



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS**  
**CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**



**IALINE DANTAS CASIMIRO**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA  
NUMA ESCALA DE TEMPO PLURIANUAL: UM ESTUDO DE CASO COM OS  
COLONOS DO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO NO SERTÃO  
PARAIBANO.**

**SOUSA-PB**

**2016**

**IALINE DANTAS CASIMIRO**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA  
NUMA ESCALA DE TEMPO PLURIANUAL: UM ESTUDO DE CASO COM OS  
COLONOS DO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO NO SERTÃO  
PARAIBANO.**

Monografia apresentada ao Curso de Administração da Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, da UFCG, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

**Orientador:** Professor Dr. Allan Sarmiento Vieira

**SOUSA-PB**

**2016**

**IALINE DANTAS CASIMIRO**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO PARA O USO EFICIENTE DA ÁGUA  
NUMA ESCALA DE TEMPO PLURIANUAL: UM ESTUDO DE CASO COM OS  
COLONOS DO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO NO SERTÃO  
PARAIBANO.**

Esta monografia foi julgada adequada para obtenção do grau de Bacharel em Administração, e aprovada na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação do Curso de Administração do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Federal de Campina Grande- PB, Campus Sousa.

Monografia aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Allan Sarmiento Vieira – Orientador - Prof. Dr. UFCG.

---

Examinador (a) 02

---

Examinador (a) 03

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu esposo, Filipe Araújo; aos meus pais, Maria do Socorro Dantas e Iranildo Casimiro e aos meus avós, Maria Caminha Dantas e José Elias. Dedico-lhes esta conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, luz de minha vida que sempre me deu coragem, força, fé, sabedoria e paciência ao longo da minha vida e nos momentos de desânimos é quem me dava força para continuar.

Ao meu esposo Filipe, o mais profundo agradecimento, pela paciência, compromisso e dedicação ao longo dessa caminhada, afinal foram muitas noites que tive de passar debruçada nos livros. Muito obrigada meu amor.

O mais profundo agradecimento aos meus pais, minha mãe Maria do Socorro Dantas e meu pai Iranildo Casimiro, que sempre me dizia para ter fé, que conseguiria realizar este sonho e que nunca mediram esforços para que a sua realização se tornasse possível.

Aos meus avós, Maria Carminha, José Elias, Francisca e Francisco (*in memoriam*) pelos ensinamentos e por sempre acreditarem em mim e dar apoio para a realização deste sonho.

À minha sogra, Maria do Socorro e ao meu Sogro José, que também me acompanharam e me apoiaram nesta trajetória.

O mais profundo agradecimento ao Professor Doutor Allan Sarmiento Vieira, pelo compromisso, dedicação, incentivo e apoio para que a realização desse trabalho se tornasse possível.

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação.

Aos meus tios e tias, em especial minha tia Maria José, Maria de Fátima, Ivonete e aos meus tios Zilmar, Lucena e Ivanildo, que me apoiaram ao longo desta trajetória.

Às minhas amigas, Andreia Dantas, Francisca Natalia, Iukênia e Darlane e ao amigo Francisco Queiroga, pelos momentos de alegrias e tristezas que vivemos nestes últimos anos e por terem apoiado e acreditado que eu conseguiria realizar este sonho.

.

*“Você nasceu para vencer, mas para ser um vencedor você precisa planejar para vencer, se preparar para vencer, e esperar vencer” (ZIG ZIGLAR).*

## RESUMO

Água é recurso natural essencial 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 este problema é necessário um modelo de gestão da demanda de água eficiente e aprimorado. Assim, o objetivo geral desta pesquisa é propor um modelo de gestão que promova a adequação do 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. A metodologia utilizada na pesquisa foi pesquisa bibliográfica, exploratória, estudo de caso e visita *in loco* através 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 a tecnologia social, denominada barreiro trincheira modificado (BTM). Essa tecnologia, além de minimizar a taxa de infiltração e evaporação, permitirá 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 Chave:** Modelo de Gestão; Recursos Hídricos; Uso Eficiente da Água.

## ABSTRACT

Water is a natural essential resource to life on earth and, as economic activities emerge, increasingly requires water in quantity and quality. To mitigate and equating this problem is necessary a management model of efficient and improved water demand. Thus, the general objective of this research is to propose a management model that promotes the adaptation of the efficient use of water, in a multiannual time scale, to the settlers of the Irrigated Perimeter of São Gonçalo, located in Paraíba backlands, looking at minimization of the drought effects. The methodology used in the research was bibliographical, exploratory, case study and on-site visit by a qualitative and quantitative approach. Considering the data collected and the methods for the calculation of water demands were obtained the results on a multiannual scale, in which was chosen and proposed to the social technology called claypit trench modified (BTM). That technology, besides minimizing the rate of infiltration and evaporation, will allow the storage of water to supply the water need of a family with five people that could develop fish farming activities, livestock and irrigated agriculture in dry periods, for 3 years. So if this management model is implemented and has technical monitoring, will teach the local settlers to live with the drought, moreover, will minimize the exercised pressure on the water system of São Gonçalo and Engenheiro Àvidos.

**Keywords:** Management Model; Water Resources; Efficient Use of Water.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Cisterna de Placa.....	26
<b>Figura 2</b> - Cisterna de Calçada. ....	27
<b>Figura 3</b> - Barragem subterrânea .....	28
<b>Figura 4</b> - Tanque de pedra ou caldeirão .....	29
<b>Figura 5</b> - Bom d`água popular .....	30
<b>Figura 6</b> - Barreiro trincheira.....	31
<b>Figura 7</b> - Localização do Perímetro Irrigado de São Gonçalo .....	50
<b>Figura 8</b> - Modelo de gestão para o uso eficiente da água .....	55

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Características dos tipos de cultivos de peixes .....	42
---	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Consumo per capita por faixa de população.....	34
<b>Tabela 2</b> - Tipos de peixes e o peso ideal para a comercialização .....	43
<b>Tabela 3</b> - População do Perímetro Irrigado de São Gonçalo e a quantidade de famílias.....	52
<b>Tabela 4</b> - Culturas cultivadas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo de 2012 a 2016.....	53
<b>Tabela 5</b> - Área de Sequeiro .....	53
<b>Tabela 6</b> - Distribuição da quantidade de animais por categoria no ano de 2014 .....	54
<b>Tabela 7</b> - Estimativa da demanda de água para o consumo humano .....	56
<b>Tabela 8</b> - Calendário de cultivo para a plantação das culturas no ano hidrológico e o coeficiente de cultivo (Kc) .....	57
<b>Tabela 9</b> - Evaporação Mensal Média em São Gonçalo (mm).....	57
<b>Tabela 10</b> - Precipitação Mensal em São Gonçalo - no ano 2015 - Considerado seco .....	58
<b>Tabela 11</b> - Demanda de água para as culturas perenes e sazonais .....	58
<b>Tabela 12</b> - Demanda de água para piscicultura .....	59
<b>Tabela 13</b> - Demanda da água para a pecuária .....	60
<b>Tabela 14</b> - Barreiro trincheira modificado .....	61

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AESA - Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional das águas

A3P – Agenda Ambiental da Administração pública

BAP- Bomba d`água Popular

BTM – Barreiro Trincheira Modificado

DENOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EMPRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FUNASA – Fundação Nacional de saúde

GDA- Gestão da Demanda de Água

GEPAT – Grupo de Estudo e Pesquisa em Água Território

SEDAP – Secretária do Estado de Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

UPH- Unidade de Planejamento Hidrológico - UPH

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA</b> .....	14
<b>1.1 Do tema ao problema</b> .....	14
<b>1.2 Objetivos</b> .....	17
1.2.1 Objetivo geral .....	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
<b>1.3 Justificativa</b> .....	17
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	20
<b>2.1 Gestão pública</b> .....	20
<b>2.2 Gestão ambiental</b> .....	21
<b>2.3 Tecnologias sociais hídricas</b> .....	23
2.3.1 Cisternas de placas.....	25
2.3.2 Cisternas calçadão .....	26
2.3.3 Barragens subterrâneas .....	27
2.3.4 Tanque de pedra ou caldeirão .....	28
2.3.5 Bomba d'Água Popular - BAP .....	29
2.3.6 Barreiro-trincheira .....	30
<b>2.4 Gestão da demanda das águas</b> .....	31
2.4.1 Métodos para estimar a demanda da água para o abastecimento humano .....	33
2.4.2 Agricultura Irrigada .....	35
2.4.3 Piscicultura .....	40
2.4.4 Pecuária .....	44
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	46
<b>3.1 Método</b> .....	46
<b>3.2 Tipo de pesquisa</b> .....	46
<b>3.3 Quanto à abordagem</b> .....	47
3.3.1 Quanto à descrição da análise.....	47
<b>3.4 Descrição da área de estudo</b> .....	49
3.4.1 Sub-bacia do Alto Piranhas .....	49
3.4.2 Descrição do Perímetro Irrigado de São Gonçalo .....	49
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	52

<b>4.1 População do Perímetro Irrigado de São Gonçalo</b> .....	52
4.1.1 Produção Agrícola e Irrigação .....	52
4.1.2 Piscicultura .....	54
4.1.3 Pecuária .....	54
<b>4.2 Proposta de um Modelo Gestão para uso eficiente da água</b> .....	55
4.2.1 Abastecimento Humano .....	55
4.2.2 Demanda da água para Irrigação .....	56
4.2.3 Demanda de água para a Piscicultura .....	59
4.2.4 Demanda de água para a pecuária .....	60
4.2.5 Tecnologia Social Hídrica Proposta .....	61
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	63
<b>5.1 Recomendações para trabalhos futuros</b> .....	65
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	66

# 1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

## 1.1 Do tema ao problema

Recurso natural indispensável para todos os seres vivos. A água é um bem natural importante, 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 têm reduzido a 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 seguimentos (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 a 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 termelétricas 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 instabilidade 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 de gestão de água. Diversos órgãos do governo como Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DENOCS, 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 trincheira 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).

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 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 a 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.

Em função dos baixos índices pluviométricos que têm sido registrados no sertão da Paraíba e às graves consequências na vida da população, a presente pesquisa busca responder a seguinte pergunta: **Qual o modelo de gestão mais adequado para promover o uso eficiente da água, numa escala de tempo plurianual, dos colonos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, localizado no Sertão Paraibano para enfrentar períodos de seca?**

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Propor um modelo de gestão mais adequado para 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.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Levantar os dados necessários nos lotes da área estudada (quantidade de colonos, atividades econômicas, demandas, culturas, etc);
- Estimar as demandas dos usos múltiplos da água existentes no local estudado;
- Verificar as tecnologias de armazenamento da água mais adequadas para a região.

## **1.3 Justificativa**

Segundo Ribeiro (2014), a geração de mantimentos, a ampliação das fontes de energia e o desenvolvimento econômico estimularam o aumento da demanda dos recursos hídricos. Desta maneira, o progressivo consumo da água e a insuficiência de promover a oferta determina a busca por modernas técnicas e formas de gestão que favoreçam a eficiência da utilização dos recursos hídricos.

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 hidrossanitários 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 biossistemas 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.

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 de a 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. Assim, a proposta de um modelo de gestão para usos múltiplos da água, especificamente para os lotes dos colonos localizados no Distrito de São Gonçalo no sertão paraibano, pode proporcionar a minimização do desperdício e promover a conscientização e o uso racional da água, numa escala de tempo plurianual.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Gestão pública

A gestão pública é definida como um conjunto de procedimentos de fiscalização, realização, controle e planejamento das atividades governamentais incorporando modernos sistemas de ações direcionadas para a cultura do diálogo, possibilitando o trabalho da sociedade. Dessa forma, a moderna maneira de dirigir consiste na atuação social e no desempenho dos atores sociais. Esta atitude é decorrência das ações de movimentação e das pressões desempenhadas por diversos setores da sociedade fundamentados nos princípios relacionados em conceitos como participação e controle social da Constituição de 1988. O texto constitucional desempenha controle decisivo na forma e conteúdo das políticas públicas que aparecem nas conferências sobre a atuação e ambientes públicos no Brasil (SILVA, Assis, 2011; OLIVEIRA, R., 2012).

As cidades, são consideradas entidades complexas e, com diversos graus de desempenho, possuem diferentes dilemas, tais como aqueles referentes aos problemas sociais e ambientais. Observando este assunto, a gestão pública precisa exercer uma função importante direcionada para as mais diversas partições sociais e procurar a reflexão e solução que possibilitem a sustentabilidade. Entende-se que existem amplos desafios para se dirigir uma cidade, gradativamente, a questão socioambiental é exigida pela sociedade que, no exercício de seu poder, há varias outras questões a serem verificadas por uma gestão pública, tais como: esporte, obras, saúde, agricultura, entre outras (GOES; MORALES, 2013).

A administração pública demanda constantemente da implantação de ações de desenvolvimento sustentável. Para tanto, uma das ferramentas utilizadas é o programa Agenda Ambiental da Administração Pública-A3P. Este programa tem como objetivo incentivar os administradores públicos a integrar princípios, parâmetros e ações de gestão ambiental em suas atividades, aumentando a consciência ecológica do corpo funcional e auxiliando na divulgação de prestação de contas de práticas sustentáveis no âmbito governamental diante da população (BEZERRA *et al.*, 2015).

Conforme Rêgo, Pimenta, Saraiva (2011), as organizações públicas necessitam conduzir, controlar e administrar o meio ambiente como patrimônio de todos, na procura do desenvolvimento sustentável. Isto constitui em ações que devem ser iniciadas pelas próprias

entidades públicas por meio de práticas como a utilização otimizada de recursos e a prevenção da poluição.

Como uma das premissas do desenvolvimento sustentável, a gestão ambiental, no setor público, advém do estabelecimento da política ambiental por meio da definição de estratégias, ações, investimentos e providências institucionais e jurídicas, com o objetivo de assegurar a preservação da biodiversidade, a qualidade do meio ambiente e a sustentabilidade (COGO, 2011).

Tendo fundamental importância para a administração pública, a gestão ambiental é considerada como um instrumento para o progresso da vida dos cidadãos. Dessa maneira, as administrações públicas dos municípios confrontam-se com problemas em relação à gestão ambiental, na forma de como estimular e orientar aos seus cidadãos e como desenvolver possibilidades para conscientização. Além disso, em muitas prefeituras do Brasil ainda há uma ausência de perspectiva ambiental. Isso, muitas vezes, acaba interferindo no progresso do município e na qualidade de vida dos habitantes (BARBOSA & KRAVETZ, 2013).

