

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO COMO FORÇANTE NO COMPORTAMENTO HÍDRICO E CONTRIBUIÇÃO NO PROCESSO DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA NA CIDADE DE GOIANINHA/RN

Nadeline Hevellyn de Lima Araujo<sup>1</sup>  
Adalfran Herbert de Melo Silveira<sup>2</sup>  
Fernando Moreira da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Graduanda em Geografia – UFRN - Natal, Brasil. greuc@hotmail.com  
nadelinehevellyn@hotmail.com

<sup>2</sup> Especialização em Geografia – IFRN - Natal, Brasil. adalfran\_vl@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor Dpto. Geografia – UFRN - Natal, Brasil. fmoreyra@ufrnet.br

**ABSTRACT:** This article objective investigate the dynamics of aggregate for use and occupation and their contribution to the urban planning of the city of Goianinha RN-water balance. Climatological data were obtained from the Agricultural Research Company of Rio Grande do Norte / EMPARN, constituting a series of 14 years (2000-2013). The methodology was crafted based on the method of Thornthwaite & Mather (1955). The results showed a positive balance at the end of May to early August, reducing concerns of potential loss of aquifers, as well as the concentration of pollutants in water bodies. However the period starting in mid-August and continues through the month of May is characterized as a season of "water stress", and consequently there is a reduction in the load of the aquifer, which must be a mobilization of governmental public patents in order to prepare measures to ensure water quality and supply for the same area, these drier periods, which should always keep supply, greater than consumption, not to get borderline situations.

**KEYWORDS:** Water Quality; Thornthwait & Mather; Hydrologic Balance, Urban Planning, Cane sugar.

### 1. INTRODUÇÃO

Analisar a temática inter-relação cidade-precipitação implica em reconhecer que há complexidade do tema. Complexidade porque, este assunto nos transporta para uma serie de interesses, os quais muitas vezes se apresentam divergentes, tanto em âmbito teórico-acadêmico, social e político, bem como na gestão de recursos hídricos.

Segundo Beekman (1999) a água sustenta a vida, a gestão efetiva dos recursos hídricos requer uma abordagem abrangente e holística, constituindo o elo do desenvolvimento social e econômico com a proteção dos ecossistemas naturais. Portanto a gestão efetiva compreende o uso da água, sua distribuição e ocorrência no contexto territorial da bacia hidrográfica ou aquífero subterrâneo.

Para Porto e Porto (2008), a questão central que deve nortear a gestão dos recursos hídricos é a integração dos vários aspectos que interferem no uso das águas e na sua proteção ambiental. Desse modo, "a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural".

Partindo para uma análise de micro-escala, tomando como recorte espacial a cidade de Goianinha-RN, numa área de drenagem, que constitui uma importante unidade hidrológica, que está inserida em duas importantes bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Norte, a do rio Jacu (1805,5Km<sup>2</sup> e Catu (208,5Km<sup>2</sup>) (IDEMA, 2010). Nesse sentido torna-se necessário compreender e espacializar tanto o balanço hídrico da região, quanto a sistema de manejo e abastecimento da cidade goianiense, a qual, segundo estudos da CPRM, conta com 27 poços artesianos, distribuídos por todo o território, sendo o abastecimento feito através de águas subterrâneas.

As águas subterrâneas são responsáveis pelo suprimento de mais de 50% da demanda de água para todas as necessidades humanas, pela alimentação e regulação de rios, córregos e muitos lagos e lagoas, permitindo que estes continuem fluindo no período de estiagem. As águas subterrâneas normalmente possuem elevado padrão de qualidade físico-químico e

bacteriológico. São captadas através de poços que podem ser construídos próximos das áreas de consumo (PNAS, 2009).

A área de estudo, além de tudo está inserida no aquífero barreiras, que cobre todo o litoral sul, neste sentido deve levar em conta todos os processos que venham a alterar a natureza do mesmo. O processo de urbanização altera o ciclo das águas subterrâneas através da impermeabilização do solo, impedindo a recarga natural dos aquíferos. Este processo também é responsável pela contaminação destas águas que ocorre através da disposição incorreta de resíduos sólidos industriais e domésticos, infiltração de pesticidas de jardins, além dos vazamentos que podem ocorrer em redes de esgoto e postos de combustíveis, entre outros (UNESCO, 2008).

