobre os tecidos das folhas, flores e frutos, provocando aparência ruim e dificultando sua

comercialização (MORAIS *et. al.*, 1998, p. 82). No que se refere aos solos da área, esta concentração pode interferir na permeabilidade da água através do perfil, resultando em uma sodicidade mais acentuada.

Nas amostras coletadas na primeira campanha, os valores de bicarbonatos variaram entre 145,18 e 180,56 mg/L⁻¹ enquanto os carbonatos tiveram sua concentração alterada de 0 na primeira coleta para cerca de 27 mg/L⁻¹ na segunda amostragem, feita após o período chuvoso, fato que evidencia o incremento desses valores e que, embora não hajam valores estabelecidos como adequados, é notória a elevação de concentração destes parâmetros analisados após o primeiro ano de funcionamento do aterro.

Dentre os fatores que favorecem a contaminação do açude em questão, destacam-se a declividade da área, visto que a área do aterro constitui área de captação de água do açude e a ineficiência das geomembranas utilizadas para impermeabilização do solo, conforme constatado por Dantas (2013) em seus estudos sobre este aterro sanitário. A partir de suas pesquisas, verificou-se que a cobertura impermeável feita no terreno onde estão as células em atividade no aterro sanitário não retém com total eficácia o que é produzido e lixiviado através dos resíduos sólidos depositados (Figura 04).

Figura 04 - Sistema de impermeabilização do aterro sanitário de Puxinanã.



Fonte: Dantas, 2013.

Os valores encontrados para a concentração de cloretos nas amostras analisadas apresentaram aumento significativo após esse período de funcionamento do aterro sanitário. Os indicativos para uma água destinada ao consumo humano apontam valores de até 250 mg/L⁻¹, de acordo com as determinações da Portaria MS 2914/11, entretanto, os valores encontrados chegam a superar essa determinação se mostrando sob uma média de 214 mg/L⁻¹ na primeira campanha quando de início da intensificação de deposição de resíduos no aterro, elevando-se para uma média de 305,65 mg/L⁻¹ após o primeiro ano de funcionamento e após o primeiro período chuvoso na região. Cenário diferente do observado por Taveira (2012), na cidade de Lavras-, MG onde se verificou, após

análises, que as concentrações de cloretos não foram superiores ao indicado pela Portaria MS nº 2914/11.

Devido a percepção do risco de contaminação da água, a população local se mobilizou para que o funcionamento do aterro em discussão seja suspenso, todavia sem sucesso (Figura 05).

Figura 05 - Manifestação da população local pelo fechamento do aterro sanitário.



Fonte: Nathália Rocha Morais (2013).

Pelo exposto e tendo como parâmetro para comparação e análise os valores indicados pela Portaria MS 2914/11 como adequados, as amostras de água estudadas mostram que em um período não muito longo os recursos deste manancial poderão estar impossibilitados ao consumo humano em decorrência do manejo inadequado dos resíduos depositados neste espaço. Embora as concentrações de nitritos, nitratos e amônia, grandes indicadores de poluição hídrica, não tenham mostrado alterações, há de ser considerada a existência e funcionamento do aterro sanitário no local, fato que também ocorre em alguns outros municípios brasileiros e que necessita ser revisto em prol da conservação da água, recurso natural estratégico e tão importante à vida.

Nessa direção, novas análises podem ser realizadas para um estudo mais aprofundado, a exemplo da análise de indicadores bacteriológicos de termotolerantes. Porém, em momento mais propício, haja vista no ano de 2015, em virtude da sequência de quatro anos com baixos índices pluviométricos na área de captação de água do açude Evaldo Gonçalves, este ter secado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o cenário analisado durante esta pesquisa, foi possível perceber que apesar da implementação, há cerca de dois anos, da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010), a destinação final dos resíduos gerados pela sociedade de consumo ainda se apresenta como uma grande problemática nas cidades em suas diversas escalas espaciais, merecendo a atenção dos debates da atualidade.

O gerenciamento equivocado dos resíduos sólidos se reflete diretamente nos recursos naturais. No caso escolhido como objeto de análise para subsidiar este estudo, os recursos hídricos do município de Puxinanã- PB vem sendo afetados pela inconsequência da ação antrópica sobre o meio, a partir da instalação e operação inadequada de um aterro sanitário nas proximidades do principal manancial do município.

Em relação aos recursos hídricos locais, as análises das amostras de água do mencionado reservatório apresentaram alterações significativas em alguns parâmetros, apesar do curto período de funcionamento do aterro mostrando que, certamente, dentro de alguns anos estas águas estarão impossibilitadas à utilização humana, em decorrência da quantidade de resíduo (chorume) lixiviado que será depositado neste manancial.

As perspectivas para a resolução desta questão são mínimas, muito embora a atual gestão tenha entrado com um processo de revogação quanto a licença de uso e ocupação do solo no local, estando esta em tramitação, uma vez que a mobilização política não tem se mostrado eficaz para a tomada de decisões que podem viabilizar uma possível solução, nota-se que o município ainda não possui um Plano Municipal de Resíduos Sólidos, de acordo com o chefe de gabinete da prefeitura municipal, o que já poderia contribuir para uma discussão mais participativa e concreta para o cenário em tela.

Ademais, acredita-se que trabalhos desta natureza contribuem significativamente para maior interesse pelas questões hídricas e ambientais de forma geral, tendo em vista estarem estas relacionadas diretamente à vida humana bem como a qualidade desta, espera-se despertar a sociedade para uma maior reflexão acerca das relações estabelecidas entre esta e a natureza.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 2004. Resíduos sólidos: classificação: **NBR-10004**. Rio de Janeiro: ABNT, 63p.