## **2.2 Gestão ambiental**

O processo de gestão ambiental começa a partir do momento em que se geram adequações ou transformações no ambiente natural, de modo a adaptá-lo às necessidades individuais ou coletivas, originando, por consequência, um ambiente urbano nas mais diferentes formas de conformação e escala (PHILIPPI JR; ROMÉRO; BRUNA, 2014).

Uma gestão ambiental eficiente deve começar com a implementação de uma política ambiental eficaz que incluem as diretrizes gerais, com técnicas de gerenciamento ambiental nas quais direcione as ações gerenciais vinculando as organizações e empregue as ferramentas jurídicas e metodológicas necessárias para a efetivação do Planejamento Ambiental (LANNA, 2001).

A complexidade da dinâmica urbana demonstra a necessidade da implantação de métodos de gerenciamentos e suas respectivas ferramentas para que se atinjam os objetivos da sustentabilidade. Dessa forma, a gestão ambiental pode ser entendida como um agrupamento de técnicas administrativas, operacionais e políticas que busca, em diversas perspectivas, o bem estar social, através da atuação dos vários membros da sociedade (MARTINS JÚNIOR, 2013).

O conceito de desenvolvimento sustentável foi formulado em 1987 no relatório de *Brundtland*, enfatizando o engajamento de solidariedade com as gerações do futuro, garantindo condições de desenvolvimento e crescimento que deve ser constituído sobre três dimensões de sustentabilidade: econômica, social e ambiental que devem evidenciar uma visão global e equilibrada da sustentabilidade (MAGALHÃES, 2013).

Para tanto, há uma distinção entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Enquanto a sustentabilidade é tida como um tripé que deve ser sustentado de maneira associada e agregada por dimensões como a econômica, social e ambiental; o desenvolvimento sustentável é uma observação para o futuro, incorporando aspectos como desenvolvimento e crescimento, observando o futuro e implantando soluções para que o planeta e os recursos naturais permaneçam estabilizados para as próximas gerações (GOES; MORALES, 2013).

A gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável são práticas contemporâneas que estão cada vez mais se expandindo nas organizações privadas e públicas, sendo considerado um moderno meio de atender as necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras (LIMA; PROCHNOW, 2012).

Além disso, a gestão ambiental é considerada de forma distinta pelos setores da sociedade e econômicos que influencia este processo. Esta administra os seguintes pontos: o poder público, com a função de administrar, dirigir e impulsionar o processo de gestão; o da organização, com a função de melhorar e aumentar a eficiência, a eficácia e a efetividade econômica; e a sociedade civil, em específico, os grupos e as comunidades sociais, com a função de fomentar a adequação da natureza para assegurar as suas necessidades fundamentais e sua lógica cultural, em busca de prática grupal implantada pelos indivíduos (SILVA, Alves, 2014).

No Brasil, a questão ambiental tornou-se mais profunda no decorrer da década de 1960, em decorrência de uma etapa de forte desenvolvimento urbano. Com a crise do petróleo no término dos anos 60 e primórdios da década de 70, a reflexão sobre o futuro, que se mostrava incerto, passa a ser evidenciada na perspectiva política, social e filosófica no que se refere a da atuação do homem no planeta (BARBOSA, 2008). A gestão ambiental busca agrupar, conjuntamente, os pontos relacionados ao meio ambiente, natural ou edificado, assim como as relações que incluem distintos métodos, como o abastecimento de águas e suas correspondências com o sistema de recursos hídricos (PHILIPPI JR; BRUNA, 2014).

A gestão ambiental orientada para os recursos hídricos englobam duas perspectivas fundamentais: uma relativa à qualidade de água e outra referente à sua quantidade. Desse modo, convém destacar que os elementos químicos se movimentam na natureza nos compartimentos do solo, ar e água e delineiam trajetórias, que são periódicas. A conservação dessas trajetórias é essencial para compensar os ecossistemas (BASSOI; MONEGON JR, 2014).

### **2.3 Tecnologias sociais hídricas**

As tecnologias sociais são compreendidas como um conjunto de processos, técnicas e ferramentas com o intuito de resolver dilemas locais, e vem progredindo há muitos anos, entretanto esta nomenclatura passou a ser utilizada praticamente no Brasil, na década de 70 (GUALDANI, 2015).

A ausência de água em rios, lagos e açudes no nordeste e a salinidade das águas subterrâneas são fatores que induziram a maior parte das pessoas que vivem no semiárido a usar a água da chuva para o desenvolvimento de atividades econômicas e para o abastecimento doméstico (PEDROSA, 2011).

A água de chuva representa uma alternativa, em grande parte particular, de fornecimento da água em comunidades rurais, essencialmente em regiões semiáridas e áridas, lugares em que as fontes acessíveis, como nascentes, poços e rios apresentam uma capacidade variável de água, conforme a sazonalidade (SILVA; HELLER; CARNEIRO, 2012).

A captação da água da chuva é considerada como uma estratégia de gestão das águas. A gestão da água da chuva abrange uma gama de aspectos regionais de domínios ambientais, econômicos, sociais, espaciais e técnicos, tais como: a utilização e a posse dos solos, as características econômicas da população beneficiada, a pluviosidade e sua distribuição espacial e tempo de infiltração (VELOSO, 2012).

A disseminação das tecnologias de aproveitamento e armazenamento de água de chuva compreendem, além do caráter técnico, o consentimento e a incorporação de práticas pela população que irá fazer uso das tecnologias. Isso ocorrerá de acordo com os âmbitos de utilização da água: abastecimento humano, agricultura e dessedentação animal (AZEVEDO, M., 2014).

As técnicas de aproveitamento e armazenamento da água da chuva estão relacionadas ao método usado para recolher e armazenar esta água que se desloca por uma área específica de captação, tais como as superfícies terrestres, encostas íngremes, cobertura das residências, áreas de rocha ou pisos, utilizando ferramentas elementares de armazenamento como cisternas e tanques, ou então tecnologias mais complexas que são as trincheiras, os poços de infiltração e barragens subterrâneas etc.. Os sistemas utilizados precisam considerar três elementos fundamentais: a área de captação, o instrumento de coleta, e o sistema de armazenamento (LIMA, L., 2012).

Algumas dimensões devem ser implantadas objetivando a ampliação da eficiência na utilização da água da cisterna, como: implantar microbacias em torno de cada fruteira para impedir o escoamento da água de chuva e, por conseguinte, ampliar a penetração da água no solo; utilizar cobertura morta na microbacia das fruteiras e nos canteiros de hortaliças; empregar as sobras das culturas, para diminuir os desperdícios por evaporação. Na ocorrência de Pluviosidade superiores a 8,0 mm, não se emprega água às fruteiras, enquanto não se verificar que o terreno em volta do caule da planta está ficando seco. É preciso a compreensão da família para não usar a água da cisterna de produção para outros fins, fazer uso de sombras no local dos canteiros, para diminuir a insolação e, por conseguinte, os desperdícios de água por evaporação (BRITO; CAVALCANTI, 2014).

A água da chuva, capturada e armazenada em cisterna, quando for direcionada para o consumo de animais, necessita percorrer diversas fases para que se assegure o mínimo de qualidade, que permitirá a sua utilização específica. As principais fases são: verificação do consumo de água na criação de suínos e aves; quantificação da cisterna em função do consumo de água estimada para a criação de suínos e aves na propriedade e local da cobertura acessível para captação; implantação da cisterna em função da finalidade da utilização da água; antissepsia da água para utilização na alimentação animal (OLIVEIRA, *et al.*, 2012).

A cisterna é considerada uma tecnologia social hídrica que compreende fundamentalmente uma infraestrutura para aproveitamento e armazenamento de água da chuva. A água armazenada é utilizada para o abastecimento humano, a geração de alimentos, a criação de pequenos animais, etc. (JESUS; COSTA, 2013).

### 2.3.1 Cisternas de placas

A implantação de cisternas de placas para armazenamento da água da chuva captada das coberturas das residências constitui uma tecnologia essencial para suprir a carência de água em períodos de seca. Esta tecnologia é implantada a partir de placas de concreto pré-moldadas e revestidas, em que, por meio de um sistema de calhas vinculado às coberturas das casas, é recolhida e armazenada a água da chuva. Estas possuem um volume de armazenamento de 16.000 litros de água (GOMES, F., 2012).

As cisternas de placa é uma possibilidade para o suprimento de água para o consumo humano, podendo ser considerada uma técnica de baixo custo, segura e prática. Após sua implantação, as pessoas recebem uma capacitação sobre o aproveitamento de água da chuva por meio das coberturas das casas (ARAÚJO, F., 2014).

Segundo Silva *et al.* (2013), as cisternas de placas favorecem um eficiente modelo de gestão hídrica, destinando-se o acesso a água para famílias que vivem nessa escassez. Portanto, levando em conta o aspecto qualidade de vida, verificam-se a aquisição de água de boa qualidade e melhorias de vida, menor esforço físico para conseguir água e autonomia hídrica, porém a água armazenada não é suficiente para suprir o consumo das famílias e nem sequer propicia oportunidades para executar atividades econômicas à exemplo da agricultura.

A capacidade de armazenamento nas cisternas (Figura 1) é suficiente para suprir uma família de, no máximo, cinco pessoas em tempos de estiagem, com uma demanda diária de 14 litros por pessoa. Para atingir o volume máximo, 16.000 litros, é preciso 500 mm de chuva no local de cobertura dos domicílios com um mínimo de 40 m<sup>2</sup>. Quando implantadas de acordo com os padrões técnicos e usado material de boa qualidade, as cisternas podem durar no mínimo 40 anos. Os problemas evidenciados são consequências da utilização de material de má qualidade, métodos impróprios na construção, não conformidade da utilização do material ao tipo de terreno e ausência de cuidados especiais de manutenção, como por exemplo, não instalar as cisternas próximas a árvores ou não deixar o recipiente vazio (CARVALHO, B., 2013).

**Figura 1 - Cisterna de Placa**

Fonte: Oliveira, Silva, (2013).

A água guardada em cisternas de placas é tida como de boa qualidade, quando adotadas práticas de higienização nas mesmas. A sua proteção é simples, requer, principalmente, o desvio das primeiras águas das chuvas e a implantação de uma bomba manual, para impedir o contato com a água armazenada, diminuindo os riscos de contaminação (ALVES *et al.*, 2012).

### 2.3.2 Cisternas calçadão

As cisternas calçadão (Figura 2) seguem idêntica ao modelo de edificação das cisternas de placas. Porém, o volume e o estilo de captação de água destas são distintos. A água da chuva é captada através de um calçadão de cimento de 200 m<sup>2</sup>, erguido na superfície do solo. Com essa área do calçadão, 300 mm de chuva são suficientes para saturar a cisterna, apresentando um volume de 52.000 litros. Através de canos, a chuva que cai no calçadão escorre para a cisterna, que terá de ser erguida na área mais baixa do solo e adjunto ao local de produção (OLIVEIRA, Silva, 2013).

As cisternas calçadão são importantes para abrandar danos provocados pela escassez hídrica e manifesta-se como uma possibilidade promissora, uma vez que, incorporada à produção agrícola, tende a melhorar a qualidade de vida das famílias que vivem da agricultura, confirmando sua identidade e fazendo com que elas continuem vivendo nos seus locais de origem (BARBOSA *et al.*, 2015).

**Figura 2 - Cisterna de Calçadão.**



Fonte: Pontes (2014).

Segundo Pantaleão *et al.* (2015), as cisternas calçadão têm possibilitado garantia de água nas comunidades do Semiárido, viabilizando plantações de pequenos pomares de frutas e legumes e a criação de animais de pequeno porte, tais como, caprinos, porcos, ovinos e aves.

### 2.3.3 Barragens subterrâneas

As barragens subterrâneas desempenham uma função fundamental na democratização da obtenção de água no semiárido nordestino. Essa tecnologia vem sendo usada há muitos anos por agricultores tradicionais no Nordeste e pesquisada desde primórdios dos anos de 1980. Dessa forma, tem possibilitado grandes transformações na agricultura familiar, no semiárido, por meio da conservação da água no terreno, proporcionando plantações por um período de tempo mais longo (FERREIRA *et al.*, 2011).

De acordo com Pontes (2014), as barragens subterrâneas (Figura 3) são implantadas em locais de baixios onde a água da chuva corre naturalmente. É necessário verificar a vazão e salinidade para que a infraestrutura não seja danificada e a topografia favorável, verificando as ombreiras nos limites, assegurando a represa da água na lateral. É perfurada a vala até o substrato rochoso impermeável onde é colocada a lona e edificada uma espécie de muro. As medidas de largura, profundidade e comprimento desta tecnologia dependem de cada região. Terminada a barragem, vem o sangradouro, que escoar o excedente. A barragem guardará a água que penetra possibilitando que o solo fique úmido para plantação, favorecendo a formação de uma ilha verde. É implantado um poço com anéis de cimento e concreto com fundo na terra a uma longitude em torno de cinco metros da barragem e abastecida por essa,

garantido água em períodos de seca. É implantada uma reserva de água na área da produção, onde se guarda água do poço para irrigação.

**Figura 3 - Barragem subterrânea**



Fonte: Pontes (2014).

Conforme Lima, Silva e Sampaio (2011), as barragens subterrâneas executam o papel de armazenar água para o desenvolvimento de uma agricultura de vazante. Esta tecnologia possibilita conservar água de riachos passageiros na terra no decorrer do ano e facilita a formação ou elevação do nível do lençol freático no local em que é barrada e, desta maneira, favorece um terreno mais apropriado para cultivo, possibilitando o abastecimento dos domicílios, forragens e a geração de alimentos.

#### 2.3.4 Tanque de pedra ou caldeirão

De acordo com Souza *et al.* (2013), o uso dos tanques de pedra como uma fonte alternativa de água no semiárido brasileiro não é algo recente, há registro de uso dessa tecnologia desde o século XIX. Dessa forma, as comunidades rurais, que residem adjunto aos tanques de pedra usam estes depósitos com bastante frequência. Esta tecnologia é considerada uma possibilidade eficiente e sustentável para o armazenamento de água. Verifica-se que, em certas situações, os agricultores expandem o volume dos tanques com a edificação de paredes de alvenaria.