Conforme Fernandes et al. (2013), em estudo realizado no âmbito da bacia hidrográfica do Rio Catu, situado no litoral sul do Rio Grande do Norte, banhando em parte o município de Goianinha-RN, foi realizado um diagnóstico preliminar da relação entre a fertilização nitrogenada, proveniente da monocultura da cana-de-açúcar e a qualidade da água no aquífero barreiras da região, por meio de levantamentos pedológicos, testes de infiltração, análises físico-químicas de águas e solos, além da contextualização hidrogeológica local. Os resultados obtidos evidenciaram uma proeminente influência dos aspectos físicos dos solos, estes predominantemente de natureza arenosa, associado com taxas de infiltração relativamente elevadas, favorecendo uma maior mobilidade vertical desses compostos nitrogenados. Tais características, somadas com a presença de teores substanciais de nitrogênio nas camadas mais profundas dos solos, evidenciam uma tendência à degradação do manancial hídrico subterrâneo na forma de concentrações elevadas de nitrato. Esta configuração ficou corroborada pela caracterização de anomalias positivas de  $\text{NO}_3$  em poços locais, uma vez que estes teores relativamente elevados não estão associados com infiltração de efluentes sanitários não tratados.

A sustentabilidade do uso da água subterrânea distribuída por sistemas municipais é influenciada por um conjunto de decisões que nem sempre são integradas. Produção e distribuição de água, processo de urbanização e instalação de obras de saneamento podem ser considerados pontos complexos destas decisões. Esta sustentabilidade pode ser garantida através de ações políticas que possuam conhecimento da situação do aquífero. (Foster et al., 2010). O ganho de massa hídrica (precipitação), bem como sua perda (evapotranspiração), são elementos meteorológicos de extrema necessidade para o entendimento do potencial hídrico do solo. Seus parâmetros, quando contabilizados no balanço hídrico climático, fornecem dados acerca de deficiências e de excedentes hídricos (THORNTHWAITE & MATHER, 1955; NIMER & BRANDÃO, 1989). Essas determinações são de extrema importância, para a classificação e análise da qualidade e disposição dos recursos hídricos no solo, além de compreender a dinâmica de recarga do mesmo.

Nesse contexto, o artigo objetiva investigar a dinâmica do balanço hídrico climatológico agregado ao uso e ocupação do solo e sua contribuição no planejamento urbano da cidade de Goianinha-RN.

### **1.1. ÁREA DE ESTUDO E SUA CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

Goianinha-RN está localizada no estado do Rio Grande do Norte, na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião do litoral sul, Tendo como coordenadas: Latitude – 6° 16' 8" Sul; Longitude – 35° 12' 32" Oeste, distando da capital cerca de 61 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através da rodovia pavimentada BR-101 (Figura 1). Dentro do território estão inseridas duas APAs, a do Bonfim- Guarafas e a Piquiri-Una, com o objetivo de preservar os ecossistemas. (IDEMA, 2010). A área comporta 24.476 habitantes em uma extensão territorial de 192 km<sup>2</sup>, equivalente a 0,36% da superfície estadual, com uma

densidade demográfica de 116,92 hab/km<sup>2</sup>. As principais atividades econômicas praticadas na área são à agropecuária e o comércio.

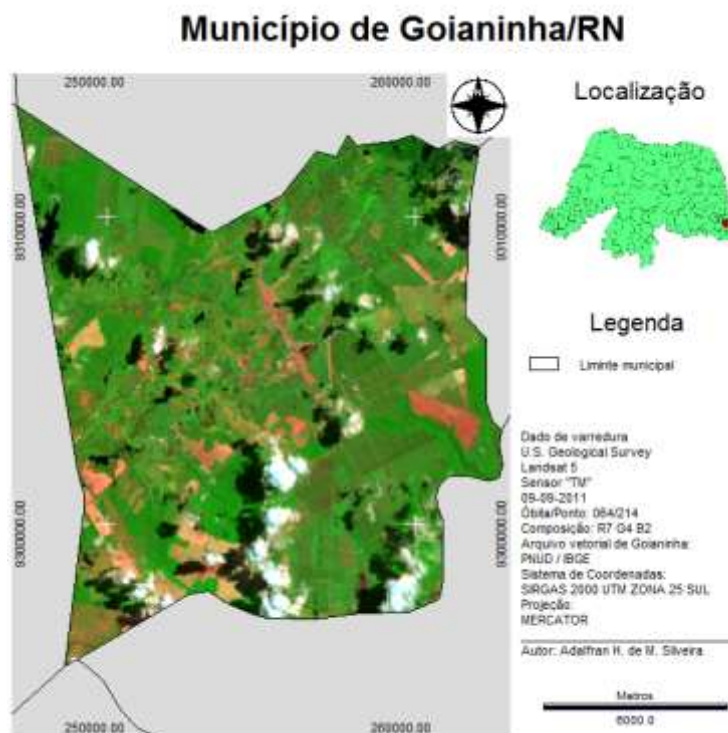


Figura 1 – Localização do município de Goianinha/RN.