AESA. Precipitação pluviométrica mensal (mm), janeiro de 1996 a dezembro de 2010 para o estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: maio. 2015.

ALVES, T. L. B. et. al. Lixão de Campina Grande-PB versus Aterro sanitário de Puxinanã: transferência de problema socioambiental. **Revista Eletrônica Polêmica**, v. 12, n. 3, setembro/2013, P. 460-468.

ANA, Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente do Brasil. Brasília, 2002. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso, fev. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <<http://www.brasilsus.com.br/legislacoes/gm/110982-2914.html>>. Acesso em: 10 set. 2013.

_____. Lei nº 9.433, de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos, Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.htm>. Acesso em: 10 set. 2013.

CASSETI, V. A essência da questão ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**. UFG, v. 11, n. 1, jan./dez. 1991, p. 1-23.

CORRÊA, R. L. **Região e Organização Espacial**, 7º Ed., Editora Ática, São Paulo, 2000.

CONAMA 357/2005. **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. **Diagnóstico do Município de Puxinanã, Estado da Paraíba**. Recife-PE: CPRM/PRODEEM, 2005. 8p.

DANTAS, E. R. B. **Análise do processo de implementação e operação do aterro sanitário de Puxinanã-PB utilizando o sistema de indicador de sustentabilidade Pressão- Estado- Impacto-Resposta (P-E-I-R)**. 2013. 113 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande- UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN, 2013.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006, 306 p.

FERREIRA, D. A.; ROSOLEN, V. S. Análise dos impactos gerados pelo aterro sanitário no rio uberabinha (Uberlândia/MG) com foco na Concentração de metais pesados. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.33, v.2, p.85-100, ago./dez.2011, p. 85-100.

GOMES, L. G. **Avaliação quali-quantitativa de percolado gerado no aterro controlado de Santa Maria, RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), UFSM-RS, Centro de Tecnologia Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, 2005.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba – AESA. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2013.

GUIMARÃES, A. O. et al. Aspectos da gestão do açude Epitácio Pessoa (PB) e variação da qualidade de água. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., 2005. Campo Grande. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). **Censo 2010**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

_____. **Malha municipal digital do Brasil: situação em 2000 e 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, [2012]. Disponível em: Acesso em: <http://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais>. Acesso em: maio. 2015.

LAYRARGUES, P. P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. In.: LOUREIRO, C. F. B. (et. al.). **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania**. 3. Ed. São Paulo: Cortez, 2005, p. 179-219.

LENCIONI, S. **Região e Geografia**. São Paulo: EDUSP, 2003, 224 p.

MATOS, F. O. et. al. Impactos ambientais decorrentes do aterro sanitário da região metropolitana de Belém-PA: aplicação de ferramentas de melhoria ambiental. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, V. 12, N. 39, set./2011, p. 297-305.

MENDONÇA, F. de A. **Geografia e meio ambiente**. 4ª. ed. São Paulo: Contexto, 1998.

_____. Geografia socioambiental. **Revista Terra Livre**, n. 16, São Paulo, 2011, p.113.

MORAIS, E. R. C.; MAIA, C. E.; OLIVEIRA, M.. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN. **Revista Caatinga**. V. 11 n. 1/2, 1998, p. 75–83.

MORAIS, N. R.; et al. Determinação dos parâmetros de qualidade da água em microbacia do semiárido paraibano como subsídio à gestão ambiental. In.: III Seminário Internacional Novas Territorialidades e Desenvolvimento Sustentável, **Anais...** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

MORALES, G. P. **Avaliação ambiental dos recursos hídricos, solos e sedimentos na área de abrangência do Depósito de Resíduos Sólidos do Aurá**. 2002. 240 f. Tese (Doutorado em Hidrogeoquímica), Universidade Federal do Pará: Centro de Geociências, 2002.

MUÑOZ, S. I. S. **Impacto Ambiental na área do Aterro Sanitário e Incinerador de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto, SP: avaliação dos níveis de metais pesados**. 2002. 131 f. Tese (Doutorado em Enfermagem e Saúde Pública), Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.

NEGALLI, A. **Diagnóstico e avaliação dos impactos ambientais de aterros de disposição de resíduos no estado do Paraná- Estudo de caso dos municípios de Jacarezinho e Barra do Jacaré**. 2005. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos), Pós Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NEPOMUCENO, N. S. **A reciclagem de resíduos sólidos urbanos e a questão tributária no Distrito Federal**. 2009, 295 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2009.

OLIVEIRA, M. A concepção de natureza na Geografia e a relação com a educação ambiental. **NUPEAT- IESA**. UFG, v. 2, n. 1, jan/jun, 2012, p. 41-55.

PEREIRA, L. A. G. et. al. Geografia Fenomenológica. In.: **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v.11, n.35, p. 173-178, set./ 2010.

SANTOS, A. A. **Qualidade das águas superficiais e subterrâneas na área de influência de Cuiabá- MT**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente). Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente, UFMT, 2008.

SILVA, A. S.; OLIVEIRA, R. **Manual de análises físico-químicas de águas de abastecimento e residuárias**. Campina Grande – Paraíba, 2001, 266 p.

TAVEIRA, M. M. V. **Impactos de aterros sanitários de três municípios de Minas Gerais na qualidade da água**. 2012. 111 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas), Universidade Federal de Lavras, 2012.

WIKIMÁPIA. **Puxinanã**. Disponível em: <<http://wikimapia.org/#lang=pt&lat=-7.147224&lon=-35.978851&z=11&m=b&show=/9626062/pt/Puxinanã->>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

ZUIN, V. G.; IORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade das Águas Naturais: Uma proposta para a educação química e ambiental na perspectiva CTSA. **Revista Química Nova na Escola**. São Paulo. V. 31, nº 1, p. 01-08, 2009.