O Tanque de pedra ou caldeirão (Figura 4) pode ser definido como uma infraestrutura natural estabelecida em pedreiras de granito. Utiliza-se o cristalino que surge dos terrenos e edifica depósito na pedra. Na região da Bahia existem experiências onde as comunidades adicionam

as fendas da rocha com cimento, ampliando o volume natural do depósito. Esta tecnologia apresenta um custo mínimo e tem um efeito de armazenamento da água de forma surpreendente (OLIVEIRA, A., 2014).

**Figura 4** - Tanque de pedra ou caldeirão



Fonte: Souza *et al.* (2013).

A água armazenada no tanque de pedra é utilizada para o abastecimento doméstico, para o consumo de animais e para a irrigação. A utilização da água deste reservatório possibilita que as famílias pratiquem atividades agrícolas em períodos de escassez hídrica que não seja muito extenso (COSTA, 2013).

### 2.3.5 Bomba d'Água Popular - BAP

A bomba d'água popular apresenta uma maior participação da população civil nos procedimentos de gestão dos recursos hídricos no Semiárido. Esta tecnologia aparece como uma possibilidade de aumentar a disponibilidade de água para o consumo, utilizando-se de maneira racional as águas subterrâneas, aumentando as circunstâncias de subsistência das comunidades rurais. Esta técnica tem como finalidade ser de fácil manuseio, colaborando para a democratização da água. Além de democrático, impede que as pessoas entrem diretamente em contato com água evitando a contaminação da mesma (CARVALHO, D., 2010).

A bomba d'água popular (Figura 5) é utilizada da seguinte forma. Quando girada, a roda puxa um vultuoso volume de água, com uma pequena força física. Pode ser implantada em poços de no máximo 80 metros de profundidade. Nos poços de 40 m, pode puxar até mil litros de água em uma hora. Esta técnica é utilizada em comunidades, sendo de fácil manipulação e de

baixo custo. Quando bem cuidada pode atingir uma durabilidade de, no máximo, 50 anos. A água é utilizada para vários fins como atividades domésticas, geração de alimentos e para o consumo dos animais (OLIVEIRA, Silva, 2013).

**Figura 5 - Bom d'água popular**



Fonte: Instituto regional de pequena agropecuária.

Trata-se de uma estratégia de adequação que torna possível usar a água de poços que seria desperdiçada em virtude de sua profundidade. Dessa forma, como as águas da maior parte dos poços são salgadas, as bombas BAP só devem ser usadas para sistemas de irrigação quando for constada uma baixa salinidade. Desta maneira, pode-se constatar que a água é mais utilizada para dessedentação animal do que para a produção agrícola (VENTURA; GARCÍA; GUALDANI, 2014).

### 2.3.6 Barreiro-trincheira

Conforme Schistek (2012), o Barreiro Trincheira (Figura 6) é considerado um depósito de água estreito e profundo. Para ampliar a capacidade de armazenamento, amplia o comprimento e não a largura. Os Barreiros Trincheiras geralmente apresentam 30 metros de comprimento, 4 metros de profundidade e 5 metros de largura. Provavelmente, seria mais orientado ampliar o volume do que o comprimento. Porém, a concepção geológica não permite, porque, depois de cinco metros de perfuração, depara-se com a rocha dura, impenetrável, mesmo utilizando uma escavadeira hidráulica.

**Figura 6 - Barreiro trincheira**



Fonte: Instituto regional de pequena agropecuária.

No barreiro trincheira existe extravio de água em virtude da evaporação, consequência das suas feições larga e rasa. Esta tecnologia é uma maneira de armazenar água para aquelas pessoas que criam animais, sendo considerada imprópria para o abastecimento humano, pois a água é acessível de forma livre para os animais beberem (SILVA; MEDEIROS; SILVA, 2016).

#### **2.4 Gestão da demanda das águas**

Os três desafios essenciais para uma excelente gestão das águas no semiárido são os seguintes: a diminuição de perdas nos processos de deslocamento; o aperfeiçoamento na eficiência da irrigação e o reuso das águas. A gestão da demanda das águas é fundamental em locais onde se vivem períodos de escassez hídrica (ARAÚJO, C., 2012).

A implantação de um modelo de gestão de águas abrange as medidas políticas, culturais, ambientais e científicas. Os modelos transformam-se com o tempo, como alteram as medidas que os modulam (CAMPOS, 2013).

A água é um recurso essencial à vida e está tornando-se a cada dia mais insuficiente, especialmente no semiárido nordestino que se caracteriza por secas frequentes. Uma maneira de resolver este problema é a Gestão da Demanda de Água - GDA que consiste no uso

eficiente, assegurando água para o futuro, a partir da utilização consciente, no presente (SOARES, 2012).

A oscilação da demanda da população modifica o espaço urbano e rural e conforme o poder aquisitivo das pessoas. Portanto, ainda que a população estabilize-se, existirá ampliação do consumo da água, em virtude de um progresso no padrão social e econômico (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

Assim, a gestão das águas eficiente pode ser implantada a partir de uma política que determine as normas gerais; um modelo de gerenciamento, que determine a sistematização jurídica e formal e um sistema de gerenciamento, que agrupe as ferramentas para o arranjo e realização do planejamento da utilização, preservação das águas e gestão (LANNA, 1999).

A gestão dos recursos hídricos pode ser conceituada como um agrupamento de atividades deliberadas para regularizar a demanda, inspecionar e preservar o precioso líquido, de acordo com a lei e diretrizes vigentes. A gestão apropriada das reservas de água é ainda mais fundamental no semiárido nordestino, onde se verifica baixos índices pluviométricos e uma alta taxa de evaporação que acaba interferindo no volume dos reservatórios (FREITAS, 2012).

Como elemento de produção de bens, há um amplo emprego da água na indústria e na agricultura. Dessa forma, em escala mundial, a agricultura demanda em torno de 69% da água captada, 23% é usada na indústria, e os 8% restante é para o abastecimento doméstico. Já no Brasil, 10% da água é usada para o abastecimento doméstico 20% na indústria e 70% na agricultura (BASSOI; MONEGON JR, 2014).

De acordo com a lei Nº 9.433/97 que dispõe a respeito da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que a gestão dos recursos hídricos tenha como atribuição garantir à atual e as futuras gerações o acesso à água de qualidade e em quantidade para as mais diversas utilizações de maneira integrada e racional, com o objetivo de garantir a sustentabilidade, protegendo e precavendo acontecimentos climáticos provenientes da natureza ou em virtude do uso ineficiente da água. Dessa maneira, a Lei das Águas no Brasil tem como objetivo à gestão sistematizada das águas, procurando incorporar a gestão da água com a gestão ambiental. Portanto, a gestão de recursos hídricos deve, permanentemente favorecer o uso múltiplo das águas, tendo como foco a democracia e a descentralização e o apoio dos usuários, do poder público e das comunidades (BORGES FILHO, 2012).

Segundo Cunha *et al.* (2011), a gestão das águas apresenta amplo desafio que é balancear a demanda dos usuários e a oferta de água. A pressão sobre os recursos hídricos pode ser diminuída a partir da gestão das demandas.

#### 2.4.1 Métodos para estimar a demanda da água para o abastecimento humano

Considerando o consumo dos recursos hídricos nos espaços urbanos, tem-se verificado um aumento cada vez maior na demanda em termos de volume. Este crescimento é consequência da ligação entre dois elementos: o crescente número de residências a serem atendidas e a ampliação do consumo per capita que é referente a um maior poder aquisitivo das famílias (CARMO; DAGNINO; JOHANSEN 2014).

A utilização da água nas residências pode ser classificada em usos internos e externos. O primeiro corresponde às atividades domésticas, tais como cozinhar, lavar roupas e usar o banheiro; ao passo que o segundo corresponde ao consumo da água fora da residência, como manutenção de piscinas e irrigação de jardim (BOTELHO, 2013).

Segundo Rodriguez *et al* (2006) a medida da demanda para o abastecimento urbano em cada município é estimada pela seguinte equação:

$$Q_{m,a} = \sum(P_{m,ay} q_{a,y}) \quad (1)$$

onde:  $Q_{m,a}$  = vazão do consumo para o abastecimento humano urbano na região,  $L d^{-1}$  ;  
 $P_{m,ay}$  = população urbana do município abastecida pelo Sistema Público de Abastecimento de Água, hab;  $q_{a,y}$  = medida “per capita” para o município,  $L hab^{-1} d^{-1}$ .

A quantidade de água demandada por uma população varia de acordo com a existência ou não de abastecimento público, a adjacência da água nas residências, o clima, os costumes da população. Existindo abastecimento público, este é modificado de acordo com a existência de indústrias e de comércios, a qualidade da água e o seu custo. Portanto, o *per capita* (Tabela 1) de uma comunidade é alcançado, dividindo-se o total do consumo hídrico por dia pelo número total da população servida. Outro ponto que deve ser destacado é que para a população flutuante deve adotar o consumo de 100 litros/(habitante/dia) (FUNASA, 2007).

**Tabela 1** - Consumo per capita por faixa de população

População – n° de habitantes	Per capita – L.hab <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>
Até 6.000	de 100 a 150
de 6.000 até 30.000	de 150 a 200
de 30.000 até 100.000	de 200 a 250
Acima de 100.000	de 250 a 300

Fonte: Adaptado de FUNASA, (2007).

Uma das formas para reduzir os desperdícios e ampliar a eficiência, é o uso de aparelhos designados, economizadores de água, tais como chuveiros e lavatórios com volumes fixos de descarga, arejadores, bacias sanitárias de volume reduzido ou com duplo acionamento que pode ser de 3 ou 6 litros. Estas tecnologias atuam com uma menor vazão e impedindo o desperdício em decorrência do mau fechamento de elementos tradicionais, ou seja, possui uma maior eficiência hídrica quando comparados com elementos tradicionais. Portanto, os sistemas economizadores de água apresentam uma redução no consumo, um excelente funcionamento e menor interferência do usuário na economia de água (LIMA, A., 2010).

Conforme Lins (2011), várias medidas vêm sendo desenvolvidas, com o intuito de reduzir a demanda de água para uso doméstico. Dessa forma, para garantir que a água seja utilizada de forma eficiente, é preciso que algumas medidas sejam principiadas, tais como: implantação de aparelhos poupadores de água; métodos de reaproveitamento de água pelos usuários; reutilização de águas não potáveis; armazenamento de água de chuva e medida individualizada da água nas residências.

A instabilidade mensal e anual das chuvas relacionado com a uma política imprópria dos recursos hídricos, a cada ano tem aprofundado os problemas relacionados com a escassez hídrica, especialmente nas comunidades rurais que não tem acesso a água potável (SILVA; ALMEIDA, 2009).

Num intuito de organização, ou seja, para obter o uso mais eficiente da água nos edifícios poderão ser empregadas as seguintes medidas: diminuição de consumos e de perdas, além do uso de águas alternativas (NEVES; MARTINS, 2009).

O uso da água para o abastecimento humano deve-se atender os seguintes elementos, como a economia das cidades, clima, aspectos social e econômico e sociedade futura. Estes elementos são fundamentais para determinar o abastecimento humano (BEZERRA *et al*, 2014).

#### 2.4.2 Agricultura Irrigada

A gestão de demanda da água na agricultura fundamenta-se na utilização dos recursos hídricos de maneira eficiente, manipulação dos processos de preservação do solo e direcionamento aos agricultores, visto que a agricultura é uma prática que precisa ser bem preservada e executada, pois plantações distintas precisam de demandas de água distintas, em decorrência, muitas vezes, das condições climáticas do local (TORRES, 2014).

A irrigação é uma tecnologia de suma importância na produção de alimentos. O intuito da irrigação é viabilizar água às culturas no instante oportuno e no volume apropriado. Com um manejo correto, um método de irrigação necessita favorecer maior eficiência na utilização da água, ampliando a produção das culturas, reduzindo os custos de produção e, por conseguinte, possibilitando um amplo resultado nos investimentos (MOREIRA *et al*, 2012).

Na maior parte das áreas agrícolas irrigadas, a quantidade de água usada é excedente ao necessário para a produção de alimentos. A gestão da demanda de água possibilita uma resposta para dilemas da escassez hídrica, reduz conflitos entre usuários e amplia, equilibra e assegura a produção (FAGGION; OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009).

O planejamento do sistema de irrigação na produção agrícola é essencial, devendo ter como parâmetro a compreensão dos padrões climáticos da região, como também características referentes à cultura, de maneira que se reduzam os riscos de extravio da produção por carência da água e proporcione a utilização racional do precioso líquido. Dessa forma, para que se assegure o sucesso no emprego dos métodos de irrigação, é essencial a compreensão da frequência e da quantidade de água a ser utilizada (KOBAYASHI, 2007).

De acordo com Andrade (2013), a quantidade de água a ser utilizada, através da manipulação da irrigação, é estabelecida com base em indicadores de evapotranspiração do cultivo, do terreno e da plantação, como também no estabelecimento da capacidade de água do solo ou pelo balanço hídrico.

A demanda da água nas plantações modifica de acordo com o estágio de evolução e com as circunstâncias meteorológicas da região. Dessa forma, o manuseamento da irrigação é variável (COELHO; SILVA, 2013).

Conforme Gomes *et al* (2014) a quantidade de água a ser empregada na irrigação ( $V_i$ ), quando o método é colocado em atividade, é estimada por meio da equação:

$$V_i = Kp \cdot \sum_{i=1}^{n=7} E_{TA} \quad (2)$$

sendo:  $V_i$  = é a quantidade de água para a irrigação (mm);  $E_{TA}$  = é a evaporação do Tanque Classe A;  $Kp$  = é o coeficiente do tanque, do qual valor médio é igual a 0,7;

Segundo Gomes (1999), as demandas máximas para um mês  $t$ , em  $m^3$ , calculadas para irrigação de culturas sazonais e perenes, são as medidas a serem consumidas em cada mês  $t$  e para serem calculadas devem ser utilizadas as seguintes fórmulas:

- Para determinar a evapotranspiração de referencia mensal da cultura  $x$  no mês  $t$  e no perímetro  $y$ , é calculada a partir da seguinte equação:

$$Eva_{yt} = C_{yt} \times Ev_{yt} \quad (3)$$

sendo:  $Eva_{yt}$  correspondente a taxa de evapotranspiração de referência no mês  $t$ , no perímetro  $y$  em mm/mês;  $C_{yt}$  é o coeficiente do tanque evaporimétrico, no perímetro  $y$ ;  $Ev_{yt}$  é a taxa de evaporação média mensal, em mm/mês de um tanque evaporimétrico, geralmente do tipo classe A, utilizado no perímetro;  $t$  significa o mês,  $t = 1, \dots, nm$ ;  $nm$  corresponde ao número de meses analisado;

- A evapotranspiração potencial mensal é dada em mm/mês da cultura  $x$ , em um perímetro  $y$  e pode ser calculada a partir da seguinte equação:

$$Evtp_{xyt} = Kc_{xt} \cdot Eva_{yt} \quad (4)$$

onde:  $Kc_{xt}$  - corresponde ao coeficiente de cultivo da cultura  $x$  que retrata a quantidade de água necessária conforme for à etapa de desenvolvimento da cultura.

