

Proposta de um modelo de gestão para o uso eficiente da água no perímetro irrigado de São Gonçalo no sertão paraibano

Proposal of a management model for the efficient use of water in the irrigated perimeter of São Gonçalo paraibano backwoods.

Ialine Dantas Casimiro de Araújo¹; Allan Sarmiento Vieira²; Francisco de Assis Queiroga³; Francisca Natalia Lacerda Figueiredo⁴; Iukênia Bezerra da Silva⁵; Raquel Cristina Soares Silveira Sarmiento⁶.

Resumo: A água é recurso natural importante à vida na terra e, à medida que as atividades econômicas emergem, requer cada vez mais água em quantidade e qualidade. Para amenizar e equacionar o problema de escassez hídrica no sertão paraibano é necessário de um modelo de gestão que aprimore o uso eficiente da água. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo principal propor um modelo de gestão que promova a adequação do uso eficiente da água, numa escala de tempo plurianual, para que os colonos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, localizado no sertão Paraibano aprendam a conviver com os efeitos da seca. A metodologia utilizada na pesquisa foi pesquisa bibliográfica, exploratória, estudo de caso e visita *in loco* por meio de uma abordagem quali-quantitativa. Considerando os dados coletados e os métodos para o cálculo das demandas da água foram obtidos os resultados numa escala plurianual, na qual foi escolhido e proposto à tecnologia social, denominada barreiro trincheira modificado (BTM). Essa tecnologia, além de minimizar a taxa de infiltração e evaporação, possibilitará o armazenamento de água para suprir a necessidade hídrica de uma família com 5 pessoas que poderá desenvolver atividades de piscicultura, pecuária e agricultura irrigada, em períodos secos, durante 3 anos. Portanto, caso esse modelo de gestão seja implementado e tenha acompanhamento técnico, ensinará os colonos locais a conviver com a seca, além disso, minimizará as pressões exercidas sobre o sistema hídrico de São Gonçalo e Engenheiro Ávidos.

Palavras-chaves: Gestão da água; Tecnologia social; Escassez hídrica.

Abstract: The water is natural resource important to life on Earth and, as economic activities emerge, requires more and more water in quantity and quality. To soften and balance the water shortage problem paraibano is required of a management model to improve the efficient use of water. Thus, this research has as main objective to propose a management model that promotes the efficient use of water, in a timescale for the multiannual settlers of the irrigated perimeter of São Gonçalo, located paraibano backwoods learn to live with the effects of drought. The methodology used in the research was bibliographical research, exploratory case study and visit on the spot by means of a quali-quantitative approach. Considering the collected data and the methods for the calculation of water demands were obtained the results on a scale, which was chosen multiannual and proposed social technology called Barreiro Modified Trench (BMT). This technology in addition to minimize the rate of infiltration and evaporation, water storage will make it possible to supply the water needs of a family with 5 persons who can develop activities of fish farming, ranching and irrigated agriculture in dry periods, During 3 years. Therefore if this management model is implemented and have technical monitoring, will teach the local settlers to live with drought, moreover, will minimize the pressures on the water system of São Gonçalo and Engenheiro Ávidos.

Key words: Water management; Social technology; Water shortage.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 29/01/2018; aprovado em 18/04/2018.

¹Graduada em Administração (UFCG): Rua Projetada,22, Sousa-PB – Fone: (83) 98135-7141, e-mail: ialinedantas@gmail.com.

²Professor Doutor (UFCG), Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental no Semiárido (GAS), Rua Bento Freire, 47, Sousa-PB – Fone: (83) 3521-3200, e-mail: allan.sarmiento@ufcg.edu.br.

³Graduando em Administração (UFCG): Rua Sinfrônio Nazaré,38, Sousa-PB – Fone: (83) 3521-3236, e-mail: queirogaassis@gmail.com.

⁴Graduada em Administração (UFCG): Rua Raimundo Pereira de Oliveira - Sousa-PB – Fone: (83) 99146-9843, e-mail: natfera2012@gmail.com.

⁵Graduada em Administração (UFCG): Rua Antônio Damião, 22, Sousa-PB – Fone: (83) 98121-8248, e-mail: iukeniaadm@gmail.com.

⁶Graduada em Enfermagem, Faculdade Santa Maria (FSM), Cajazeiras/PB, (83) 3521-3236, raquelcristina25@gmail.com.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de suma importância na vida dos seres vivos, pois contribui para a diminuição da pobreza, para o crescimento econômico e para equilibrar os ecossistemas. O uso desenfreado dos recursos hídricos e as irregularidades das chuvas têm levado algumas regiões a enfrentar períodos de escassez severos. Nas últimas décadas, a demanda por água tem aumentado devido ao crescimento cada vez mais acelerado dos setores industriais, da agricultura e da construção civil. Falhas na gestão dos recursos hídricos, ausência ou deficiência de políticas públicas eficientes tem reduzido à oferta de água e até mesmo provocado o esvaziamento dos mananciais.

A água é considerada um bem natural importante tanto para o crescimento do ambiente rural quanto para o urbano. Dada a sua importância, nos meados do século XX ocorreu um aumento cada vez maior na demanda por água. Isso é em decorrência de atividades que necessitam de uma quantidade maior desse recurso, destacando-se a agricultura, a indústria e o abastecimento de água em espaços urbanos. Sendo um recurso renovável e acessível a todos, é considerada uma importante fonte de abastecimento em vários setores da sociedade (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2013).

O aumento crescente do consumo da água era uma das inquietações ambientais no começo do século XXI. Políticas públicas foram implantadas com o objetivo de equilibrar a conservação da vida na terra e o desenvolvimento econômico. A saída encontrada por diversas nações como Brasil, Inglaterra e França foi à criação de uma lei que abordasse a água como um bem econômico e abrangesse a população na defesa do meio ambiente (BARRETA, 2013).

Em 1934 foi criado, no Brasil, o código das águas. Antes disso, no começo da década de 20, a utilização da água não oferecia preocupação, pois a agricultura e a utilização das nascentes para a produção de energia eram apenas assunto de discussão e debate. Em 8 de janeiro de 1997 entra em vigor, no Brasil, a lei nº 9.433/1997 que passa a ser denominada Lei das Águas, que tem como consequência a Política Nacional de Recursos Hídricos trazendo no seu art. 1º seis fundamentos e um sistema dirigente, O SINGREH, que é formado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Conselhos de Recursos Hídricos Estaduais e Comitês de Bacia Hidrográfica. Dessa forma, a legislação atual trata a água como sendo um bem de domínio público, limitado e com valor econômico. A gestão da água deve ser descentralizada com atuação do poder público e da população (CUPERTINO, 2008).

A gestão da demanda de água tem como objetivo reduzir a quantidade de água adquirida de qualquer nascente. Há pouco tempo, a indústria não se atentava em estabelecer a quantidade consumida na produção. Dessa forma, a parte inicial da gestão da demanda fundamenta-se na avaliação e acompanhamento da demanda (BICUDO; TUNDISI; SCHEUENSTUHI, 2010). Com o aumento cada vez mais acelerado do consumo de bens duráveis e não duráveis em todo o mundo, estima-se que em 2050 a demanda por água deverá aumentar 55%, isso ocorrerá em virtude do avanço nas indústrias que têm estimativas de

crescimento em 400%, das termoelétricas e dos usuários domésticos. A agricultura deverá crescer em torno de 60% no ramo de alimentos e acarretará uma maior demanda por água. Esse aumento será ainda maior nas nações em desenvolvimento que poderá chegar a 100% (UNESCO, 2015).

O Brasil é um país privilegiado, pois do total de água doce existente no planeta, 12% estão em terras brasileiras, porém apresenta uma disparidade na distribuição. A região amazônica conta 5% dos habitantes do Brasil, necessitando de uma demanda mínima de água, apesar de ser a que concentra a maior quantidade de água, chegando a 81%. Por outro lado, nas regiões cercadas pelo Oceano Atlântico, estão agrupados 45,5% dos brasileiros com acesso a apenas 2,7% de água doce. A crise hídrica não está apenas associada a esta desigualdade na distribuição, com a redução nos índices de chuvas, regiões que possuíam água em abundância vêm passando por períodos de estresse hídrico e um dos principais fatores relacionados a isso é a falta de uma gestão da demanda (ANA, 2014).