Dentre suas feições geográficas, encontra-se um clima tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa, adiantando-se para o outono, tendo como precipitação pluviométrica anual normal de 1.012,8 mm, com período de maior incidência nos meses de março a abril, alcançando uma temperatura média de 25,6 °C e uma umidade relativa média anual de 70%. Quanto a sua formação vegetal é constituída por floresta subperifólia, campo de várzea e o bioma da mata atlântica. O município está inserido principalmente na área de abrangência do Grupo Barreiras e encontra-se com 59,38% do seu território inserido na Bacia Hidrográfica do rio Jacu, 1% na Bacia Hidrográfica do rio e 39,62% na Bacia Hidrográfica do rio Catu.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica, a cerca dos conceitos e temas hidrológicos, seguido de informações sobre a área de estudo. Os dados climatológicos (Séries Históricas), analisados na pesquisa, foram obtidos no banco de dados, disponibilizado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte/EMPARN, construindo uma série de 13 anos (2000 à 2013). As imagens de satélite, LANDSAT 8, foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE.

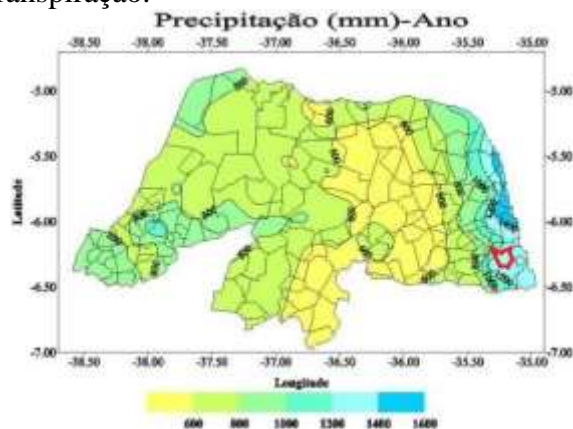
O balanço hídrico climático foi feito com base no método de Thornthwaite & Mather (1955). Este é um dos métodos mais utilizados no monitoramento de água armazenada no solo, durante todo o ano. Através da contabilização do suprimento natural de água ao solo, pela chuva (P), e da demanda atmosférica, pela evapotranspiração potencial (ETP), e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração de referência (ETO), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM). A evapotranspiração potencial (ETP) foi calculada através do método de Castany, 1975. Foi adotado o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível no solo.

A classificação climática foi feita segundo o método proposto por Köppen, descrita em PEREIRA et al. (2002). Além disso, foram utilizados alguns mapas de evapotranspiração, precipitação e uso do solo, para análise e entendimento da dinâmica hidrológica na região.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

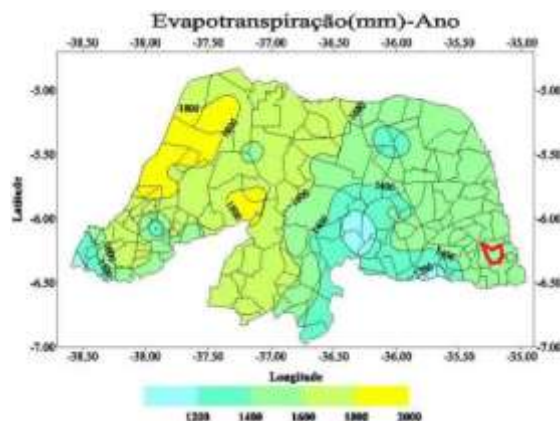
O município de Goianinha possui 59,38% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Jacu e 40,68% nos domínios da bacia hidrográfica do Catu. Seus principais tributários são: o rio Limoal e os riachos jundiá, das pedras, limoal e olho d'água. Principais lagoas: Do poço e Anequim. Os açudes têm capacidade de acumulação inferior a 100.000m<sup>3</sup>. O padrão de drenagem é dendrítico e os cursos d'água tem regime intermitente.