- A lâmina de irrigação suplementar que a cultura demanda para cada intervalo de tempo do seu ciclo vegetativo corresponde a  $Lirr_{xyt}$ , sendo estimada pela seguinte equação:

$$Lirr_{xyt} = Evt p_{xyt} Pef_{yt} D_{xyt} A_{yt} \quad (5)$$

sendo:  $D_{xyt}$  refere-se à dotação de água à zona radicular da cultura  $x$ , no mês  $t$ , por capilaridade em mm que é resultante do tipo de solo e do nível do aquífero do perímetro  $y$ ;  $A_{yt}$  significa a reserva hídrica no solo no início do mês  $t$  em mm, que depende da quantidade de armazenamento hídrico no solo, no perímetro  $y$ .

- De acordo com FAO (1998), A taxa da precipitação que penetra no solo e continua à disposição das raízes das culturas é a precipitação efetiva no mês  $t$ , no perímetro  $y$ , em mm/mês, na região a ser irrigada, que é calculado para áreas com declividade de 4% a 5% calculada a partir das seguintes equações:

$$Pe_{yt} = (0,8 TP_{yt}) - 25, \text{ se } TP_{yt} \geq 75 \text{ mm} \quad (6)$$

$$Pe_{yt} = (0,6 TP_{yt}) - 10, \text{ se } TP_{yt} < 75 \text{ mm} \quad (7)$$

sendo:  $TP_{yt}$  corresponde à taxa de precipitação no mês em mm/mês em que é verificado no perímetro  $y$ .

- O volume de água a ser captada para cada tipo de cultura  $x$  provém, também, da eficiência do método de irrigação que corresponde a  $Efirr_{xy}$ , no qual é calculado a partir da seguinte equação:

$$Efirr_{xy} = Efme_{xy} EA p_x \quad (8)$$

sendo:  $Efme_{xy}$ , corresponde a eficiência do método de fornecimento hídrico para cada perímetro;  $EA p_x$ , consiste na eficiência de aplicação da irrigação por cultura.

- Para estimar a lâmina mensal de água que é dada por  $Lm_{xyt}$  de irrigação da cultura  $x$ , no mês  $t$  para o perímetro  $y$ , é fornecida pela seguinte equação:

$$Lm_{xyt} = \frac{Lirr_{xyt}}{\left(1 - \frac{Lirr_{xyt}}{A_{yt}}\right) Efirr_{xyt}} \quad (9)$$

- Estimativa das demandas máximas mensais no perímetro y de culturas permanentes:

$$Diper\ max_{yt} = \sum_{x=1}^{xp} (Lm_{xyt} \ A\ max_{xy}) \quad (10)$$

sendo:  $A\ max_{xy}$ , consiste na área máxima irrigável para cada cultura x no perímetro y; e xp corresponde ao número de culturas permanentes.

- Estimativas de consumos máximos mensais no perímetro p das culturas sazonais é calculada através da seguinte equação:

$$Disaz\ max_{yt} = \sum_{x=1}^{xs} (Lm_{xyt} \ A\ max_{xy}) \quad (11)$$

onde: xs significa o número de culturas sazonais.

A escolha do método e sistema de irrigação repercute diretamente na quantidade de água empregada, visto que, cada método proporciona eficiência específica de acordo com a correspondência da água utilizada e demandada pela cultura (ALMEIDA; PEREIRA; ALMEIDA, 2015).

O método de irrigação é uma forma em que a água é direcionada para as plantas. A seleção do mesmo provém de vários elementos como: declividade do solo, o tipo de solo, taxa de infiltração, a planta, sensibilidade da cultura ao molhamento e regularidade e a pluviosidade, temperatura e efeitos do vento. Além disso, a vazão e o volume total de água acessível ao longo do ciclo da cultura devem ser observados (BARRETO, FREITAS; OLIVEIRA, 2009).

As práticas de irrigação em seus vários métodos e sistemas de utilização são essenciais na ampliação da produção de alimentos e no crescimento da agricultura irrigada referente às melhores técnicas de planejamento, gerenciamento e gestão dos recursos hídricos (ARAÚJO, A. 2011).

O manejo da irrigação favorece o emprego da água no instante certo e no volume consumido pela cultura. Este deve ser apropriado aos métodos de irrigação de maneira a alcançar amplas eficiências. No entanto, não adianta possuir um método de irrigação de alta eficiência se o manuseamento da irrigação é falho (COELHO; COELHO FILHO, OLIVEIRA, 2005).

Independente do sistema, a irrigação aparece para assegurar a produção agrícola e impedir prejuízo na produtividade reagindo, desse modo, aos períodos de seca e a irregularidade e os baixos índices pluviométricos. Para assegurar a lucratividade e eficiência na utilização da água, a seleção do sistema deve ser identificada cuidadosamente, analisando as circunstâncias da localidade, tais como qualificação do solo e do terreno, tipo de cultura, clima, fornecimento de água e os elementos sociais e econômicos, assim como as dimensões legais (SILVA *et al*, 2012).

Há várias técnicas de irrigação, sendo que, cada uma apresenta atributos diferentes no que está relacionado ao manejo e a eficiência. Neles se destacam: o uso do método convencional e o de pivô central; método de aspersão, especificamente microaspersão e gotejamento; irrigação localizada e método de superfície (RIDÃO, 2010).

O sistema de irrigação por aspersão é usado na configuração de chuva com evidência para os sistemas: pivô central, deslocamento linha, convencional portátil, semiportátil e fixo e autopropelido. A aspersão necessita de uma menor utilização da mão de obra e permite um ótimo transporte de água sobre a superfície do solo. Além disso, é considerado um sistema com amplo consumo de energia, sofre interferência do vento e em situações de clima seco e quente, em virtude a elevada evaporação, sua eficiência é afetada (MAROUELLI; SILVA, 2011).

O Método de irrigação por gotejamento subsuperficial possui uma ampla eficiência, levando em consideração o emprego de pequenos volumes de água com os gotejadores situados embaixo da superfície do solo, com as taxas de descarga em espaço equivalente aos utilizados na irrigação superficial (KUNZ; ÁVILA; PETRY, 2014).

Para racionalização da demanda de água, é imprescindível o uso dos sistemas mais eficientes, no propósito do emprego consciente e cauteloso da água. Assim sendo, sugere a irrigação localizada, por ser uma das formas mais eficiente de utilização da água para as culturas, com ênfase para a irrigação por gotejamento. O benefício desse sistema é visto devido a irrigação ser executada diretamente na região radicular, em baixas vazões e ampla frequência, conservando o volume de água em nível ideal (LUDWIG, 2012).

Na Produção de hortaliças ou de frutas são usados métodos mais eficientes de irrigação que aumenta a produtividade e reduz a utilização da água, nessas culturas são empregados métodos de irrigação por gotejamentos diretamente no pé de cada planta (SILVA, P., 2015).

Ao fixar o porte da localidade irrigada, o agricultor, que utiliza os sistemas de irrigação com a utilização da água recolhida da chuva, pode analisar o potencial de captação e de armazenamento desta água. Portanto, deve-se levar em consideração os seguintes elementos: o volume do setor de captação da água da chuva e a pluviosidade média da região em medidas de oferta de água e o volume de água da chuva que necessita ser recolhida e guardada na tecnologia social hídrica (SANTOS *et al*, 2012).

#### 2.4.3 Piscicultura

A prática de piscicultura precisa ser bem planejada, pois precisam ser verificadas as circunstâncias da localidade para que se possa observar aquelas que são favoráveis como as restritivas, sendo de fundamental importância levar em conta os aspectos hídricos e do solo. A área selecionada para a implantação da prática não deve sofrer influência dos rios durante as cheias. É preciso ser acessível e beneficiar a implantação de barragem e tanques com o mínimo de custo. A água precisa ser de boa qualidade, sem poluição e ter manutenção regular. Recomenda-se que a nascente do igarapé, a ser retida, fique na área do próprio terreno. A concentração de oxigênio diluído na água precisa ser de 6 a 8 mg/l (FGV, 2003).

Na Paraíba, vem se expandindo a piscicultura intensiva com o uso de tanques-rede nos reservatórios do Estado. Dessa forma, a piscicultura possibilita a criação de emprego e renda para os agricultores, sobretudo nas regiões secas, onde o homem sofre com a escassez hídrica e os reservatórios tornam-se a única fonte de água (SHIGUEAKI INADA, 2007).

Os viveiros sazonais são preponderantemente dependentes da água da chuva para seu abastecimento, de maneira direta ou indireta, seja por aumento do lençol freático ou captação da água em rios temporários. A permanência do ciclo de produção é consoante com cada local, dependendo da diminuição das chuvas e do tipo de solo no qual os viveiros e/ou barragens foram implantados. Dessa forma, a água da chuva é essencial para regeneração e conservação da qualidade da água nas condições permitidas nos viveiros, sendo considerado um fator decisivo para o desenvolvimento dos peixes e duração do ciclo produtivo (RODRIGUES *et al*, 2015).

A piscicultura depende do uso da água, do solo e dos animais aquáticos para a produção, raramente alcança uma produção suficiente do ponto de vista comercial, sem ocasionar modificações expressivas no meio ambiente. Estas consequências podem ser tanto indiretas,

quando se emprega a água de lagos, rios e nascentes para a implantação de viveiros escavados no método de produção semi-intensivo; quanto diretas, quando os peixes são gerados em tanques-rede no método de produção intensivo. Dessa forma, a referida atividade é ambientalmente impactante, sendo preciso uma normalização ambiental (DOTTI; VALEJO; RUSSO, 2012).

Conforme Schwartzman *et al.*, (2010) o consumo da água para a execução da piscicultura pode ser estimado da seguinte forma, o demandante identifica o volume dos tanques a serem abastecidos e a lâmina de água a ser condicionada para a execução da atividade, além disso, o demandante identifica informações relacionadas à atividade da piscicultura a ser desenvolvida, ou seja, suas etapas, espécies de animais, quantidades, entre outras, que possibilitem o uso racional da água. O consumo de água na piscicultura poderá ser alcançado a partir da seguinte equação:

$$Q_{dem} = A \times N \quad (12)$$

onde:  $Q_{dem}$  = é vazão demandada ( $m^3/s$  ou  $m^3/h$ );  $A$  = área de lâmina d'água dos tanques (ha);  $N$  é a necessidade mínima de água por hectare ( $m^3/h$ . ha).

Faria *et al* (2013) destaca três tipos de produção de peixes denominadas como: monocultivo, nesse tipo de produção uma única espécie é produzida no viveiro e, normalmente, esse tipo de criação é empregado nos métodos intensivo e superintensivo, tendo como ponto negativo para este tipo de produção o excedente dos alimentos naturais não utilizados pela espécie selecionada; o policultivo, são permitidas de duas ou mais espécies de práticas alimentares diferenciadas e é a atividade mais empregada em cultivos semi-intensivos e extensivos; e, por fim, o consórcio que corresponde à produção de peixes agregada com diferentes espécies de animais ou com vegetais.

No sistema extensivo, a quantidade de alevinos por unidade de área é pequena, a alimentação é limitada ao alimento natural e não ocorre monitoramento sobre a reprodução. A piscicultura é desenvolvida em reservatórios de pequenos ou grandes portes, naturais ou artificiais. Os depósitos são implantados, na grande maioria dos casos para outros fins, como para energia elétrica, guardar água para irrigação, para bebedouro de animais, etc. (WAMBACH, 2012).

No sistema intensivo, os viveiros são particularmente implantados para produzir peixes, há manejo completo do fornecimento e drenagem da água, o criador realiza adubação e calagem, alimenta os peixes com ração equilibrada e faz a substituição hídrica (GUIMARÃES, 2012).

Nos sistemas semi-intensivo, são implantados viveiros específicos para a produção comercial possibilitando manejo sobre o fornecimento e escoamento da água. São empregadas a calagem e a fertilização para o acréscimo do alimento natural, dessa forma, a água toma um aspecto suavemente esverdeada associada com o abastecimento frequente de ração balanceada e manejo da qualidade da água. É frequente o uso de duas ou mais espécies com costumes alimentares diferenciados e, de acordo com a espécie, a qualidade de ração, grau de fertilização etc. (FARIA *et al*, 2013).

O Sistema superintensivo ocorre com grande renovação de água nos tanques, a densidade de estocagem não é estimada em  $m^2$ , mas em  $biomassa/m^3$ . A ração pode ser nutricionalmente completa e se equilibrar na água, pois é a fundamental fonte de alimento (WATANABE *et al.*, 2007).

Para quantificar a quantidade de peixes adequada para habitar um viveiro dependerá do tipo de cultivo. No quadro 1 está destacada as características de cada sistema de criação de peixe relativo a renovação de água, densidade, tipo de criação e produtividade (GUIMARÃES, 2012; FARIA *et al*, 2013) .