No Estado da Paraíba há dois fatores que dificultam o gerenciamento dos recursos hídricos: a irregularidade das chuvas e o agravamento das secas. No entanto, verifica-se certa indiferença no estímulo de práticas e desenvolvimento de órgãos gestores. Dentro desta conjuntura, a bacia hidrográfica ou ainda suas sub-bacias e os reservatórios que concentram água para a utilização da população apresenta um papel essencial em tempos de escassez hídrica. Entretanto, o que se constata é um desenvolvimento insustentável, o que tem ocasionado consequências graves para a população, como a redução ou mesmo esvaziamento dos depósitos de água (AZEVEDO, F., 2012).

Devido ao crescente consumo dos recursos hídricos e aos problemas ambientais que se observa atualmente, vive-se um período em que algumas regiões presenciam períodos de crise hídrica. Porém, a gestão da demanda da água eficiente possibilita aos indivíduos vivenciar os períodos de baixos índices pluviométricos sem grandes danos.

Com o intuito de minimizar a carência de água nas comunidades rurais, usada para o abastecimento da população, animal e da agricultura, diversas tecnologias, foram criadas e moldadas à realidade do semiárido nordestino, objetivando o aproveitamento e a estocagem da água da chuva. A captação de água por meio dessas tecnologias é de baixo custo e ajuda a amenizar os efeitos provocados pela seca (PONTES *et al.*, 2015).

Apesar da seca ser considerada um fenômeno natural, suas consequências sobre os habitantes das regiões do semiárido nordestino tem se intensificado devido à atuação do homem, ou pela insuficiência do gerenciamento da água. Diversos órgãos do governo como Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE entre outros foram criados no intuito de minimizar os efeitos de estiagens das chuvas. Além desses órgãos, novas alternativas foram criadas: as atuais técnicas, designadas pelo Grupo de Estudo e Pesquisa em Água e Território - GEPAT como Tecnologias Sociais Hídricas; e as que se desenvolveram na região do semiárido - as cisternas, barragens subterrâneas, tanque de

Pedra ou caldeirão, bomba d'água popular (BAP) e barreiro trincheiro ou barreiro para uso na irrigação de salvação. Estas tecnologias têm cooperado para a estabilidade do homem no campo, melhorando as condições de vida e reduzindo e solucionado as lutas por água nas comunidades (OLIVEIRA, Silva, 2013).

A escassez de água abrange um agrupamento de problemas que vão além da conjuntura hídrica e geográfica, dada à ineficiência no gerenciamento e na utilização dos recursos hídricos. Mesmo com a existência de alguns comitês de bacias hidrográficas, é possível detectar o agravamento dos problemas referentes ao gerenciamento dos recursos hídricos. Como consequência disso, verificam-se desperdícios de água nos diferentes setores da sociedade (SILVA, C., 2014).

Segundo Rosendo (2014), diversas alternativas foram criadas com intuito de minimizar os efeitos da seca, como a implantação de tecnologias de captação da água da chuva e criação de reservatórios para o abastecimento da população. No entanto, isso não tem apresentado uma resposta eficaz para o problema da crise hídrica, pois a água disponível é utilizada sem planejamento.

Conforme Xavier, Andrade e Neto (2013), a crise hídrica é proveniente, principalmente da ausência de um modelo de gestão dos recursos hídricos que leve em consideração o progressivo aumento do consumo de água. Foi realizado um estudo sobre a gestão eficiente da água por meio da medição e do uso racional, onde analisaram que o gerenciamento da água no reservatório de Boqueirão, localizado no Estado da Paraíba, apresentou-se ineficiente devido aos baixos índices de chuvas que contribuem para a redução dos níveis dos recursos hídricos, provocando uma série de implicações para as cidades que demandam água do reservatório Epitácio Pessoa e que as medidas de vazão e uso racional são essenciais para melhoria do gerenciamento da água.

Guedes, Ribeiro e Vieira (2014) desenvolveram uma pesquisa sobre o gerenciamento da demanda da água na cidade de Campina Grande-PB, em virtude dos transtornos hídricos que a mesma vem enfrentando nos últimos anos. Utilizaram horizontes de simulação relativos à implantação de medidas tecnológicas de gestão da demanda urbana de água. Verificaram a possibilidade de diminuir o consumo da água para os domicílios a partir do estabelecimento de aparelhos hidro-sanitários poupadores de água e medição individualizada que representariam uma diminuição na demanda da água que alternaria entre 1,20% a 33,64% e 25% respectivamente. Estes resultados demonstram a relevância da gestão da demanda da água.

Ferreira (2014) criou o modelo do recurso hídrico para demonstrar a estrutura da demanda da água das comunidades rurais, do cultivo da agricultura e a demanda do tipo ambiental exigida para preservar os biosistemas da área e para investigar o desenvolvimento sustentável da sub-bacia do córrego do Boi Branco localizado no Estado de São Paulo. Lá, constatou que o desenvolvimento sustentável na sub-bacia somente seria viável, sem considerar os elementos climáticos, se os agricultores utilizassem água subterrânea para integralizar a água superficial. Verificou-se também que a eficiência do modo de irrigação, equivalente ou excedente a 80%, ocasionaria uma redução do consumo da água. Outro ponto importante

é que a vazão ecológica de 1/40 poderia ser usada como apoio para o procedimento de gerenciamento dos recursos hídricos.

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo é considerado como uma das principais fontes de renda para várias famílias, além de ser responsável por parte do fornecimento de frutas para grandes centros urbanos do país e é considerado como um componente de grande importância econômica para a cidade de Sousa/PB e cidades circunvizinhas. Portanto, dentre as atividades que mais se destacaram, está à produção do coco e de banana. Outra atividade realizada no perímetro é a pecuária em que se inclui tanto a produção de leite, de carne e de animais para reprodução (PEREIRA, 2014).

O reservatório São Gonçalo, situado no município de Sousa, Estado da Paraíba, passa por uma das maiores quedas no armazenamento hídrico, em virtude dos longos períodos de secas que se foram registrados nos últimos anos (SILVA; VIEIRA, 2014). Dessa forma, a escassez hídrica que atingiu a região do Perímetro Irrigado de São Gonçalo acabou comprometendo o abastecimento humano e o desenvolvimento de atividades de irrigação, pecuária e piscicultura.

Diante dos estudos apresentados anteriormente e em virtude dos graves problemas ambientais que são decorrentes de uma má gestão dos Recursos Hídricos e pelo fato da agricultura familiar ser um dos setores que mais dependem da água para a realização de suas atividades, torna-se essencial o desenvolvimento de pesquisa nesse setor, pois a gestão eficiente dos usos múltiplos da água irá colaborar para o desenvolvimento das dimensões econômica, social e ambiental na agricultura familiar.

Portanto, é notório que a temática é relevante para o desenvolvimento da sustentabilidade hídrica e que algumas pesquisas devem continuar evoluindo, o que vem a justificar o desenvolvimento desta pesquisa. Dessa forma, em decorrência dos baixos índices pluviométricos que têm sido registrados no sertão da Paraíba e às graves consequências na vida da população, a presente pesquisa tem como objetivo principal propor um modelo de gestão que aprimore o uso eficiente da água, numa escala de tempo plurianual, para os colonos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, localizado no sertão Paraibano, visando à minimização dos efeitos da seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo pode ser classificado como exploratório e descritivo. Raupp e Beuren (2008) coloca a pesquisa exploratória como sendo um aprofundamento a cerca do tema estudado, de forma que possa torná-lo mais preciso ou levantar questões fundamentais para a orientação da pesquisa. Gil (2008) discorre que a pesquisa descritiva tem como intuito fundamental detalhar as características de determinada população ou fenômeno, além de estabelecer uma associação entre variáveis, empregando-se a coleta de dados.

Quanto aos meios foram utilizadas a pesquisa de campo e pesquisa bibliográfica, como forma de se obter um conhecimento mais aprofundado do Perímetro Irrigado de São Gonçalo onde foi realizado um estudo de caso. As

identificações foram determinadas de forma direta, com o uso de instrumentos com o intuito de conseguir os dados.

Conforme Raupp e Beuren (2008), a pesquisa bibliográfica engloba diversas publicações relacionadas ao tema que se está pesquisando tais como: teses, dissertações, monografias, pesquisas, livros, revistas, boletins, jornais até publicações avulsas, entre outras.