Conforme a classificação de Köppen, o clima de Goianinha/RN é o tropical chuvoso, com verão seco e estação chuvosa adiantando-se para o outono, corroborando com o mapa de precipitação (Figura 2), cujas isoietas variam de 1200mm a noroeste e 1400 mm no centro e leste do município (polígono hachuriado), quantidade significativa se comparada a outras regiões do Rio Grande do Norte. Porém, sabemos que devido ao aumento do uso e ocupação, boa quantidade não consegue se infiltrar, ou infiltra levando consigo substâncias poluentes, sem contar que a região tem bastante insolação, acima de 3000horas/ano, o que gera grandes perdas de água por evapotranspiração.



**Figura 2** – Mapa de precipitação anual do Rio Grande do Norte (Fonte: EMPARN).

Considerando que a transferência de água para atmosfera, no estado de vapor, quer pela evaporação das superfícies líquidas, úmidas ou pela transferência vegetal, constitui um importante componente do ciclo hidrológico, e são fatores responsáveis pela evapotranspiração, analisando a Figura 3, Goianinha encontra-se na faixa da isoevapotranspiração de 1400 mm, o que indica uma perda considerável de água, através do processo de evaporação do solo e corpos hídricos e a água interceptada e transpirada pela vegetação.



**Figura 3** – Mapa de evapotranspiração do estado do Rio Grande do Norte (fonte: EMPARN).

Analisando os mapas de precipitação e de evapotranspiração (Figuras 1 e 2), o município de Goianinha está inserido entre as isoietas de 1200 e 1400 mm, respectivamente, com uma evapotranspiração estimada em 1400mm. O índice demonstra que a mesma quantidade de água que entra no sistema através da precipitação, se esvai quase que completamente pela perda d'água na evapotranspiração, o que torna muito importante a qualidade e composição do aquífero, formando as bacias hidrográficas dos rios Jacu e Catu presentes na área, bem como a área preservada na região para que as águas infiltrem e estejam em boas condições, tendo em vista que a monocultura de cana-de-açúcar abrange grande parte do território goianiense e faz uso de insumos agrícolas e/ou tecnologia inadequada, os quais degradam o solo e a vegetação.

O balanço hídrico mensal, Figura 7, mostra que há duas estações distintas: uma chuvosa que vai dos meses de março a julho e uma seca que vai de agosto a fevereiro. O comportamento anual da precipitação apresenta um total de 1001,5 mm, com um período de maior precipitação entre os meses de março a julho, concentrando 65,47% da precipitação anual. Há um déficit de 571,5 mm, distribuído ao longo do período de agosto a março, entretanto ocorre um excedente hídrico anual de 43,3 mm, difundidos de maio a julho, período mais frio e chuvoso.

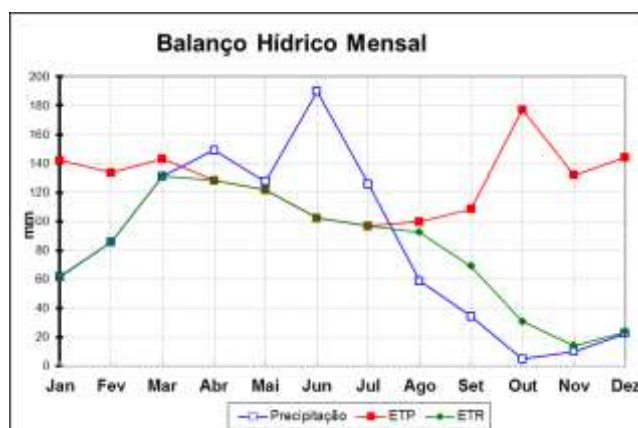


Figura 7 – Balanço hídrico climatológico do município de Goianinha/RN.

A geomorfologia mostra que o município situa-se no fundo de um vale, num sistema de falhamentos, que compõem grabens e horts repetitivos, onde no graben (uma área mais rebaixada), fica a cidade de Goianinha (No fundo de um vale), sendo assim, por gravidade os agrotóxicos podem chegar e se espalhar por boa parte da região, comprometendo os solos, a vegetação, a fauna local e até usos e ocupações.

A Figura 4, uso e ocupação do solo no município de Goianinha/RN, representa a ação do homem sobre o meio físico, aonde vem ocorrendo a exploração de atividades agroeconômicas. As áreas de tonalidade verde predominam vegetação de cana-de-açúcar, são áreas mais estáveis, com maior capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo, aumentando o tempo de escoamento superficial da água em direção ao manancial. Com isto, as áreas com essas ocupações tendem a reduzir o escoamento superficial, evitando a desagregação provocada pelo impacto das gotas de chuva, com uma maior infiltração da água no solo e redução do escoamento superficial.