**Quadro 1 - Características dos tipos de cultivos de peixes**

CARACTERÍSTICAS	EXTENSIVO	SEMI-INTENSIVO	INTENSIVO	SUPER-INTENSIVO
<b>Renovação de água</b>	Não existe renovação de água	De 1% a 5% da capacidade total do viveiro ao dia em 24 horas	De 5% a 10% da capacidade total do viveiro ao dia em 24	Mínimo de uma renovação total por hora
<b>Densidade</b>	Aproximadamente de 1 peixe/ $5m^2$ de lâmina d'água	1 peixe/ $m^2$ de lâmina d'água	Acima de 3 peixes/ $m^2$ de lâmina d'água	Acima de 70 peixes/ $m^3$
<b>Tipo de criação</b>	Policultivo	Mono ou Policultivo	Monocultivo	Monocultivo

<b>Produtividade</b>	Cerca de 1.000 kg/ha/ano. 1 peixe/m <sup>2</sup>	8.000 a 10.000 kg/ha/ano. 1 peixe/m <sup>2</sup>	Acima de 20.000 kg/ha/ano. De 1 a 3 peixes/m <sup>2</sup>	Acima de 70 kg/m <sup>3</sup> /ciclo de produção. 300 peixes/m <sup>3</sup>
----------------------	---	---	---	--

Fonte: Adaptada de Faria *et al.*, (2013); Guimarães (2012).

De acordo com Faria *et al.*, (2013), o Brasil apresenta várias espécies de peixes de água doce com potencial para a piscicultura, com evidência para as seguintes criações de peixes: tambaqui, tambacu e pacu, que juntos totalizam 24,6% da criação nacional. Todavia, a tilápia e a carpa, que são classificadas como espécies exóticas, representam 63,4% da produção no Brasil. Cada espécie de peixe apresenta um tempo específico para o abate, conforme pode ser observado na tabela 2.

**Tabela 2** - Tipos de peixes e o peso ideal para a comercialização

<b>Tipo de peixes</b>	<b>Quantidade de meses para o abate</b>	<b>Peso ideal para fins comercial</b>
Tilápia	9	600g
Carpa	12	Acima de 1 Kg
Tambaqui	12	Acima de 1 kg.

Fonte: Adaptada Faria *et al.*, (2013).

Inicialmente, os peixes que foram inseridos na região Nordeste foram o piau e a curimatã-pacu. Já a tilápia do Nilo foi inserida em 1971, sendo uma espécie originária da costa do Marfim e considerada uma das espécies mais cultivadas nos reservatórios, tanto na forma extensiva como em tanques-rede ou em viveiros escavados (BRITO, 2008).

Em decorrência da grande flexibilidade, as modificações ambientais, seu aumento na taxa de reprodução e desenvolvimento populacional, bem como sua disposição de cultivo, tem tornado a tilápia do Nilo um essencial modelo zootécnico da piscicultura regional e nacional. Entretanto, os mesmos atributos que tornam a tilápia atrativa para a pesca e a aquicultura, fazem-na também uma espécie invasora bem sucedida com enorme potencial para causar sérias consequências ambientais nos ecossistemas aquáticos do semiárido brasileiro. Todavia, os benefícios da inserção e do cultivo de tilápias no nordeste brasileiro têm sido fundamentados na possibilidade de ampliação que a tilápia pode ocasionar na produção

pesqueira, sendo por isso considerada uma essencial fonte de proteína animal, de criação de emprego e de renda (DIAS, 2006).

A criação de tambaqui em viveiros, sem manutenção da água, obriga o piscicultor a planejar, de maneira mais adequada, todas as suas práticas de manuseio da qualidade da água em função de uma aptidão da ampla carga orgânica originária do metabolismo dos peixes e dos restos alimentares. Também, esta conjuntura faz com que o resíduo criado seja limitado ao instante da despesca, possibilitando a redução de consequências ao meio ambiente (SILVA; CARNEIRO, 2007).

O Pacu e o Tambaqui são espécies que tem estimulado o empenho para a piscicultura, em virtude do alto valor comercial, adequação à alimentação artificial, além disso, pela praticidade de adquirir larvas por meio da reprodução induzida e por proporcionar uma ótima taxa de desenvolvimento (MELO; STIPP, 2001).

#### 2.4.4 Pecuária

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade para o consumo na pecuária tem representado uma apreensão aos produtores rurais em decorrência da escassez hídrica. Portanto, os riscos de criar animais nesses locais tem se fortalecido em lugares onde o agrupamento de animais por unidade de área é alta (PALHARES; GUIDONI, 2012).

Segundo Rodriguez (2006), a vazão do consumo da água para o abastecimento é estimada pela equação:

$$Q_{m,a} = \Sigma(P_{m,ay} q_{a,y}) \quad (13)$$

sendo:  $Q_{m,a}$  = medida do consumo para o abastecimento animal da região,  $L d^{-1}$ ;  $P_{m,ay}$  = quantidade de cabeças do rebanho (cab) para cada espécie animal na região, cab (adquirido no censo agropecuário do IBGE);  $q_{ay}$  = medida “per capita” para cada espécie animal,  $L d^{-1} cab^{-1}$ .

De acordo com Palhares (2013), os aspectos que influenciam a quantidade de água consumida pelos animais variam de acordo com a genética, idade, peso, tipo e o tamanho dos animais. Destacam-se também os elementos zootécnicos que influenciam na utilização da água pelos

animais, tais como a dieta, ingestão de matéria seca e sal, taxa de ganho de peso e a produção de leite.

A prática da pecuária intensiva é consumidora direta de água. Além da água utilizada para dessedentação, precisa-se calcular a água usada para o asseio dos animais, higiene dos alojamentos e monitoramento térmico do espaço. A produção industrial de aves e suínos é inteiramente confinada e com um enorme impacto, tanto na ingestão de água como na geração de excrementos. Contabiliza-se que 10 % dos rebanhos bovinos são produzidos em métodos intensivos onde são utilizados uma enorme quantidade de água (FRAIHA, 2006).

A geração de alimentos de origem animal, tais como: carne, leite e ovos demandam um planejamento adequado da utilização do recurso hídrico, em particular quando é decorrente do aproveitamento da água das chuvas. Portanto, prever práticas para um uso conciliável com a produção, é essencial para assegurar a manutenção dessas atividades, tidas como tradicionais e vocacionais, em ambientes rurais estabelecidos no semiárido (SANTOS *et al*, 2012).

A pecuária usa os recursos hídricos para dessedentação de animais e essa prática modifica a qualidade das águas oriundas do derramamento de águas transportadas. Também para abastecer a prática pecuarista, enormes volumes de água são usados na geração de rações, manutenção e pastagem para produção de animais com finalidades comerciais (OLIVEIRA, Santos, 2011).

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Para alcançar os objetivos propostos na pesquisa foi necessário especificar os materiais e métodos que foram usados com o propósito de atingir os resultados do referido estudo.

#### **3.1 Método**

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 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.

#### **3.2 Tipo de pesquisa**

Para o desenvolvimento da pesquisa, preferiu-se trabalhar com o método dedutivo, porque parte do geral para se chegar ao particular. O material coletado e as verificações dos resultados foram estruturados na forma de monografia.

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.

### **3.3 Quanto à abordagem**

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.

#### **3.3.1 Quanto à descrição da análise**

Para colocar em prática os objetivos específicos propostos, foi realizada, inicialmente uma pesquisa bibliográfica e exploratória para compreender os conceitos a respeito do uso eficiente da água e levantar as principais tecnologias de captação da água da chuva presente na região.

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 enfretamento 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.

### 3.4 Descrição da área de estudo

#### 3.4.1 Sub-bacia do Alto Piranhas

A unidade de planejamento hidrológico (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 km<sup>2</sup> (ANA, 2014). Está situada 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 bacia do Rio Piancó ao Sul e a Leste, com a bacia do Rio do Peixe ao Norte, com o Médio-Piranhas a Nordeste e com o Estado do Ceará a Oeste. O Rio Piranhas exibe 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).

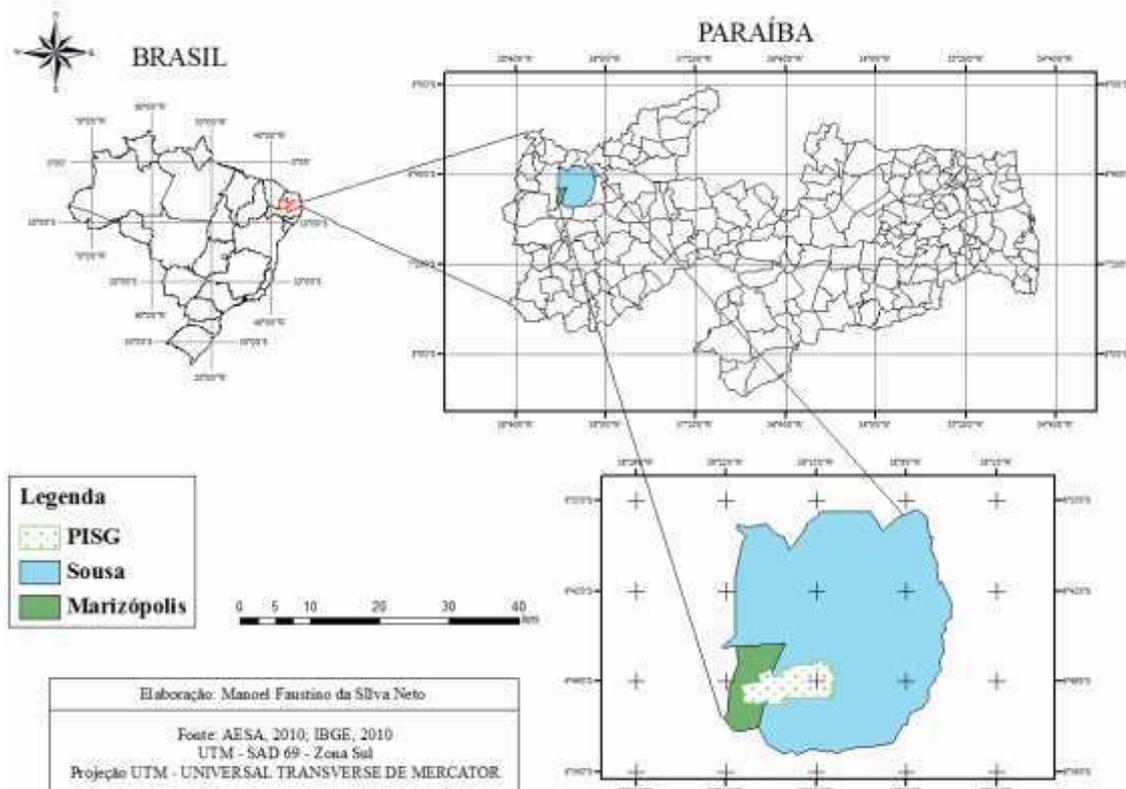
Esta apresenta uma cobertura vegetal do tipo xerófito e uma vegetação da caatinga, já o clima semiárido se caracteriza por altas temperaturas e chuvas de verão. No tocante à temperatura da sub-bacia as que são registradas nas estações meteorológicas de São Gonçalo e Sousa, apresenta uma média mensal 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).

#### 3.4.2 Descrição do Perímetro Irrigado de São Gonçalo

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo (Figura 7) está localizado na 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 prevaletentes 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 7 - 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 reservado para o pequeno agricultor, repartidas em 452 lotes com área média de 4,28 ha; 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 m<sup>3</sup> e 44.600.000 m<sup>3</sup>, respectivamente. Os métodos de irrigação usados são: área por superfície por gravidade e área por microaspersão. 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 é através do açude de 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 m<sup>3</sup>/s, já o canal Sul tem 10,14 km de extensão e vazão de 2,4 m<sup>3</sup>/s. Os locais irrigados por aspersão estão conjecturados 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 três anos, vem enfrentando períodos de seca. Em decorrência disso e, em virtude do uso ineficiente da água o açude de São Gonçalo que possui um volume de água de 44.600.000 m<sup>3</sup>, 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.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 População do Perímetro Irrigado de São Gonçalo

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.

**Tabela 3** - População do Perímetro Irrigado de São Gonçalo e a quantidade de famílias

<b>Característica</b>	<b>População</b>	<b>Família</b>	<b>Média de pessoas por família</b>
NÚCLEO I	2212	640	3,5
NUCLEO II	2040	581	3,5
NUCLEO III	1100	264	4
SÃO GONÇALO	2.510	695	3,6
<b>TOTAL</b>	<b>7.862</b>	<b>2.180</b>	<b>4</b>

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

A Tabela 3 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.

#### 4.1.1 Produção Agrícola e Irrigação

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo de 2012 a 2016 apresentou um decréscimo no cultivo de culturas, conforme pode ser observado na Tabela 4. A maior queda já registrada foi em 2016, quando comparado com o ano de 2012, verificou-se uma queda de 1.694,33 ha das áreas cultivadas. Hoje, em decorrência dos 4 anos de estiagem, a única cultura que ainda é produzida é o coco.

**Tabela 4 - Culturas cultivadas no Perímetro Irrigado de São Gonçalo de 2012 a 2016**

<b>Culturas</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2012</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2013</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2014</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2015</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2016</b>
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
<b>Total</b>	<b>1724,33</b>	<b>1244,84</b>	<b>854,8</b>	<b>61,1</b>	<b>30</b>

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 5 mostra a quantidade de áreas destinadas para o cultivo de culturas sazonais ou as denominadas áreas de sequeiro. Essas áreas vêm diminuindo desde o ano de 2012, visto que era plantado uma área total de 195 ha sofrendo uma queda de 58,97% quando se comparada a 2016.

**Tabela 5 - Área de Sequeiro**

<b>Cultura</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2012</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2013</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2014</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2015</b>	<b>Área cultivada (ha) em 2016</b>
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
<b>Total</b>	<b>195</b>	<b>217</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>80</b>

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 microaspersão está sendo substituído, já corresponde atualmente 16,12%, por ser considerado um sistema eficiente quando comparado com o sistema por inundação (DNOCS, 2016).

#### 4.1.2 Piscicultura

O sistema de cultivo 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.

#### 4.1.3 Pecuária

O Perímetro Irrigado de São Gonçalo em 2014 apresentava uma ótima produtividade ligada à pecuária. A Tabela 6 mostra a quantidade de animais que eram criados no ano supracitado.