De acordo com Marconi e Lakatos (2010), a pesquisa de campo é usada com o intuito de obter informações e conhecimentos a respeito de um problema, no qual se busca uma resposta ou uma hipótese que se pretende comprovar, como também encontrar novos fenômenos ou ligações entre eles. Segundo Santos (2012), utiliza-se o estudo colchetes de caso quando se pretende verificar de forma profunda um ou poucos fatos, com o intuito de conseguir um amplo conhecimento com riqueza de detalhes do objeto estudado.

Para o desenvolvimento da pesquisa, preferiu-se trabalhar com o método dedutivo. De acordo com Gil (2008), o método dedutivo parte do geral para o particular. Parte de concepções tidas como verdadeiras e indiscutíveis para chegar a conclusões exclusivamente formais.

No que se refere à abordagem do problema, esta pesquisa pode ser classificada como quali-quantitativa. Para Raupp e Beuren (2008), a pesquisa qualitativa apresenta uma análise mais profunda a respeito dos fenômenos que estão sendo pesquisados, objetivando evidenciar características não verificadas através de um resultado de estudo quantitativo que tem como intuito a utilização de instrumentos estatísticos, tanto na coleta quanto no tratamento dos dados. Dessa forma, a pesquisa quantitativa não é tão profunda na busca da compreensão da realidade dos fenômenos, visto que se preocupa com o comportamento geral dos acontecimentos.

Foram realizadas visita *in loco* para levantar a quantidade de colonos, o tamanho da área do lote, a quantidade e os tipos de animais, as atividades econômicas desenvolvidas no local e suas respectivas demandas para usos múltiplos da água para que se possa propor um modelo de gestão de uso eficiente da água para o abastecimento humano, para a irrigação de culturas, para a pecuária e a piscicultura e, em seguida, determinar o volume de água necessário ao enfrentamento dos períodos de seca e, conseqüentemente escolher ou propor a melhor tecnologia de armazenamento da água da chuva.

A sede do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) forneceu informações referentes às atividades econômicas desenvolvidas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo bem como os tipos de culturas e as áreas que eram plantadas por cada tipo de cultura. Já a Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca (SEDAP), forneceu os dados pertinentes à quantidade de bovinos, caprinos e ovinos, criados nos lotes do Perímetro Irrigado de São Gonçalo referente ao ano de 2014.

Para estimar a demanda de água para o abastecimento humano, foi feita uma estimativa tendo como base uma família com uma média de 5 pessoas e consumo per capita por faixa de população, de acordo com o manual da FUNASA (2007). Para estimar a demanda de água para pecuária foi levado em consideração o peso, a quantidade de animais e a demanda de água por cabeça. Já

para estimar a quantidade de água para a piscicultura, foi levado em consideração os dados presente no estudo de Faria *et al* (2013).

Para estimar a demanda da água para irrigação, foram considerados os dados pluviométricos mensais obtidos da dissertação de Farias (2004) e para a obtenção dos dados referente à evaporação mensal do Perímetro Irrigado de São Gonçalo foram retirados da SUDENE (1990), ANA (2016) e da AESA (2016). Já os dados referentes ao coeficiente de cultivo (Kc) foram obtidos da EMBRAPA, nos trabalhos de Vieira (2007), Santos(2011) e Ferreira, Rodrigues e Gomes Filho (2010). Após estimadas as demandas de água para o abastecimento humano, pecuária, irrigação e piscicultura, foi possível analisar a melhor tecnologia social hídrica e dimensionar a sua capacidade de armazenamento da água para um enfrentamento de seca para um período de 3 anos.

Os dados coletados por meio da visita *in loco* e os fornecidos pela literatura e sede do DNOCS e do SEDAP foram tratados por meio de ferramentas dispostas em planilhas eletrônicas. A partir dos dados coletados na pesquisa feita *in loco*, foi possível fazer um diagnóstico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, bem como propor um modelo de gestão para o uso eficiente da água para os colonos.

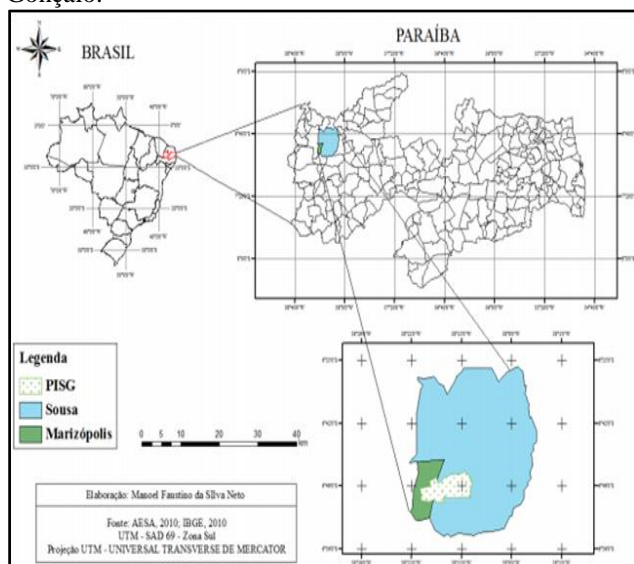
A proposta de um modelo de gestão para o uso eficiente da água numa escala de tempo plurianual possibilitará otimizar os usos múltiplos da água, considerando variáveis como a evaporação e precipitação, bem como as demandas da água presente no Perímetro Irrigado de São Gonçalo.

A área de estudo pertence a Sub-bacia do Alto Piranhas que é a unidade de planejamento hidrológica (UPH) do Alto Piranhas está inserida em uma região, assim chamada, pelo alto curso desse rio. Localiza-se no extremo oeste do Estado da Paraíba e possui uma área de drenagem de 2.562 km² (ANA, 2014). Está situado entre as latitudes 6°36' 47'' e 7° 22' 56'' Sul e entre as longitudes 37° 48' 15'' e 38° 38' 15'' Oeste no Sertão Paraibano. Faz divisa com a sub-bacia do Rio Piancó ao Sul e a Leste, com a sub-bacia do Rio do Peixe ao Norte, com o Médio-Piranhas a Nordeste e com o Estado do Ceará a Oeste. O Rio Piranhas exhibe suas nascentes na Serra da Arara no município de Bonito de Santa Fé, obtendo subsídios importantes de quatro cursos de água na sua margem esquerda: Riacho do Juá, Riacho da Caiçara, Riacho Cajazeiras e Riacho Grande. Na sua margem direita, recebe sete contribuições, dentre as quais se destacam o Riacho do Domingos, Riacho São Domingos, Riacho Mutuca, Riacho Logradouro, Riacho Catolé, Riacho Vazante, Riacho Bonfim (VIEIRA; SANTOS; CURI, 2010).

Esta apresenta uma cobertura vegetal do tipo xerófito, o clima semiárido se caracteriza por altas temperaturas e chuvas de verão. No tocante à temperatura da sub-bacia as que são registradas nas estações meteorológicas de São Gonçalo e Sousa, apresenta uma média mensal de 26,6 °C, oscilando entre 28,7 °C, no mês novembro e 24,9 °C, em junho. A umidade relativa do ar registrada na estação de São Gonçalo possui uma média mensal aproximadamente de 62%, já nos meses de setembro a novembro possui uma menor umidade (VIEIRA, 2011).

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo (Figura 1) está localizado na sub-bacia hidrográfica do Alto Piranhas, a 15 km da cidade de Sousa e a 440 km da capital da Paraíba e está entre as coordenadas geográficas 06 ° 50' 22"S e 38 ° 18 ' 39" W. De acordo com o Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS, 2016), a precipitação média anual verificada no local é de 894 mm, com o período chuvoso se alargando de janeiro a maio. A temperatura média anual é de 27°C, com uma mínima de 22° C e uma máxima de 38° C. A evaporação média anual é de 3.056,6 mm. O clima é classificado como semiárido quente. O relevo é do tipo plano e suavemente ondulado, prevalecendo as coberturas sedimentares, figurado pelos aluviões. Os solos aluvionais são prevalentes no referido local, de textura média a argilosa. Surgem, com certa notabilidade, os vertissolos, com textura argilosa, meio profunda e os podzólicos, com consistência que vai de arenosa a argilosa e fertilidade natural que oscila de boa a média.

Figura 1. Localização do Perímetro Irrigado de São Gonçalo.