O município está com pouco solo exposto e bastante vegetação (monocultura da cana-de-açúcar) e os poços são mais frequentes na zona urbana o que demonstra preocupação na mudança dos padrões de potabilidade das águas subterrâneas por nitrito e nitrato.

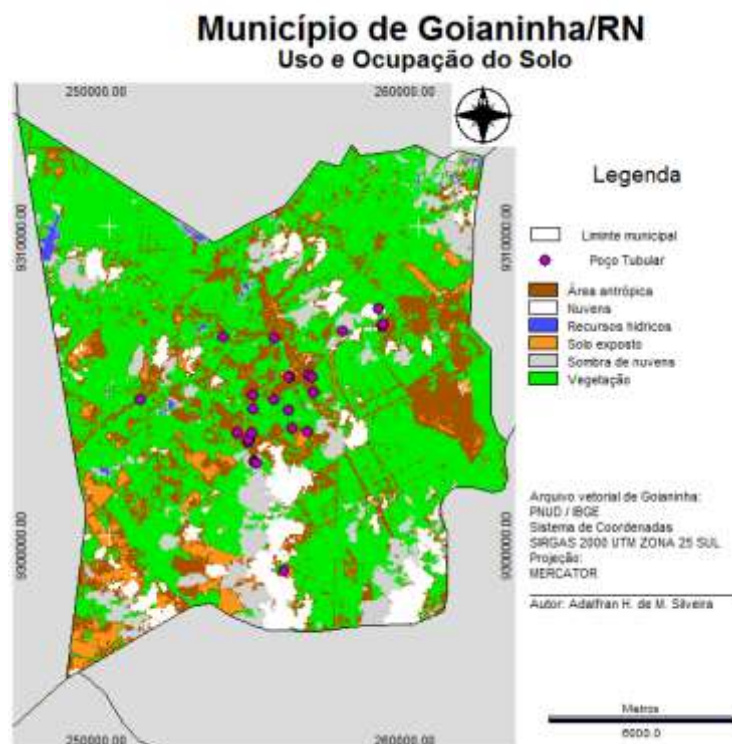


Figura 4 – Uso e ocupação do solo no município de Goianinha/RN.

O levantamento realizado no município, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/CPRM, registrou a existência de 28 pontos d’água, sendo 4% de fonte natural e 96% poços tubulares (Figura 5). Esses poços podem estar localizados em terrenos públicos ou privados, sendo comunitários quando atendem a várias famílias e particulares, quando acatam a um só proprietário.

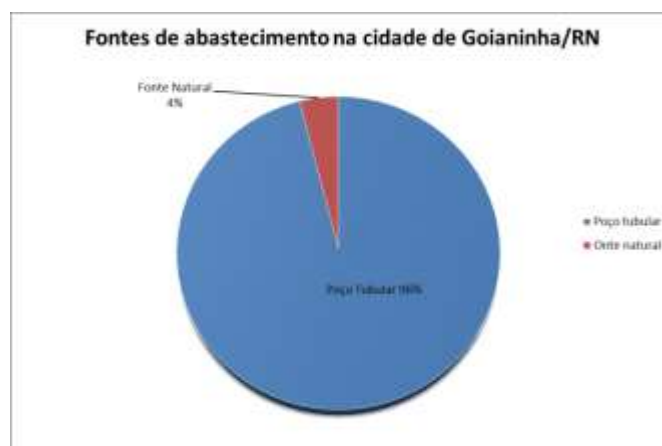


Figura 5 – Fontes de abastecimento na cidade de Goianinha/RN.

Na região Nordeste do Brasil, desde o início do século, a perfuração dos poços tubulares, vêm sendo utilizada como uma alternativa para suprir o abastecimento de água de pequenas comunidades e dos rebanhos (CPRM,1998). Os 28 poços cadastrados estão assim distribuídos: 27 poços tubulares e uma fonte natural, sendo que 23 encontram-se em operação e 4 foram descartados, por estarem secos ou obstruídos e o resto encontra-se paralisado, representa uma reserva potencial que poderá futuramente ser aproveitada.

Quanto aos padrões de potabilidade das águas subterrâneas, para o município de Goianinha/RN, fez-se uso da proposta de Souza (1995), tabela 1, de tal modo que as amostras

mostraram; 67% apresentaram boa potabilidade, 28% razoável e apenas 5% inaceitável para consumo humano, em conformidade com os resultados da CPRM, onde foram feitos testes de condutividade em 23 amostras de água e apenas 1 apresentou água salobra o que indica uma tendência de água com boa qualidade no município.