**Tabela 6** - 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
<b>TOTAL</b>	<b>1.666</b>	<b>4.765</b>	<b>1.627</b>	<b>321</b>	<b>8.058</b>

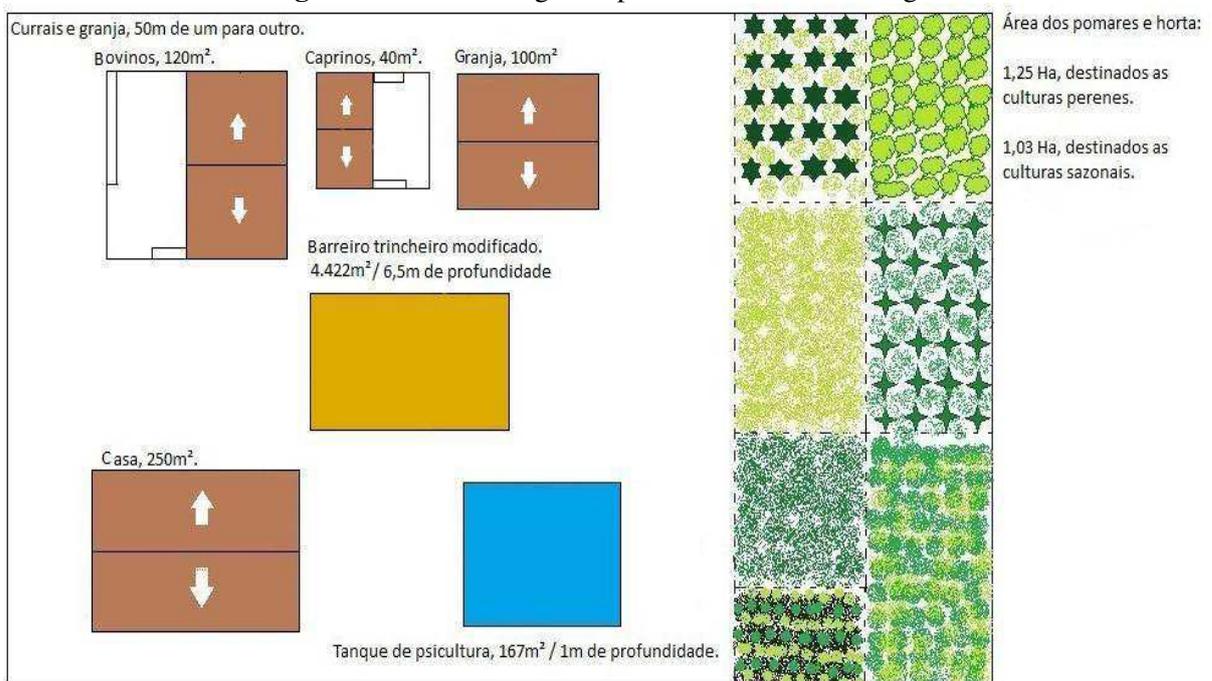
Fonte: SEDAP, dados da pesquisa 2016.

Observa-se que o Núcleo II se destaca como uns dos maiores produtores de bovinos, ovinos e caprinos, no entanto o núcleo urbano denominado de São Gonçalo é o que apresenta uma menor quantidade de animais quando se compara com os núcleos habitacionais.

## 4.2 Proposta de um Modelo Gestão para uso eficiente da água

O modelo proposto apresenta uma área média de 4,28 ha (Figura 8), 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 m<sup>2</sup> com uma média de 5 pessoas. Para a atividade de pecuária, é destinada uma área de 260 m<sup>2</sup> onde serão criados bovinos e frangos, no sistema de confinamento; já os caprinos serão criados no sistema semi-intensivo. Para o desenvolvimento da piscicultura será destinada uma área de 167 m<sup>2</sup>. É proposto também o cultivo de culturas perenes, sazonais e uma horta, sendo destinada uma área de 31.155 m<sup>2</sup>.

**Figura 8 - Modelo de gestão para o uso eficiente da água**



Fonte: dados da Pesquisa (2016).

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.

### 4.2.1 Abastecimento Humano

Na tabela 7 está demonstrada a estimativa da demanda de água levando em consideração uma família com uma média de 5 pessoas.

**Tabela 7 - Estimativa da demanda de água para o consumo humano**

<b>DEMANDA DE ÁGUA PARA O CONSUMO HUMANO</b>	
Quantidade média de pessoas no lote (hab.)	5
Cota per capita (litro/hab./dia)	125
Demanda de Água para o Abastecimento humano (m <sup>3</sup> /ano)	228,125
Demanda de Água para o Abastecimento humano em m <sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/ano, fazendo uma projeção para 3 anos de consumo, esta família irá consumir 684,375 m<sup>3</sup> de água, conforme está representado na Tabela 7.

#### 4.2.2 Demanda da água para Irrigação

Para o modelo em estudo, a área destinada para irrigação de culturas é de 3,12 ha para o cultivo de culturas perenes e sazonais, 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.

Com base no coeficiente de cultivo (Tabela 8), 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. 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, 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 8 mostra o calendário anual para culturas perenes e sazonais com seus respectivos coeficiente de cultivo.

**Tabela 8** - 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
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; 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 a evaporação média mensal e a precipitação média mensal do perímetro, como pode ser observada nas tabelas 9 e 10, respectivamente.

**Tabela 9** - 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 10** - 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 11 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 11** - Demanda de água para as culturas perenes e sazonais

<b>Culturas Perenes</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>/ano)</b>
Coco	4527,63
Maracujá	3714,18
Uva	2879,62
Caju	2879,62
<b>Total</b>	<b>14.001,04</b>
<b>Culturas sazonais</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>/ano)</b>
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
<b>Total</b>	<b>4.866,11</b>
<b>Horta</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>)</b>
Alface (es)	1140,78
Cebola (es)	1822,52
Repolho (es)	1309,74
Pimentão (es)	2022,54
<b>Total</b>	<b>6.295,58</b>
<b>Demanda Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>25.162,74</b>

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 11 que a demanda total estimada para as culturas perenes, sazonais e a horta é 25.162,74 m<sup>3</sup> de água.

#### 4.2.3 Demanda de água para a Piscicultura

A Tabela 12 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 774,88m<sup>3</sup>/por ano, ao fazer uma projeção para 3 anos, a estimativa é de 2.324,64 m<sup>3</sup>. A demanda de água para a renovação é de um 1% ao dia, que corresponde a 1,67m<sup>3</sup> 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 12 - Demanda de água para piscicultura**

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

#### 4.2.4 Demanda de água para a pecuária

Para a prática da pecuária, é destinada uma área de 260 m<sup>2</sup> onde será desenvolvida atividade de criação de bovinos, caprinos e frangos. A Tabela 13 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 13 - Demanda da água para a pecuária**

<b>CATEGORIAS</b>	<b>NÚMERO DE CABEÇA</b>	<b>PESO MÉDIO (Kg)</b>	<b>CONSUMO DE ÁGUA (litros/cabeça)</b>	<b>CONSUMO (litro/dia)</b>	<b>CONSUMO (m<sup>3</sup>/ano)</b>
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

Fonte: Dados da Pesquisa (2016).

Para a criação de bovinos, é sugerido o confinamento a céu aberto. Consiste em um curral a céu aberto de 120 m<sup>2</sup> com capacidade de abrigar 5(cinco) bovinos, conforme pode ser observado na Figura 8.

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, bebedorouro, 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 m<sup>2</sup> 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 13, sendo 9 cabras e um reprodutor. Será destinada uma área de 40 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> com capacidade para 100 frangos, sendo 94 galinhas e 6 galos. O consumo de água do aviário será de 8,3m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup> 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.

#### 4.2.5 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 trincheira modificado. A Tabela 14 apresenta o volume de água que este tipo de barreiro necessita para suprir as demandas de água para um período de 3 anos.

**Tabela 14** - Barreiro trincheira modificado

<b>Setores da água</b>	<b>Demandas</b>
Demanda de Água para o Abastecimento humano em m <sup>3</sup> para 3 anos	684,375
Demanda para a Piscicultura m <sup>3</sup> em 3 anos	2.324,64
Demanda para a pecuária m <sup>3</sup> em 3 anos	194,66
Demanda para a irrigação m <sup>3</sup> no período de chuva muito seco	25.163

Volume de água descartado da Piscicultura para Irrigação (m <sup>3</sup> )	609,55
Demanda Total (m <sup>3</sup> )	28.366
Precipitação anual mm	725,9
Aresta da Área de um barramento trincheira (m)	66,5
Área (m <sup>2</sup> ) de um barramento trincheira	4.422
Profundidade (m)	6,5
Volume do barreiro trincheira modificado (m <sup>3</sup> )	28.745

Fonte: dados da pesquisa (2016).

O barreiro trincheira modificado 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 14 é de 28.745 m<sup>3</sup>, 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. 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.

## 5 CONCLUSÃO

De acordo com os dados e os métodos utilizados de estimação da demanda de água no Perímetro de Irrigação 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 microaspersão 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 m<sup>2</sup> com uma média de 5 pessoas; para o

desenvolvimento da atividade de agricultura irrigada é destinada uma área de 31.155 m<sup>2</sup> para o cultivo de culturas perenes e sazonais. A pecuária será desenvolvida em uma área de 260 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup>.

As demandas de água para irrigação foram estimadas considerando as características das culturas que 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 m<sup>3</sup> 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 assegura água em qualidade e quantidade suficiente para o lote.

### **5.1 Recomendações para trabalhos futuros**

Levando em consideração a proposta do modelo de gestão para o uso eficiente da água e equalização dos efeitos da seca, é necessário que em próximas pesquisas sejam levantados os seguintes pontos:

- Contabilizar os custos e os lucros da implantação do modelo proposto para averiguar a viabilidade econômica;
- Identificar as formas de financiamento e de acompanhamento técnico presentes para que o pequeno agricultor possa implantar o modelo de gestão proposto;
- Identificar os impactos positivos e negativos socioambientais que a implantação do modelo de gestão irá trazer para o Perímetro Irrigado de São Gonçalo;
- Analisar a água para verificar a qualidade ambiental da mesma.

## REFERÊNCIAS

- 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](http://www2.ana.gov.br/Paginas/imprensa/noticia.aspx?id_noticia=12683)>. Acesso em: 26 jan. 2016.
- AGENCIA NACIONAL DAS AGUAS - ANA. **Plano dos Recursos Hídricos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu**. Brasília: ANA, 2014, 312 p. Disponível em: <<http://piranhasacu.ana.gov.br/produtos/sinteseDiagnostico.pdf>>. Acesso em: 29. Jul. 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.
- ALMEIDA, C. D. G.C; PEREIRA, A. D. P; ALMEIDA, B. G. Gestão da água na verticalização da produção de alimentos. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DAS ÁGUAS, 8., 2015, [Recife]. **Anais eletrônicos...**[Recife]: UNICAP, 2015. Disponível em: <[http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wp-content/uploads/2013/06/Ceres-Duarte-Guedes-Cabral-de-Almeida1-ufrpe-Trabalho\\_2073004970.pdf](http://www.unicap.br/encontrodasaguas/wp-content/uploads/2013/06/Ceres-Duarte-Guedes-Cabral-de-Almeida1-ufrpe-Trabalho_2073004970.pdf)>. Acesso em: 26. Maio. 2016.
- ALVES, D. F. S. et al. Análise do processo de armazenamento de água de chuva em cisternas de placas e sua utilização no município de Tavares, estado da Paraíba. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Tocantins. **Anais eletrônicos...** Tocantins: IFTO, 2012. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/view/2441/1820>>. Acesso em: 5 mar. 2016.
- ANDRADE, I. P. S.. **Manejo da irrigação na cultura da figueira (ficus carica L.) utilizando o balanço de água no solo**. 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2013. Disponível em: <[http://www.ia.ufrj.br/cpacs/arquivos/teses\\_dissert/339\\_\(ME-2013\)\\_Irineu\\_Pedro\\_de\\_Sousa\\_Andrade.pdf](http://www.ia.ufrj.br/cpacs/arquivos/teses_dissert/339_(ME-2013)_Irineu_Pedro_de_Sousa_Andrade.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2016.
- ARAÚJO, D. C. A. **Indicadores de desempenho aplicados a projetos públicos de irrigação: distrito de irrigação curaçá I, BA**. 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em irrigação e drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. Disponível em: <[http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag/DISSERTACOES\\_E\\_TESSES\\_PPGEA/DISSERTA%C7%C3O/IRRIGA%C7%C3O/2011/DANTE.pdf](http://www.deag.ufcg.edu.br/copeag/DISSERTACOES_E_TESSES_PPGEA/DISSERTA%C7%C3O/IRRIGA%C7%C3O/2011/DANTE.pdf)>. Acesso em: 01. 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-content/themes/insa\\_theme/acervo/recursos-hidricos-II.pdf](http://www.insa.gov.br/wp-content/themes/insa_theme/acervo/recursos-hidricos-II.pdf)>. Acesso em: 26. Maio. 2016.

ARAÚJO, J. G. F.. **A importância da construção de cisternas de placas no sítio pedra atravessada município de Desterro-PB**. 2014. 79f. Monografia (Licenciatura em Ciências Exatas) - Universidade Estadual da Paraíba, Patos, 2014. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/6592/1/PDF%20-%20Jos%C3%A9%20Genilson%20Ferreira%20Ara%C3%BAjo.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 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.

AZEVEDO, R. C. M. **Uso de tecnologias sociais para adequação da qualidade da água armazenada em cisternas para consumo humano**. 2014. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2014. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/ppgecam/images/documentos/Dissertacoes/dissertao%20ramona%20conceio%20moreira%20de%20azevedo.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, [Bela Vista Macaé –RJ], v. 1, n. 4, Jan/Jun. 2008. Disponível em: <[http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed\\_O\\_Desafio\\_Do\\_Desenvolvimento\\_Sustentavel\\_Gi sele.pdf](http://www.fsma.edu.br/visoes/ed04/4ed_O_Desafio_Do_Desenvolvimento_Sustentavel_Gi sele.pdf)>. Acesso em: 04. Jun. 2016.

BARBOSA, L. B. et al. A importância da cisterna calçadão na agricultura familiar em um município do semiárido paraibano. 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\\_SA3\\_ID891\\_29102015172713.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/TRABALHO_EV044_MD4_SA3_ID891_29102015172713.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2016.

BARBOSA, M. S; KRAVETZ, M. C. Gestão ambiental na administração pública. **Revista Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S.L], v. 3, n. 2, p. 6-20, jun/dez, 2013. Disponível em: <<http://www.grupouninter.com.br/revistameioambiente/index.php/cadernomeioambiente/article/view/167/111>>. Acesso em: 27 mar. 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.