Fonte: Neto (2013).

A área total disponibilizada para irrigação é de 3045,63 ha, sendo 1.936,90 ha reservada para o pequeno agricultor, repartidas em 452 lotes com área média de 4,28 ha; tendo ainda 201,10 ha reservados para técnicos agrícolas, repartidos em 19 lotes com área média de 10,58 ha; e 129,09 ha reservados para engenheiros agrônomos, repartidos em 8 lotes com área média 16,13 ha (DNOCS, 2016).

No Perímetro Irrigado de São de Gonçalo são produzidas as seguintes culturas agrícolas: banana, coco, goiaba, maracujá, arroz, feijão, milho, tomate de mesa, algodão herbáceo e capim de corte. Além destas atividades, destacam-se também: a pecuária leiteira e a produção de carnes bovinas, sendo os animais utilizados para a reprodução, os bovinos e ovinos (DNOCS, 2016).

O abastecimento hídrico do Perímetro Irrigado de São Gonçalo é por meio dos Açudes Engenheiro Ávidos que se encontra localizado no município de Cajazeiras-PB e São Gonçalo situado no município de Sousa-PB, com um volume de 255.000.000 m³ e 44.600.000 m³,

respectivamente. Os métodos de irrigação usados são: por superfície e gravidade e por micro-aspersão. A rede de irrigação é formada por canais primários e secundários, os quais são encarregados pela direção de água até a divisa dos lotes agrícolas. O abastecimento da água ocorre através do açude São Gonçalo, que é orientada pelos canais principais, Norte e Sul. O canal Norte tem 13,57 km de extensão e vazão de 1,8 m³/s, já o canal Sul tem 10,14 km de extensão e vazão de 2,4 m³/s. Os locais irrigados por aspersão estão conjeturados por estações de bombeamento que detêm a água dos canais. Os canais principais são implantados em terra, com segmentos cobertos de pedra rejuntada e seguimento com laje de concreto (DNOCS, 2016).

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo, nos últimos seis anos, vem enfrentando períodos de seca, em decorrência disso e, em virtude do uso ineficiente da água o açude São Gonçalo que possui um volume de água de 44.600.000 m³, teve seu volume reduzido a menos de 10% de sua capacidade total de armazenamento. Isso ocasionou grandes danos para a população, pois o abastecimento humano e o desenvolvimento de atividades econômicas foram afetadas, a exemplo da produção do coco que é a atividade principal da região. Muitos colonos que dependem da água para o desenvolvimento de suas atividades buscam hoje outras alternativas de subsistência em virtude do problema da crise hídrica que afeta o local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme as visitas realizadas *in loco*, constatou-se que o Perímetro Irrigado de São Gonçalo é estruturado da seguinte forma: possui uma sede de acampamento onde está localizada a administração do DNOCS e um núcleo com a população urbana. A área estudada foi estruturada no sistema de Agrovilas onde estão o denominado Núcleo Habitacional I, Núcleo Habitacional II e Núcleo Habitacional III conforme pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - População do Perímetro Irrigado de São Gonçalo e a quantidade de famílias

| Região | População | Família | Média de pessoas por família |
|--------------|--------------|--------------|------------------------------|
| NÚCLEO I | 2212 | 640 | 3,5 |
| NUCLEO II | 2040 | 581 | 3,5 |
| NUCLEO III | 1100 | 264 | 4 |
| SÃO GONÇALO | 2.510 | 695 | 3,6 |
| TOTAL | 7.862 | 2.180 | 4 |

Fonte: Agentes Comunitários de saúde, dados da pesquisa 2016.

A Tabela 1 apresenta a população e a média de pessoas por família do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. Observou-se que o núcleo urbano é o que concentra a maior quantidade de habitantes quando comparada com a população dos núcleos habitacionais.

Produção Agrícola e Irrigação

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo nos anos de 2012 a 2016 apresentou um decréscimo no cultivo de culturas, conforme pode ser observado na Tabela 2. A

maior queda já registrada foi no ano de 2016, quando comparado com o ano de 2012, verificou-se uma queda de 1.694,33 ha das áreas cultivadas. Hoje, em decorrência dos 6 anos de estiagem, a única cultura que ainda é produzida é o coco em pequenas escalas.

Tabela 2 - Culturas cultivadas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo de 2012 a 2016.

| Culturas | Área cultivada (ha) em 2012 | Área cultivada (ha) em 2013 | Área cultivada (ha) em 2014 | Área cultivada (ha) em 2015 | Área cultivada (ha) em 2016 |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Arroz | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Banana Nanica | 399,38 | 114,96 | 50 | 10 | 0 |
| Coco Anão | 1.151,87 | 1.010,68 | 800 | 50 | 30 |
| Capim elefante | 117,6 | 110 | 0 | 0 | 0 |
| Acerola | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0 | 0 |
| Caju | 0,1 | 1,1 | 1,1 | 0 | 0 |
| Feijão Macassar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Goiaba | 16,08 | 5 | 2 | 0 | 0 |
| Graviola | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0 | 0 |
| Manga | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0 | 0 |
| Mamão | 0 | 0 | 0 | 1,1 | 0 |
| Maracujá | 1,4 | 1,4 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 1724,33 | 1244,84 | 854,8 | 61,1 | 30 |

Fonte: DNOCS; dados da pesquisa (2016).

Os lotes do Perímetro Irrigado de São Gonçalo também possui uma parte destinada ao plantio de culturas sazonais. A Tabela 3 mostra a quantidade de áreas destinadas para o cultivo de culturas sazonais ou as áreas de sequeiro.

Essas áreas vêm diminuindo desde o ano de 2012 devido à crise hídrica vivenciada, visto que era plantada em uma área total de 195 ha sofrendo uma queda de 58,97% quando comparado ao ano de 2016.

Tabela 3 - Área de Sequeiro

| Cultura | Área cultivada (ha) em 2012 | Área cultivada (ha) em 2013 | Área cultivada (ha) em 2014 | Área cultivada (ha) em 2015 | Área cultivada (ha) em 2016 |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Feijão Macassar | 35 | 45 | 5 | 0 | 30 |
| Algodão | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| Milho | 140 | 160 | 25 | 50 | 50 |
| Arroz | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 195 | 217 | 30 | 50 | 80 |

Fonte: DNOCS, dados da pesquisa (2016).

Quando o Perímetro Irrigado de São Gonçalo foi implantando, o sistema de irrigação predominante era o por gravidade, que correspondia a 83,88%, porém, ao poucos, o sistema por micro-aspersão está sendo substituído, já corresponde atualmente 16,12%, por ser considerado um sistema eficiente quando comparado com o sistema por inundação (DNOCS, 2016).

Piscicultura

O sistema de cultivo para a piscicultura predominante no Perímetro Irrigado de São Gonçalo era o intensivo, sendo criada a Tilápia. De um universo de 483 colonos, apenas 6 tinham a prática da piscicultura. Em 2011, a produção de tilápias chegou a 50.000 unidades, porém em

decorrência dos 4 anos de seca consecutivos, que assolou a região, o cultivo da piscicultura se extinguiu. Quando se tinha atividade de piscicultura, funcionava da seguinte forma: o centro de piscicultura, que é um órgão ligado ao DNOCS, produzia os alevinos e repassavam para os piscicultores, estes eram responsáveis pela fase de engorda e comercialização da tilápia.

Pecuária

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo em 2014 apresentava uma ótima produtividade ligada à pecuária. A Tabela 4 mostra a quantidade de animais que eram criados no ano supracitado.

Tabela 4 - Distribuição da quantidade de animais por categoria no ano de 2014

| ANIMAIS | NUCLEO I | NUCLEO II | NUCLEO III | SÃO GONÇALO | TOTAL |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Bovino | 404 | 533 | 518 | 100 | 1.555 |
| Ovino | 1.237 | 4098 | 1.058 | 201 | 6.594 |
| Caprino | 25 | 134 | 51 | 20 | 230 |
| TOTAL | 1.666 | 4.765 | 1.627 | 321 | 8.058 |

Fonte: SEDAP, dados da pesquisa 2016.