Tabela 1 - Classificação da potabilidade conforme a concentração dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD).

STD (mg/L)	CLASSIFICAÇÃO DA POTABILIDADE
STD ≤ 150	BOA
150 ≤ STD ≤ 500	RAZOÁVEL
500 ≤ STD ≤ 1000	TOLERÁVEL
STD > 1000	INACEITÁVEL

Dos poços cadastrados; 80% são destinados ao uso doméstico primário (água de consumo humano, para beber), 0,8% são utilizados para o consumo doméstico secundário (água de consumo humano para uso geral), 4% para dessedentação animal e 0,8% para outros usos, conforme figura 6.

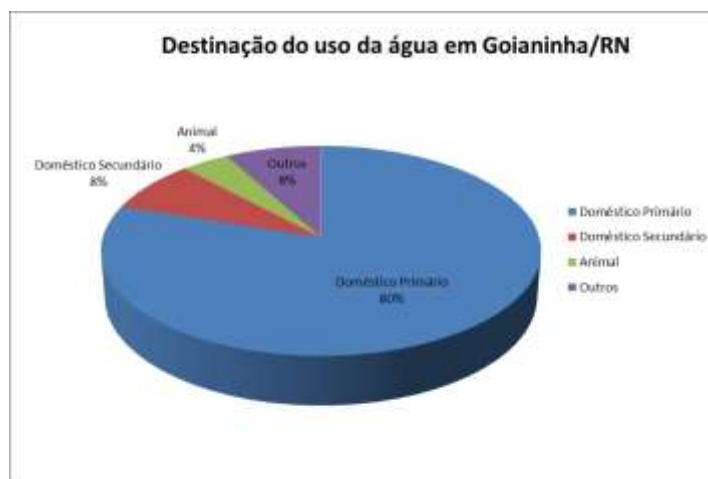


Figura 6 – Destinação do uso da água em Goianinha/RN.

#### 4. CONCLUSÃO

O município de Goianinha-RN apresenta distribuição sazonal das chuvas com dois períodos bem distintos: um seco entre agosto e fevereiro e um chuvoso de março a julho. O balanço hídrico evidencia a necessidade de medidas estratégicas, tanto de irrigação, quanto de abastecimento, nos períodos de “estresse hídrico”.

O município está com pouco solo exposto e bastante vegetação, monocultura da cana-de-açúcar, o que contribui para com um menor escoamento superficial e maior infiltração no solo.

O nível de potabilidade das águas subterrâneas apresentou, em sua maioria, boa potabilidade, entretanto como os poços tubulares são mais frequentes na zona urbana, há preocupação na mudança dos padrões de potabilidade das águas subterrâneas por serem vulneráveis a poluição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEEKMAN, G. B. **Gerenciamento integrado dos recursos hídricos**, IICA, Brasília, 1999.

CASTANY, G., **Prospección y explotación de las águas subterráneas**. Ediciones Omega, S.A, Barcelona, Spain, 1975

CPRM, PRODEEN. **Projeto de cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Goianinha-RN**. Recife, 2005.

EMPARN. **Monitoramento climático do Estado do Rio Grande do Norte**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, Bol. de pesquisa, Natal-RN, 2011.

FERNANDES, Leandson Roberto, et al. **A Lixiviação de Fertilizantes Nitrogenados na Zona não Saturada Superior do Aquífero Barreiras-Área da Bacia do Rio Catu-rn**. Águas Subterráneas (São Paulo), NE Brasil, 2013.

IDEMA- Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente. **Perfil do seu Município**. Natal, 2008.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.

PERREIRA, M. I. P.; SILVA, J. A. F. da; WERNECK, B. R. **Marcos conceituais para a gestão de recursos hídricos. In: Capacitação e mobilização do norte-noroeste fluminense para criação de organismos de bacia na Região Hidrográfica IX do Estado do Rio de Janeiro**. Revista Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego [online]. 2008, v.2, n.2, p.37-57. ISSN 1981-6197. Disponível em:<<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/244/227>>. Acesso em: 12/03/2014.

PNAS – **Programa Nacional de Águas Subterráneas**. (2009). Brasília: MMA.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. La L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estudos Avançados [online]. 2008, vol. 22, n. 63

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Inst. of Technology, 1955. 104p.