BARRETO, L. V.; FREITAS, A. C. S.; OLIVEIRA, M. S. C.. Panorama da irrigação no Brasil. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, Enciclopédia Biosfera n.7, 2009. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2009/panorama.pdf>>. Acesso em: 05. Jun. 2016.

BASSOI, L.; MONEGON JN, N.. Controle ambiental da água. In: PHILIPPI, A; ROMÉRIO, M. A.; BRUNA, G. C., **Curso de gestão ambiental**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.

BEZERRA, A. N. et al. Agenda ambiental na administração pública- a3p: um estudo em instituições sediadas em Fortaleza- CEARÁ. ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 17., 2015,[S.L]. **Anais eletrônicos...** [S.L]: FEA/USP, 2015. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/374.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

BEZERRA, J. R. R. et al. Análise da estimativa da demanda de abastecimento humano da grande João Pessoa. SIMPÓSIO DE RECURSOS HIDRÍCOS DO NORDESTE, 12, 2014, Natal. **Anais eletrônicos...** Natal: ABRH e UFRN, 2014. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br/xiisrhn/anais/papers/PAP018349.pdf>>. Acesso em: 02. 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\\_opt.pdf](http://www.ianas.org/books/aguas_do_brasil_Final_02_opt.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2016.

BORGES FILHO, E. F. A. **Acesso e gestão da água em situação de escassez: implantação de tecnologias sociais simples de captação e armazenamento de água no alto trecho da bacia do rio pajeú, Pernambuco**. 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) - Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/10571/ACESSO%20E%20GEST%C3%83O%20DA%20%C3%81GUA%20EM%20SITUA%C3%87%C3%83O%20DE%20ESCA SSEE%20IMPLANTA%C3%87%C3%83O%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

BOTELHO, G. L. P. **Avaliação do consumo de água em domicílios: Fatores intervenientes e metodologia para setorização dos usos**. 2013. 197f. Dissertação (Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013. Disponível em: <[https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/14058/1/2013\\_Botelho\\_G\\_Avaliacao%20do%20consumo%20de%20agua%20em%20domicilios.pdf](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/14058/1/2013_Botelho_G_Avaliacao%20do%20consumo%20de%20agua%20em%20domicilios.pdf)>. Acesso em: 30 mar. 2016.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B. Produção de alimentos com água de chuva armazenada em cisternas. In: FURTADO, D. A. et al. **Tecnologias adaptadas para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro**. Campina Grande: EPGRAF, 2014. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br/wp-content/uploads/2014/03/desenvolvimento.pdf>>. Acesso em: 6 Jun. 2016.

BRITO, W. O. **Outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos na piscicultura**: o caso do reservatório acauã-PB. 2008. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008. Disponível em: <[http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public\\_397.pdf](http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_397.pdf)>. Acesso em: 30 abr. 2016.

CAMPOS, J. N. B. A gestão integrada dos recursos hídricos: Uma perspectiva histórica. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, [Bahia], v. 1, n. 1, p. 111-121, 2013. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7109/4881>> . Acesso em: 01. Jun. 2016.

CARMO, R. L. DAGNINO; R. S; JOHANSEN, I. C. Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil. **Revista brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro: v. 31, n.1, p. 169-190, jan./jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v31n1/10.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

CARVALHO, L. D. **Ressignificação e reapropriação social da natureza**: práticas e programas de convivência com o semiárido no território de Juazeiro – Bahia. 2010. 342f. Tese (Doutorado em Geografia) - Núcleo de Pós- Graduação em Geografia e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2010. Disponível em: <<http://www.fundaj.gov.br/geral/observanordeste/livros-e-teses/tesedoutorado-luzineidedourado.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

CARVALHO, S. B.. **Técnicas de uso sustentável da água: sistemas alternativos de abastecimento de água em comunidades rurais na chapada do Araripe-CE**. 2013. 112f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável) - Centro de pesquisa e pós-graduação do semiárido, Universidade Federal do Ceará, Campus do Cariri, Juazeiro do Norte-CE, 2013. Disponível em: <<http://proder.ufca.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2016/04/19.pdf>> . Acesso em: 27 mar. 2016.

COELHO, E. F; COELHO FILHO, M. A; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Revista Bahia Agríc.**, [S.L], v.7, n.1, set. 2005. Disponível em:<[http://www1.ufrb.edu.br/neas/images/Artigos\\_NEAS/2005\\_3.pdf](http://www1.ufrb.edu.br/neas/images/Artigos_NEAS/2005_3.pdf)>.

COELHO, E. F; SILVA, A. J. P. **Manejo, eficiência e uso da água em sistemas de irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2013. Disponível em:<<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90342/1/Doc206-DrEugenio.pdf>> . Acesso em: 26. Maio. 2016.

COGO, G. A. R.. **A sustentabilidade na administração pública federal**: um desafio às organizações. 2011. 37f. Monografia (Especialista em Gestão Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta grosso, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1386/1/PG\\_CEGI-CI\\_VII\\_2011\\_11.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1386/1/PG_CEGI-CI_VII_2011_11.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2016.

COSTA, E. S. T. **A importância do uso de cisternas no assentamento Oziel Pereira – Remigio** PB. 2013. 55f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013. Disponível em: <<http://rei.biblioteca.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/639/1/ESTC01082014.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

CUNHA, A. H. N. et al. **O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país.** Revista enciclopédia biosfera, centro científico conhecer, Goiânia, v.7, n. 13, p. 1225-1248, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 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](http://al.go.leg.br/arquivos/asstematico/estudos0002_outorga_do_direito_de_uso_da_agua.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 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](http://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/perimetros_irrigados/pb/sao_goncalo.htm)>. Acesso em: 22 mar. 2016.

DIAS, J. B.. **Impactos socioeconômicos e ambientais na introdução da Tilápia do Nilo, oreochromis niloticus, em açudes públicos do semiárido Nordeste, Brasil.** 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/JandesonBD.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

DOTTI, A; VALEJO, P. A. P.; RUSSO, M. R. Licenciamento ambiental na piscicultura com enfoque na pequena propriedade: uma ferramenta de gestão ambiental. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.3, n.1, p.6-16, dez/maio. 2012. Disponível em: <<http://sustenere.co/journals/index.php/rica/article/viewFile/ESS2179-6858.2012.001.0001/143>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Coefficientes de Cultivo** - Banco de Dados. 2016. Disponível em: <[http://www.cnpat.embrapa.br/publicacoes/kc/index\\_a.php](http://www.cnpat.embrapa.br/publicacoes/kc/index_a.php)>. Acesso em: 20 jun. 2016.

FAGGION, F; OLIVEIRA, C. A. S, CHRISTOFIDIS, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, [Natal], v. 2, n. 1, p. 187-190, jan.-abr. 2009. Disponível em: <<http://revistas.unicentro.br/index.php/repaa/article/view/446/606>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

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

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.

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 Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho., Botucatu – SP, 2014. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1130.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

FERREIRA, G. B. et al. Sustentabilidade de agroecossistemas com barragens subterrâneas no semiárido brasileiro: a percepção dos agricultores na Paraíba. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.L], v. 6, n. 1, p. 20-36, 2011. Disponível em: <[http://orgprints.org/23309/1/Ferreira\\_Sustentabilidade.pdf](http://orgprints.org/23309/1/Ferreira_Sustentabilidade.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 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](http://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/article/view/55/pdf_48)>. Acesso em: 03 agos. 2016.

FRAIHA, M. Consumo hídrico em produção animal intensiva. In: SIMPOSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais eletrônicos...** Bauru: UNESP, 2006. Disponível em: <[http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais\\_13/artigos/279.pdf](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/279.pdf)>. Acesso em: 26. Maio. 2016.

FREITAS, M. I. A.. **Sub-bacia do alto piranhas, sertão paraibano: percepção ambiental e perspectiva na gestão dos recursos hídricos.** 2012. 163f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João pessoa, 2012. Disponível em: <<http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/4526/1/Arquivototal.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 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.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: atlas, 2008.

GOES, G. A; MORALES, A. G. Gestão pública e sustentabilidade: desafios, ações e possibilidades. FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, n. 4, 2013, [S.L]. **Anais**

**eletrônicos...** [S.L]: ANAP, 2013. Disponível em:

<[http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/view/623/646](http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/623/646)>. Acesso em: 2 jun. 2016.

GOMES, A. C. S. et al. **Modelo para estimativa da produtividade para a cultura da soja.**

**Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n.1, Nov./jan, 2014. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782014000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000100008)>. Acesso em: 29.maio. 2016.

GOMES, H. P. Engenharia de Irrigação: Hidráulica dos Sistemas Pressurizados, Aspersão e Gotejamento. 3. ed. Campina Grande: Editora Universitária da Universidade Federal da Paraíba, 1999.

GOMES, U. A. F. **Água em situação de escassez: água de chuva para quem?**. 2012. 346f.

Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 2012. Disponível em:<[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ENGD-93RM7Z/uende\\_gomes\\_tese.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ENGD-93RM7Z/uende_gomes_tese.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 27 mar. 2016.

GUALDANI, C. **Tecnologias sociais para convivência com o semiárido a experiência de agricultores familiares do sertão alagoano.** 2015. 132f. . Dissertação (Mestrado em

Geografia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em:<<http://repositorio.unb.br/handle/10482/19194>>. Acesso em: 27 mar. 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\\_f15c82865f865df7ce7089bfddb8d7d0.pdf](http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/67e4b6803a0f7a9b4a53826667272a29_f15c82865f865df7ce7089bfddb8d7d0.pdf)>. Acesso em: 19 fev. 2016.

GUIMARÃES, A. F. **Criação de peixe.** Ilhéus: Ceplac, 2012. Disponível

em:<[http://www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes/paginas/cartilhas\\_tecnicas/cartilhas/CT\\_03.pdf](http://www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes/paginas/cartilhas_tecnicas/cartilhas/CT_03.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 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.

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

INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA AGROPECUÁRIA- IRPAA. **Tecnologia de captação e armazenamento da água.** Disponível em:<<http://www.irpaa.org/galeria/5>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

INSTITUTO SUPERIOR DE ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA - FGV. **Projeto potencialidades regionais estudo da viabilidade econômica piscicultura**. Manaus: FGV, 2003. Disponível em: <[http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj\\_pot\\_regionais/piscicultura.pdf](http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/piscicultura.pdf)>. Acesso em: 02. jun de 2016

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.

JESUS, V. M. B.; COSTA, A. B. Tecnologia social: breve referencial teórico e experiências ilustrativas. In: COSTA, A. B. **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis; Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. Disponível em: <<http://www.polis.org.br/uploads/2061/2061.pdf>>. Acesso em: 04. Jun. 2016.

KOBAYASHI, E. S. **Consumo de água e produtividade de cafeeiros arábica na região de Mococa, SP**. 2007. 64f. Dissertação (Mestre em Agricultura Tropical e Subtropical) - Institui agrônomo, Campinas-SP, 2007. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/areadoinstitutoposgraduacao/dissertacoes/pb1203405.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

KUNZ, J, ÁVILA, V. S, PETRY, M.. Distribuição temporal e espacial da umidade do solo em sistemas de irrigação por gotejamento subsuperficial. **Revista Monografias Ambientais - remoa**, Santa Maria, v.13, n.5, dez. 2014, p.3963-3976. Disponível em: <<http://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/15123/pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

LANNA, A. E. Aspectos conceituais da Gestão das Águas. In: \_\_\_\_ **Gestão das Águas**. [S.L.:.s.n], 1999. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/1000547/lanna-cap1>>. Acesso em: 26. Jun. 2016.

LANNA, A. E. Bases da análise econômica do ambiente. In: \_\_\_\_ **Economia dos recursos hídricos parte 1**. [S.L.:.s.n], 2001. Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/EcoAgua1.pdf>>. Acesso em: 03. Jun. 2016.

LIMA, A. E. F; SILVA, D. R; SAMPAIO, J. L. F.. As tecnologias sociais como estratégia de convivência com a escassez de água no semiárido cearense. **Revista Conexão, Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 5, n. 3, p. 9-21, nov. 2011. Disponível em: <<http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/402/301>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

LIMA, C; PROCHNOW, W. E. Implantação de sistema de gestão ambiental em empresa do ramo metalúrgico. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, [S.L], v.1, n.1, p. 115-134, jan/jun. 2012. Disponível em:

<<http://www.grupouninter.com.br/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/64/37>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

LIMA, J. C. A. L. **Avaliação do desempenho de dispositivo de desvio das primeiras águas de chuva utilizado em cisternas no semiárido pernambucano**. 2012. 100f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/10628/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20J%C3%BAlio\\_Biblioteca\\_Vers%C3%A3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/10628/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20J%C3%BAlio_Biblioteca_Vers%C3%A3o%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 27 mar. 2016.

LIMA, R. M. A. **Gestão da água em edificações: utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reuso de água cinza**. 2010. 71f. Monografia (Título de Especialista em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte 2010. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/64.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

LINS, G. M. L. **Análise de variáveis determinantes no consumo urbano de água de uso doméstico na cidade de campina grande – PB**. 2011. 92f. 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/gledsnelimariadelimalins.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

LUDWIG, R.. **Dimensionamento da linha lateral utilizando dois espaçamentos entre gotejadores**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Batucatu-SP, 2012. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq0777.pdf>>. Acesso em: 01. Maio. 2016.

MAGALHÃES, R. D. S. **A caminho do desenvolvimento sustentável implementação de um laboratório vivo para a sustentabilidade**. 2013. 122f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <<http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/6708>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

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

MAROUELI, W. A. SILVA, W. L. C. **Seleção do sistema de irrigação para hortaliças**. Circula técnica. 2. ed. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75698/1/ct-98.pdf>>. Acesso em: 31. Maio. 2016.

MARTINS JÚNIOR, O. P. **Os fundamentos de gestão do espaço urbano para a promoção da função socioambiental da cidade: O caso de Goiânia.** 2013. 338f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/3227>>. Acesso em: 26 mar. 2016.

MELO, A. R.; STIPP, N. A. F. A Piscicultura em Cativoiro como Alternativa Econômica para as Áreas Rurais. **Revista Geografia**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 175-193, jul./dez. 2001. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/viewFile/8576/7220>>. Acesso em: 03. Jun. 2016.