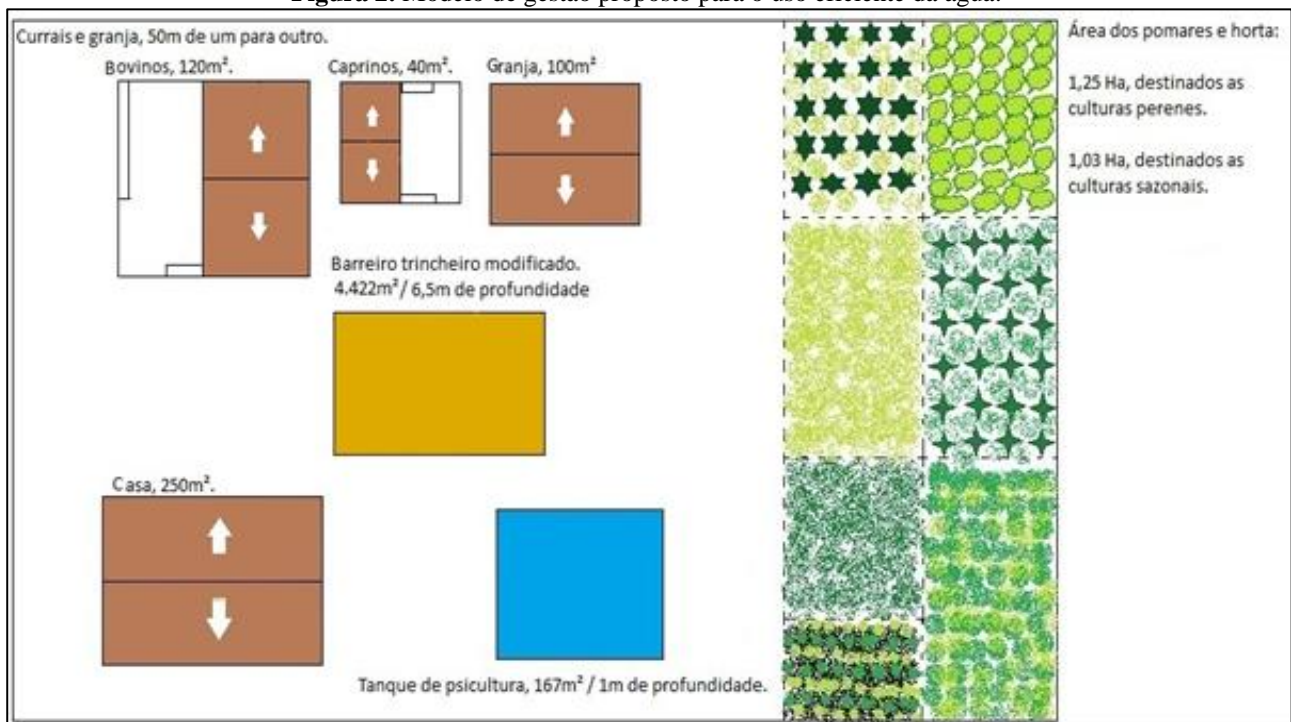
Observa-se que o Núcleo II se destaca como um dos maiores produtores de bovinos, ovinos e caprinos, no entanto o núcleo urbano denominado de São Gonçalo é o

Proposta de um Modelo Gestão para uso eficiente da água

O modelo proposto foi dimensionado com base em uma área média de 4,28 ha (Figura 2), tamanho padrão dos lotes destinados para o pequeno agricultor no Perímetro Irrigado de São Gonçalo. A área destinada para a residência do colono é de 250 m² com uma média de 5 pessoas. Para a atividade de pecuária, é destinada uma área de 260 m² onde serão criados bovinos e frangos, no

que apresenta uma menor quantidade de animais quando se compara com os núcleos habitacionais.

sistema de confinamento; já os caprinos serão criados no sistema semi-intensivo. Para o desenvolvimento da piscicultura será destinada uma área de 167 m². É proposto também o cultivo de culturas perenes, sazonais e uma horta, sendo destinada uma área de 31.155 m². Para suprir as demandas de água, tanto para o abastecimento humano quanto para o desenvolvimento das atividades, é proposto à construção de uma tecnologia social denominada de barreiro trincheira modificado.

Figura 2. Modelo de gestão proposto para o uso eficiente da água.

Fonte: dados da pesquisa 2016.

Para o modelo em estudo, a área destinada para irrigação de culturas é de 3,12 ha para o cultivo de culturas, sendo que 1,25 ha é destinada para o cultivo de culturas perenes e 1,05 ha é destinada para o cultivo de culturas sazonais e a horta, as áreas destinadas para as culturas sazonais e perenes foram divididas igualmente para cada cultura, prevendo o sistema de rotatividade. O milho e o feijão serão cultivados em consócio com uma

área de 0,4434 ha e sorgo ficando com uma área de 0,3921 ha.

Abastecimento Humano

Na Tabela 5 mostra a estimativa da demanda de água levando em consideração uma família com uma média de 5 pessoas.

Tabela 5 - Estimativa da demanda de água para o consumo humano

| DEMANDA DE ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO | |
|---|---------|
| Quantidade média de pessoas no lote (hab.) | 5 |
| Cota per capita (litro/hab./dia) | 125 |
| Demanda de Água para o Abastecimento humano (m ³ /ano) | 228,125 |
| Demanda de Água para o Abastecimento humano em m ³ para 3 anos | 684,375 |

Fonte: dados da pesquisa 2016.

A demanda de água para uma família que possui, em média, 5 pessoas é de 228,125 m³/ano, fazendo uma projeção para 3 anos de consumo, esta família irá consumir 684,375 m³ de água, conforme está representado na Tabela 5.

Agora com base no coeficiente de cultivo observa-se na Tabela 6 que foi elaborado um calendário agrícola que prever o consumo hídrico de cada planta nas suas diferentes fases de crescimento, sendo selecionadas as seguintes culturas perenes: Maracujá, uva, caju e coco. Para as culturas sazonais, é proposto ao irrigante que plante batata, tomate, melancia e melão no período de safra, já no período de entressafra ele deve destinar esta área para o cultivo de alface, cebola, repolho e pimentão, pois no período chuvoso não é indicado cultivar horta por conta do seu apodrecimento, só se o agricultor optar pela

construção de uma estufa. O milho e o sorgo serão destinados para o consumo animal, dessa forma é plantado no período de safra. As culturas citadas anteriormente também foram sugeridas com base na sua rentabilidade e por consumir pouca água, com exceção do coco e banana, por uma questão cultural da região considerou-se o cultivo do coco.

Para estimar as demandas hídricas da irrigação, considerou-se o calendário de cultivo por culturas que podem ser plantadas nos lotes do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. A Tabela 6 mostra o calendário anual para culturas perenes e sazonais com seus respectivos coeficiente de cultivo.

Tabela 6 - Calendário de cultivo para a plantação das culturas no ano hidrológico e o coeficiente de cultivo (Kc).

| Culturas | Meses do ano | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
| Manga | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Coco | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| Goiaba | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Limão | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Maracujá | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 | 0,73 |
| Uva | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Caju | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Banana | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Batata (s) | 0 | 0,5 | 0,8 | 1,2 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mandioca/Inhame (s) | 0 | 0,4 | 0,98 | 0,69 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Milho (s) | 0 | 0,7 | 1,1 | 0,95 | 0,95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Feijão (s) | 0,7 | 1,1 | 0,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tomate (s) | 0 | 0,5 | 0,6 | 1,15 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Melancia (s) | 0 | 0,67 | 0,91 | 0,98 | 0,92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Melão (s) | 0 | 0,45 | 0,75 | 1 | 0,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sorgo (s) | 0 | 0,4 | 0,75 | 1,1 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Proposta de um modelo de gestão para o uso eficiente da água no perímetro irrigado de São Gonçalo no sertão paraibano

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|------|------|------|------|---|
| Alface (es) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,48 | 0,6 | 0,98 | 0 | 0 |
| Cebola (es) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,75 | 0,85 | 0,95 | 0,72 | 0 |
| Repolho (es) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,55 | 0,84 | 0,95 | 0 | 0 |
| Pimentão (es) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 0,8 | 1 | 0,96 | 0 |

Fonte: Engenharia de Irrigação: hidráulica dos sistemas pressurizados. Aspersão e Gotejamento (Gomes, 1999); EMBRAPA (2016); Vieira (2007); Santos (2011); Ferreira, Rodrigues e Gomes Filho (2010).

Para a determinação da demanda da água para as culturas perenes, sazonais e a horta foram levados ainda em consideração à evaporação média mensal e a

precipitação média mensal do perímetro, como pode ser observada nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Tabela 7 - Evaporação Mensal Média em São Gonçalo (mm)

| Meses | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 182,6 | 157,2 | 141,6 | 136 | 144,8 | 144,9 | 168,6 | 200,1 | 215,9 | 223,2 | 216,2 | 205,9 |

Fonte: SUDENE, 1990; ANA 2016; AESA 2016.

Tabela 8 - Precipitação Mensal em São Gonçalo - no ano 2015 - Considerado seco

| Meses | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Total |
|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| | 102,80 | 93,30 | 83,00 | 317,30 | 42,40 | 41,90 | 10,30 | 0,00 | 0,00 | 9,70 | 0,00 | 25,20 | 725,9 |

Fonte: Farias, 2004.

A Tabela 9 mostra as demandas de água para cada tipo de culturas no período de um ano. Levando em consideração as culturas propostas, verifica-se que as culturas sazonais são as que apresentam um menor

consumo de água quando comparadas com as culturas perenes.

Tabela 9 - Demanda de água para as culturas perenes e sazonais

| Culturas Perenes | Demanda (m ³ /ano) |
|-------------------|-------------------------------|
| Coco | 4527,63 |
| Maracujá | 3714,18 |
| Uva | 2879,62 |
| Caju | 2879,62 |
| Total | 14.001,04 |
| Culturas sazonais | Demanda (m ³ /ano) |
| Batata (S) | 447,74 |
| Tomate (S) | 398,64 |
| Melancia (S) | 614,69 |
| Melão (S) | 412,72 |
| Milho (S) | 1220,79 |
| Feijão (S) | 1140,67 |
| Sorgo (S) | 630,85 |
| Total | 4.866,11 |
| Horta | Demanda (m ³) |
| Alface (es) | 1140,78 |
| Cebola (es) | 1822,52 |
| Repolho (es) | 1309,74 |
| Pimentão (es) | 2022,54 |
| Total | 6.295,58 |

Demanda Total (m³)**25.162,74**

Fonte: dados da pesquisa 2016.

Como chove na maioria dos anos em torno da média foi considerado o volume de água para irrigação no período de um ano. Dessa forma, observa-se na Tabela 9 que a demanda total estimada para as culturas perenes, sazonais e a horta é 25.162,74 m³ de água.

Demanda de água para a Piscicultura

A Tabela 10 apresenta os valores considerados para estimar a demanda de água para a produção das

tilápias. Observa-se que a demanda da água para a piscicultura é de 774,88m³ por ano, ao fazer uma projeção para 3 anos, a estimativa é de 2.324,64 m³. A demanda de água para a renovação é de um 1% ao dia, que corresponde a 1,67 m³ diários. A água, que é retirada do tanque para ser feita a renovação, será reutilizada para irrigação, pois, além de permitir uso eficiente da água, é também rica em nutrientes para as plantas.

Tabela 10 - Demanda de água para piscicultura

| Sistema Semi-intensivo | |
|---|----------|
| Quantidade de peixe (unid) | 1000 |
| Produtividade de peixe tilápia por Kg | 0,6 |
| Quantidade de Peixe por m ² | 3 |
| Produtividade de peixes por m ² | 0,5 |
| Área do espelho D' água (m ²) | 167 |
| Profundidade do Tanque (m) | 1 |
| Volume do Tanque m ³ | 167 |
| Produtividade do Tanque em Kg | 600 |
| Demanda de água (m ³) para renovação 1% por dia | 1,67 |
| Demanda de água (m ³) para renovação 1% no ano | 609,55 |
| Demanda para a Piscicultura m ³ no ano | 774,88 |
| Demanda para a Piscicultura m ³ em 3 anos | 2.324,64 |

Fonte: dados da pesquisa 2016.

O sistema escolhido para atividade de piscicultura é o semi-intenso, pois de acordo com Faria et al, (2013), é um sistema que apresenta uma menor renovação de água, variando de 1% a 5% em 24 horas, o que permite cultivar tanto a monocultura como a policultura.

É proposta a produção de Tilápias, pois de acordo com Faria et al, (2013) é considerada uma espécie de fácil reprodução, apresenta resistência a doenças, tolerantes a pequenas concentração de oxigênio, permitem grandes taxas de densidade no viveiro, possui uma carne apetitativa e com poucos espinhos, habituar-se a outros sistemas de cultivo

além de aceitar uma enorme diversidade de alimentos que podem ser naturais ou ração.

Demanda de água para a pecuária

Para a prática da pecuária, é destinada uma área de 260 m² onde será desenvolvida atividade de criação de bovinos, caprinos e frangos. A Tabela 11 mostra a demanda da água para a pecuária levando em consideração as categorias, o número de animais e o peso médio para estimar o consumo de água dentro de um período de 3 anos..

Tabela 11 - Demanda da água para a pecuária

| CATEGORIAS | NÚMERO DE CABEÇA | PESO MÉDIO (Kg) | CONSUMO DE ÁGUA (litros/cabeça) | CONSUMO (litro/dia) | CONSUMO (m³/ano) |
|-------------------|-------------------------|------------------------|--|----------------------------|------------------------------------|
| BOVINO | 5 | 200 | 25 | 125 | 45,625 |
| CAPRINOS | 10 | 50 | 3 | 30 | 10,95 |
| FRANGOS | 100 | 2,53 | 0,23 | 22,77 | 8,31105 |
| | | | | Total em 1 ano | 64,88605 |
| | | | | Total em 3 anos | 194,66 |

Para a criação de bovinos, é sugerido o confinamento a céu aberto. Consiste em um curral a céu aberto de 120 m² com capacidade de abrigar 5 (cinco) bovinos, conforme pode ser observado na Figura 2.

De acordo com Souza, Tinoco e Sartor (2003), o curral a céu aberto é estruturado da seguinte forma: Curralete, compreendem comedouros para volumosos de 0,5 a 0,7 m/lineares/cabeça; cochos para sal de 0,03 m/lineares/cabeça e para melaço/uréia e, ainda, bebedouro, com uma capacidade de 20 a 40 l/ animal/dia. Os cochos precisam estar por toda a extensão das cercas, necessitam ser cobertos, verificando-se a direção leste-oeste na orientação das extremidades dos telhados e em torno de 1,8 a 2,0 m à frente dos cochos, precisa ser ladrilhado com concretos ou pedras, sendo o restante de piso de terra. As repartições dos curraletes de confinamento precisam ter altura em torno de 1,80 m até 2,0 m e podem ser de madeira, tábuas fixadas em estacas distanciadas de 1,5 a 2,0 m, de cabo de aço 6,4 mm com estaca a cada 2,0 a 2,5 m ou de arame liso ovalado ou farpados com estaca de madeira a cada 6,0 m, balancins a cada 2 m.

É proposto à criação de caprinos, pois conforme Noznica, (2013) e o manual de criação de caprinos e ovinos (2011), a cabra é considerada um animal muito resistente e de ótima adequação aos mais variados tipos de espaços, de lugares de clima seco a frio. A cabra é um animal altamente rentável, pois pode produzir leite e seus derivados, carne e também a comercialização de matrizes e reprodutores. O agricultor pode criar poucas cabeças em ambientes pequenos, sendo necessário 2 m² por cabeça, além de permitir o emprego de materiais presentes na própria propriedade para a construção do curral. Dessa

forma, o sistema escolhido para a criação dos caprinos é o semi-intensivo, onde serão criados 10 caprinos de acordo com a Tabela 11, sendo 9 cabras e um reprodutor. Será destinada uma área de 40 m² para criação dos animais. De acordo com Ítavo *et al* (2011), o curral a céu aberto pode ser estruturado por arame farpado com uma altura máxima de 1,4 m, sendo que a distância de um fio para outro é de 15 cm, pode ter uma cobertura e as medidas dos comedouros pode ser de 10 cm lineares por cabeça.

É proposto também a construção de uma granja com uma área de 100 m² com capacidade para 100 frangos, sendo 94 galinhas e 6 galos. O consumo de água do aviário será de 8,3m³ ao ano como pode ser verificado na Tabela 13. Segundo Inforagro (2010), o aviário deve ser construído no sentido leste a oeste, devendo ser considerada 1 m² para 15 frangos. Santana Filho e Lima (2012) colocam que os bebedouros podem ser feitos com garrafas pet de 2 litros e lata de doce de plástico devendo ficar suspenso com arame, já os comedouros podem ser produzidos de cano de plástico de 100 mm devendo ser fechado nas extremidades.

Tecnologia Social Hídrica Proposta

Para atender as demandas de água para o abastecimento humano e a prática de atividades de pecuária, irrigação e piscicultura com base nas demandas citadas anteriormente, é proposto um barreiro trincheiro modificado.

A Tabela 12 apresenta o volume de água que este tipo de barreiro necessita para suprir as demandas de água para um período de 3 anos.

Tabela 12 - Barreiro trincheira modificado

| Setores da água | Demandas |
|--|----------|
| Demanda de Água para o Abastecimento humano em m ³ para 3 anos | 684,375 |
| Demanda para a Piscicultura m ³ em 3 anos | 2.324,64 |
| Demanda para a pecuária m ³ em 3 anos | 194,66 |
| Demanda para a irrigação m ³ no período de chuva muito seco | 25.163 |
| Volume de água descartado da Piscicultura para Irrigação (m ³) | 609,55 |
| Demanda Total (m ³) | 28.366 |
| Precipitação anual mm | 725,9 |
| Aresta da Área de um barramento trincheira (m) | 66,5 |
| Área (m ²) de um barramento trincheira | 4.422 |
| Profundidade (m) | 6,5 |
| Volume do barreiro trincheiro modificado (m ³) | 28.745 |

Fonte: dados da pesquisa (2016).

O Barreiro Trincheiro Modificado (BTM) foi idealizado com base no barreiro trincheira da literatura, sofrendo algumas modificações. Ele terá um volume de cubação (interno) impermeabilizado com uma mistura de solo e cimento compactado para minimizar a taxa de infiltração e será coberto por uma lona do tamanho da área do espelho da água que minimizará a taxa de evaporação e

estará protegida com uma cerca de arame farpado para os animais não terem acesso.

O volume do Barreiro Trincheira Modificado (BTM), de acordo como está sendo mostrado na tabela 12 é de 28.745 m³. A forma de captação de água será por meio da chuva e funcionará da seguinte forma: na residência do colono haverá um sistema de bicas que

captará água da chuva e os canos irá conduzir água até o barreiro trincheira, além dos barreiros servirem como uma forma de escoamento da água.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados e os métodos utilizados de estimação da demanda de água no Perímetro de Irrigado de São Gonçalo, foi possível fazer um diagnóstico preciso, no qual considerou a quantidade de habitantes, os tipos de culturas cultivadas e a quantidade de hectares destinada para cada tipo de cultura, a quantidade de categorias de animais e o tipo de alevinos produzidos. Este diagnóstico serviu de base para conhecer a realidade do perímetro e propor um modelo de gestão que equalize as demandas e que utilize de forma eficiente numa escala de tempo plurianual.

A área estudada apresenta-se distribuída em um núcleo urbano denominado de São Gonçalo e as agrovilas que são o Núcleo Habitacional I, Núcleo Habitacional II e núcleo Habitacional III que juntos totalizam uma população de 7.862 habitantes. As culturas perenes praticadas que eram cultivadas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo eram arroz, banana nanica, coco anão, capim elefante, acerola, caju, feijão macassar, goiaba, graviola, mamão e maracujá onde em 2012 era destinada uma área de 1.724,33 ha, porém, em decorrência dos longos períodos de estiagem, constatou-se que a única cultura que ainda continua a ser cultivada é o coco anão, apenas com uma área de 30 ha. Verificou-se que o sistema de irrigação mais utilizado é por gravidade que corresponde a 83,83%, porém vem sendo substituído por micro-aspersão correspondendo a 16,12%, verificando, dessa forma, o uso ineficiente da água.

A pecuária é a atividade que se destacou no perímetro irrigado de São Gonçalo, pois em 2014 eram criados 8.058 animais. A piscicultura era praticada, no entanto em menor proporção quando se comparada com as outras duas atividades citadas anteriormente, pois de um universo de 483 colonos, apenas 6 praticavam a piscicultura, sendo, portanto, extinta em virtude dos 4 anos de estiagem.

Diante do diagnóstico realizado na região estudada, foi possível verificar que a mesma necessita de um modelo de gestão que promova o uso eficiente da água e equalize os efeitos da seca. Para tanto, foi proposto um modelo de gestão para usos eficiente da água para os lotes dos colonos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo.

O modelo propõe a utilização de uma área média de 4,28 hectares que é o tamanho padrão dos lotes destinado ao pequeno agricultor. O modelo foi idealizado da seguinte forma: área destinada para a residência do colono de 250 m² com uma média de 5 pessoas; para o desenvolvimento da atividade de agricultura irrigada é destinada uma área de 31.155 m² para o cultivo de culturas perenes e sazonais. A pecuária será desenvolvida em uma área de 260 m², onde serão criados bovinos e frangos no sistema de confinamento e caprinos no sistema semi-intensivo, já para a prática da piscicultura é destinada uma área de 167 m².

As demandas de água para irrigação foram estimadas considerando as características das culturas que

Ele armazenará água para suprir a necessidade hídrica de uma família com 5 pessoas que poderá desenvolver suas atividades de piscicultura, pecuária e agricultura irrigada em períodos secos durante 3 anos.

mais se adaptam às peculiaridades climáticas da região e as que consomem menos água. Dessa forma, foi proposto um calendário agrícola, a partir da seleção de 12 culturas, sendo 4 perenes (coco, maracujá, uva e caju) e 8 culturas sazonais, sendo que no período de safra será plantado o sorgo e o milho, e o feijão serão plantado em consócio; para o período de entressafra, será plantada uma horta (alface, cebola, repolho e pimentão). O consumo de água para a pecuária foi estimado levando em consideração a criação de 5 bovinos, 10 caprinos e 100 frangos; já para a piscicultura foi estimada a demanda de água para 1000 tilápias.

A partir das demandas hídricas estimadas, foi possível propor a tecnologia social denominada barreiro trincheira modificado (BTM), que terá um volume de 28.745 m³ e armazenará a água da chuva para suprir a necessidade hídrica bem como o abastecimento humano, pecuária e piscicultura, em períodos secos, durante 3 anos. Esse modelo proposto pode ser considerado sustentável, já que permite ao colono desenvolver suas diversidades de atividades em períodos considerados críticos para região e promover uma minimização da pressão do sistema hídrico São Gonçalo e Engenheiro Ávidos. Isso será possível a partir do armazenamento da água da chuva no BTM e acompanhamento técnico.

Portanto, os resultados obtidos, a partir das estimativas das demandas para os usos múltiplos da água, mostram o quanto é imprescindível um modelo de gestão que promova o uso eficiente da água, principalmente nas regiões semiáridas onde as secas são constantes. Dessa forma, a proposta deste modelo é de relevância para a região em virtude de três fatores: O colono poderá desenvolver suas atividades normalmente em épocas de escassez hídrica; será possível desenvolver atividades diversificadas promovendo a obtenção de receita todo ano e, por fim, ter um sistema de abastecimento hídrico que assegure água em qualidade e quantidade suficiente para o lote.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. ANA divulga relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2014. Brasília, 2015 Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12683>. Acesso em: 26 jan. 2016.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. Evaporação do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. 2016. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

ARAÚJO, J. C.. Recursos hídricos em regiões semiáridas. GHEYI, H. R. et al. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações. Bahia: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br/wp->

Proposta de um modelo de gestão para o uso eficiente da água no perímetro irrigado de São Gonçalo no sertão paraibano

content/themes/insa_theme/acervo/recursos-hidricos-II.pdf>. Acesso em: 26. Maio. 2016.

<<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1130.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

AZEVEDO, D. C. F. Água: Importância e gestão no semiárido nordestino. Revista Polêmica, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 74-81, jan/mar, 2012. Disponível em:<<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/2992/2139>>. Acesso em: 29 jan. 2016.

FERREIRA, T. T.S; RODRIGUES, D. N.B; GOMES FILHO, R. R. Demanda hídrica de fruteiras utilizando coeficiente de redução da evapotranspiração adequado a região do baixo Jaguaribe no ceará. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza – CE, v.4, n.4, p.217–225, 2010. Disponível em: <http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/55/pdf_48>. Acesso em: 03 agos. 2016.

BARRETA, M. S. R. Gestão democrata das águas: os desafios à participação dos agricultores da bacia hidrográfica Arroio Ribeiro, RS. 2013. 256f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/77989/000897867.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007. 408 p. Disponível em: <<http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>>. Acesso em: 28. Jun. 2016.

BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHI, M. C. B.. Águas do Brasil análises estratégicas. São Paulo: Instituto de botânica, 2010. Disponível em: <http://www.ianas.org/books/aguas_do_brasil_Final_02_0pt.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2016.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: atlas, 2008.
INFORAGRO. Criação de frango caipira de corte. 2010. Disponível em: <<https://inforagro.wordpress.com/2010/09/08/frango-caipira-de-corte/>>. Acesso 07. Jul. 2016.

CUPERTINO, L. R. B.. Nota técnica: outorga da água. [S.L.:s.n]: 2008. Disponível em:<http://al.go.leg.br/arquivos/asstematico/estudos0002_outorga_do_direito_de_uso_da_agua.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2016.

GUEDES, M. J. F; RIBEIRO, M. M .R; VIEIRA, Z. M. C. L. Alternativas de Gerenciamento da demanda de água na Escala de uma Cidade. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [Porto Alegre – RS], v 19, n 2, p. 123-134, abr./jun. 2014. Disponível em:<http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/67e4b6803a0f7a9b4a53826667272a29_f15c82865f865df7ce7089bdfdb8d7d0.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA A SECA - DENOCS. Perímetro Irrigado de São Gonçalo. [Fortaleza], 2016. Disponível em: <http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/pb/sao_goncalo.htm>. Acesso em: 22 mar. 2016.

INFORAGRO. Criação de frango caipira de corte. 2010. Disponível em: <<https://inforagro.wordpress.com/2010/09/08/frango-caipira-de-corte/>>. Acesso 07. Jul. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Coeficientes de Cultivo - Banco de Dados. 2016. Disponível em: <http://www.cnpq.embrapa.br/publicacoes/kc/index_a.php>. Acesso em: 20 jun. 2016.

INSTITUTO AMBIENTAL BRASIL SUSTENTÁVEL - IABS. Manual de Criação de caprinos e ovinos. Brasília: Codevasf, 2011.

FARIA, R. H. S. A et al. Manual de criação de peixes em viveiros. Brasília: Codevasf, 2013.

ÍTAVO, C. C. B. F. et al. Confinamento. In: VOLTOLINI, T. V. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011, p. 299 - 322. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/917123/1/13Confinamento.pdf18122011.pdf>>. Acesso em: 03. Ago. 2016.

FARIAS, S. R. A. Operação integrada dos reservatórios engenheiro Avidos e São Gonçalo. 2004. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em:<<http://www.gota.eng.br/downloads/dissertacoes/disssergio.pdf>>. Acesso em: 7 jul. 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FERREIRA, A. V. Modelagem dinâmica temporal para a avaliação da disponibilidade hídrica e seus efeitos na sustentabilidade do sistema da sub-bacia do córrego do boi branco – SP. 2014. 99f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho., Botucatu – SP, 2014. Disponível em:

NOZNICA, C. F. Como criar cabras. Globo Rural, [S.L], 3 Dez. 2013. Disponível em<<http://revistagloborural.globo.com/vida-na-fazenda/como-criar/noticia/2013/12/como-criar-cabras.html>>. Acesso em: 11 agos. 2016.

- OLIVEIRA, D. B. S. O uso das tecnologias sociais hídricas na zona rural do semiárido paraibano: Entre o combate a seca e a convivência com o semiárido. 2013. 168f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/posgrad/dissertacoes/diego_bruno.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2016.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. Relatório mundial das nações unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos. Água para um mundo sustentável. WWDR: Richard Connor e Engin Koncagül, 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2016.
- PEREIRA, A. W. R. Transferência de gestão da irrigação: Um estudo no perímetro Irrigado de São Gonçalo. 2014. 94f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Tecnologia e Sociedade) - Universidade Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <http://btdt.ufersa.edu.br/bitstream/tede/17/1/AlexandreWRP_DISSERT.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2016.
- PONTES, T. G. et al. Ações mitigadoras sobre os efeitos da seca no semiárido nordestino. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO, 2, 2015, [Campina Grande], Anais eletrônicos... [Campina Grande]: UFCG, 2015. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO_EV044_MD4_SA6_ID960_29102015170431.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2016.
- QUEIROZ, A. T.; OLIVEIRA, L. A. Relação entre produção e demanda hídrica na bacia do rio Uberabinha, estado de Minas Gerais, Brasil. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, V. 25, n. 1, p. 191-202, jan./abril. 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327372015>>. Acesso em: 26 jan. 2016.
- RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: BEUREN, I. M. Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- ROSENDO, E. E. Q. Desenvolvimento de indicadores de vulnerabilidade à seca na região semiárida Brasileira. 2014. 137 f. Dissertação (Mestrado em Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/handle/tede/5536>>. Acesso em: 4 fev. 2016.
- SANTOS, I. E. Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica. 9. ed.. Rio de Janeiro: Impetus, 2012.
- SANTANA FILHO, E. P; LIMA, D. J. Criação de aves semiconfinadas: Geração de trabalho e renda. Ilhéus: Ceplac/Cenex, 2012, p. 48. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes/paginas/cartilhas_tecnicas/cartilhas/CT_08.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2016.
- SILVA, G. C.C. O direito das águas e o paradigma socioambiental no baixo vale do rio São Francisco. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado em Direito) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tede_busca/arquivo.php?codArquivo=2867>. Acesso em: 3 fev. 2016.
- SILVA, I.S; VIEIRA, D. M. Análise microbiológica da água do açude de São Gonçalo, Sousa - PB: um estudo comparativo entre os índices pluviométricos e níveis do reservatório, em relação à qualidade da água para o consumo humano. CONGRESSO NORDESTINO DE BIÓLOGO, 4., 2014, [João Pessoa]. Anais eletrônicos... [João Pessoa]: REBIBIO, 2014. Disponível em: <<http://congresso.rebibio.net/congrebio2014/trabalhos/pdf/congrebio2014-et-09-018.pdf>>. Acesso em: 22. Jun. 2016.
- SOUZA, C. F; TINOCO, I. F. F; SARTOR, V. Área de Construções Rurais e Ambiência: Informações básicas para projetos de construções rurais. Minas Gerais, 2003. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/instala%C3%A7%C3%B5esgadocorte.pdf>>. Acesso em: 03. Ago. 2016.
- SANTOS. V. S. Modelo de otimização quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento dos recursos hídricos superficiais, com aplicação à bacia do rio Paraíba. 2011. 170f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. Disponível em: <<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/valterlindasilvasantos.pdf>>. Acesso em: 3 agos. 2016.
- SECRETÁRIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO DA AGROPECUÁRIA E DA PESACA – SEDAP. Relação da exploração da pecuária. Sousa: SEDAP, 2015.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE- SUDENE (1990). Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste – Estado da Paraíba. Série pluviométrica 5. Recife-PE, Brasil.
- VIEIRA, A. S. Um modelo de simulação, via programação linear sequencial, para sistema de recursos hídricos. 2007. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2007. Disponível em: <http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_297.pdf>. Acesso em 03 agos. 2016.
- VIEIRA, A. S. Modelo de simulação quali-quantitativo multiobjetivo para o planejamento integrado dos sistemas de recursos hídricos. 2011. 275f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

Disponível em:

<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/allan_sarmentovieira.pdf>. Acesso em: 3 agos. 2016.

VIEIRA, A. S.; SANTOS, V. S.; CURI, W. F. Escolha das regras de operação racional para subsistema de reservatórios no semiárido nordestino. *Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia*, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 037-050, jan./mar. 2010.

XAVIER, J. M. V.; ANDRADE, T.S.; NETO, F. M. A gestão eficiente da água através da medição e uso racional: o caso do açude de boqueirão – PB. In: III ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E V ENCONTRONORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA, 3., 5., 2013, João Pessoa, Anais eletrônicos... João Pessoa: UFPB, 2013. Disponível em:<<http://www.cnea.com.br/wp-content/uploads/2013/03/III-CNEA-e-V-ENBio-VOL-3-final13.11.13.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2016.