MOREIRA, J. A. A et al.. Efeito de Diferentes Métodos de Manejo da Irrigação Sobre a Lâmina de Água, Número de Irrigações e Parâmetros de Rendimento de Milho-Verde. CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29, 2012, Águas de Lindóia. **Anais eletrônicos...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. Disponível em: <[http://www.abms.org.br/29cn\\_milho/10765.pdf](http://www.abms.org.br/29cn_milho/10765.pdf)> Acesso em: 30. Maio. 2016.

NETO, M. F. S. **A problemática da salinização do solo no perímetro irrigado de São Gonçalo – PB.** 2013 139f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2013. Disponível em: <[http://www.geociencias.ufpb.br/posgrad/dissertacoes/manoel\\_faustino.pdf](http://www.geociencias.ufpb.br/posgrad/dissertacoes/manoel_faustino.pdf)> . Acesso em: 22 mar. 2016.

NEVES, M. V.; MARTINS, D. S. Uso eficiente da água nos edifícios. aspectos técnicos, certificação ambiental e incentivos econômicos. JORNADAS DE HIDRÁULICA, RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE, 4, 2009, [Porto –POR]. **Anais eletrônicos...** [Porto – POR]: FEUP, 2009. Disponível em: <[http://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA\\_4as/17\\_VNeves\\_UsoEficiented.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_4as/17_VNeves_UsoEficiented.pdf)> . Acesso em: 01. Jun. 2016.

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](http://www.geociencias.ufpb.br/posgrad/dissertacoes/diego_bruno.pdf)>. Acesso em: 2 fev. 2016.

OLIVEIRA, J. A.. **Análise da agricultura familiar no município de Irauçuba, segundo a sua capacidade adaptativa à seca, a partir das tecnologias de captação e armazenamento da água.** 2014. 104f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em:

<[http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/15347/1/2014\\_dis\\_jaoliveira.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/15347/1/2014_dis_jaoliveira.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2016.

OLIVEIRA, M. S.S.. **Outorga de direitos de uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Sergipe**. 2011. 111f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2011. Disponível em: <[https://bdtd.ufs.br/bitstream/tede/1342/1/MARIO\\_SERGIO\\_SANTOS\\_OLIVEIRA.pdf](https://bdtd.ufs.br/bitstream/tede/1342/1/MARIO_SERGIO_SANTOS_OLIVEIRA.pdf)>. Acesso em: 26. Maio. 2016.

OLIVEIRA, P. A. V. et al. **Aproveitamento da Água da Chuva na Produção de Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_v7r28u3f.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v7r28u3f.pdf)>. 02. jun. 2016 .

OLIVEIRA, V. A. R.. **Interesse público, gestão pública e gestão social: significados e conexões**. 2012. 140f. Tese (Doutorado em Administração) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1032/1/TESE\\_Interesse%20p%C3%ABblico,%20gest%C3%A3o%20p%C3%ABblica%20e%20gest%C3%A3o%20social%20%20significados%20e%20conex%C3%B5es.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1032/1/TESE_Interesse%20p%C3%ABblico,%20gest%C3%A3o%20p%C3%ABblica%20e%20gest%C3%A3o%20social%20%20significados%20e%20conex%C3%B5es.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 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](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2016.

PALHARES, J. C. P. **Consumo de água na produção animal**. São Carlos-SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2013 (EMBRPA PECUÁRIA SUDESTE – CPPSE. Comunicado Técnico, 102). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/92401/1/PROCIJCPP2013.00165.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2016.

PALHARES, J. C. P.; GUIDONI, A. L. Qualidade da água de chuva armazenada em cisterna utilizada na dessedentação de suínos e bovinos de corte. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 244-254, 2012. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n1/v7n1a19.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2016.

PANTALEÃO, E. F. et al.. Cisternas de produção para melhoria da qualidade de vida no Semiárido do estado de Pernambuco. **Revista verde**, Pombal, v. 10, n. 4, p. 13-19, out/dez. 2015. Disponível em:<<http://oaji.net/articles/2015/2238-1445445745.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

PEDROSA, A. S. **avaliação da contribuição do programa de formação e mobilização social para a convivência com o semi-árido**: Um milhão de cisternas rurais (P1MC) na qualidade de vida da população rural no município de Soledade-PB. 2011. 191f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011. Disponível em:  
<<http://www.recursosnaturais.ufcg.edu.br/downloads/andredesousapedrosa.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 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://bdtd.ufersa.edu.br/bitstream/tede/17/1/AlexandreWRP\\_DISSERT.pdf](http://bdtd.ufersa.edu.br/bitstream/tede/17/1/AlexandreWRP_DISSERT.pdf)>. Acesso em: 9 ago. 2016.

PHILIPPI JR, A; BRUNA, G. C. Política e gestão ambiental. In: \_\_\_\_ **Curso de gestão Ambiental**. 2. ed. Barueri-SP: Manole, 2014.

PHILIPPI JR, A; ROMÉRIO, M. A.; BRUNA, G. C. \_\_\_\_ **Curso de gestão ambiental**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014.

PONTES, E. T. M. **A convivência com o semiárido no contexto sulamericano**: segurança hídrica em afogados da ingazeira (Pernambuco, Brasil) e Graneros (Tucumán, Argentina). 2014. 247f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Filosofia Ciências humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em:  
<<http://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/11103/TESE%20Em%C3%ADlio%20Tarlis%20Mendes%20Pontes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 mar.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](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.

RÊGO, G. S.; PIMENTA, H. C. D.; SARAIVA V. M. Agenda ambiental na administração pública - a3p: um estudo sobre a potencialidade de aplicação no município de São Gonçalo do Amarante/RN. **Revista Holos**, Rio Grande Norte, v. 4, n. 27, p. 29-50. 2011. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/655/462>>. Acesso em: 5 mar. 2016.

RIBEIRO, C. S. **Pegada hídrica e água virtual: estudo de caso da manga no submédio do vale do São Francisco, Brasil**. 2014. 79f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/17381/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Carolina%20Silva%20Ribeiro.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2016.

RIDÃO, M. A.. **Impactos pela cobrança pelo uso da água na produção irrigada: um estudo da bacia hidrográfica do rio Tibagi**. 2010. 114f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) – Centro de Estudos Sociais Aplicados, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010. Disponível em:<<http://www.uel.br/pos/economia/arq/DISSERTACOES/Marcio%20Rido%20DISSERTA%20CAO.pdf>>. Acesso em: 28. Maio. 2016.

RODRIGUES, A. P. O. et al. **Piscicultura familiar em regiões de déficit hídrico**. Tocantins: Embrapa pesca e araquicultura – CNPASA, 2015, p 2-6. (Embrapa Pesca e Araquicultura – CNPASA. Circular Técnica, 2). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1020024/1/CNPASA2015CiT.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

RODRIGUEZ, R. G et al. Vazões Consumidas pela Irrigação e pelos Abastecimentos Animal e Humano (Urbano e Rural) na Bacia do Paracatu no Período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [Porto Alegre-RS], v. 11, n.3 Jul/Set 2006, p. 223-233. Disponível em:<[http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/54d44beb0e414bfe7db5f345aa846b40\\_11f0f6ea482c0d24618dfdc3447f560d.pdf](http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/54d44beb0e414bfe7db5f345aa846b40_11f0f6ea482c0d24618dfdc3447f560d.pdf)>. Acesso em: 06. Jun. 2016.

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.

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](http://www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes/paginas/cartilhas_tecnicas/cartilhas/CT_08.pdf)>. Acesso em: 6 jul. 2016.

SANTOS, D. B et al. Captação de água de chuva para fins agropecuários no semiárido. In: GHEYI, H. R. et al. **Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido - INSA, Cruz das Almas: Universidade

Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, 2012 . Disponível em:<[http://www.insa.gov.br/wp-content/themes/insa\\_theme/acervo/recursos-hidricos-II.pdf](http://www.insa.gov.br/wp-content/themes/insa_theme/acervo/recursos-hidricos-II.pdf)>. Acesso em: 26. Maio. 2016.

SANTOS, I. E. **Manual de métodos e técnicas de pesquisa científica**. 9. ed.. Rio de Janeiro: Impetus, 2012.

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.

SCHISTEK, H. O. Surgimento do Barreiro Trincheira. In: SIMPÓSIO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 8, 2012, [Campina Grande]. **Anais eletrônicos...** [Campina Grande]: IRPAA, 2012. Disponível em: <<http://www.irpaa.org/publicacoes/artigos/barreirotrincheira---s.pdf> >. Acesso em: 27 mar. 2016.

SCHVARTZMAN, A. S. et. al. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Governo do estado de Minas Gerais e IGAM, 2010. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/outorga/manual/manual-de-outorga.pdf>>. Acesso em: 28 abri. 2016.

SECRETÁRIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO DA AGROPECUÁRIA E DA PESACA – SEDAP. **Relação da exploração da pecuária**. Sousa: SEDAP, 2015.

SHIGUEAKI INADA, M. **Comparação de metodologias para a estimativa da capacidade dos reservatórios paraibanos para a atividade de piscicultura em tanques-rede**. 2007. 60f. Projeto (Conclusão do Curso de Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SILVA, C. A; CARNEIRO, P. **Qualidade da Água na Engorda de Tambaqui em Viveiros sem Renovação da Água**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros , 2007. Disponível em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2007/f\\_18\\_2007.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2007/f_18_2007.pdf)>. Acesso em: 02. jun. 2016.

SILVA, C. V.; HELLER, L.; CARNEIRO, M.. Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, Viçosa-MG, v.17, n.4, p. 393-400, out/dez. 2012. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n4/v17n4a06.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

SILVA, D. G et al. **Irrigação por aspersão**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. Disponível em: <[http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/33\\_Irigacao\\_por\\_aspersao.pdf](http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/33_Irigacao_por_aspersao.pdf)>. Acesso em: 31. Maio. 2016.

SILVA, E. P. **O uso da água na produção rizícola e a sustentabilidade “hídrica”** – caso da associação de drenagem e irrigação santo izidoro (ADISI). 2015.132f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC 2015. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/00005A/00005A8E.pdf>>. Acesso em: 01. Jun. 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/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2867](http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde_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.

SILVA, J. A. L. et al. Captação de água de chuva em cisternas de placa: instrumento de gestão sustentável e socioambiental. **Revista polêmica**, Rio de Janeiro, v. 12, n.3, p. 499-510. jul./set. 2013. Disponível em:<<http://www.epublicacoes.uerj.br/ojs/index.php/polemica/article/view/8018/5797>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

SILVA, L; ALMEIDA, H. A. Estimativa do potencial para captação de água de chuva em Quixadá, CE. VII SIMPOSIO BRASILEIRO DE EXPLORAÇÃO E MANEJO DA AGUA CINZA, 7, 2009, Caruaru- PE. **Anais eletrônicos...** Caruaru: ABCMAC: 2009. Disponível em: <[http://www.abcmac.org.br/files/simposio/7simp\\_lucas\\_estimativa.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/simposio/7simp_lucas_estimativa.pdf)>. Acesso em: 01. Jun. 2016.

SILVA, M. A. Algumas considerações sobre a modelagem hidrológica aplicada à gestão ambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 1, n. 1, p. 15-21, 2014. Disponível em:<<http://revista.ecogestaobrasil.net/v1n1/3543-4377-01-03.html>>. Acesso em: 02. Jun. 2016.

SILVA, S. D.; MEDEIROS, V. P. ; SILVA, A. B. Tecnologias sociais hídricas para convivência com o semiárido: o caso de um assentamento rural do município de cabaceiras – PB. **Revista Holos**, [Rio Grande Norte], v. 1, ano.32, p. 295-309, agos/jan. 2016. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3312/1393>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

SILVA, S. M. S. A. **Gestão pública democrática: a evolução de políticas públicas no Brasil.** 2011. 17f. Monografia ( Trabalho de conclusão do curso programa de desenvolvimento de dirigentes fazendários – PDFAZ) – Escola de Administração Fazendeira. Disponível em: <[http://www.sefaz.ba.gov.br/scripts/ucs/externos/monografias/artigo\\_esaf\\_silvia\\_assis.pdf](http://www.sefaz.ba.gov.br/scripts/ucs/externos/monografias/artigo_esaf_silvia_assis.pdf)>. Acesso em: 04 jun. 2016.

SOARES, A. L. F.. **Gerenciamento da demanda de água em ambientes de uso público: o caso da universidade federal de campina grande.** 2012. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012. Disponível em: <[http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public\\_437.pdf](http://www.coenge.ufcg.edu.br/publicacoes/Public_437.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 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.

SOUZA, J. T. A. et al. Tanques de pedra e sua dinâmica no armazenamento de água na região do Cariri paraibano. In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO. 1. , 2013, Campina Grande, **Anais eletrônicos...** Campina grande: UFCG, 2013. Disponível em:<[http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/Modalidade\\_4data\\_hora\\_11\\_11\\_2013\\_10\\_39\\_51\\_idinscrito\\_581\\_d305e8d868cd6271a7b55d2fe0ac2421.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/trabalhos/Modalidade_4data_hora_11_11_2013_10_39_51_idinscrito_581_d305e8d868cd6271a7b55d2fe0ac2421.pdf)>. Acesso em: 27 mar. 2016.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE- SUDENE (1990). **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste – Estado da Paraíba. Série pluviométrica 5.** Recife-PE, Brasil.

TORRES, C. J. F. **Desenvolvimento metodológico para apoio à tomada de decisão sobre o programa de efetivação do enquadramento dos corpos d'água.** 2014. 176f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/15265/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20-%20C%C3%81SSIA%20JULIANA%20F.%20TORRES.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

TUCCI, C. E. M; HESPANHOL, I; NETTO, O. M. C. **Gestão da Água no Brasil.** Brasília: UNESCO, 2001. 156p. Disponível em:<[http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/gestao\\_agua.pdf](http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/gestao_agua.pdf)>. Acesso em: 26. Maio. 2016.

VELOSO, N. S. L. **Água da chuva e desenvolvimento local: o caso do abastecimento das ilhas de Belém.** 2012. 156f. Dissertação (Mestrado em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) - Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012. Disponível em:

<[http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4494/1/Dissertacao\\_AproveitamentoAguaChuva.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4494/1/Dissertacao_AproveitamentoAguaChuva.pdf)>. Acesso em 27. Maio. 2016.

VENTURA, A. C; GARCÍA, L. F; GUALDANI, C. A. Importância das tecnologias sociais para enfrentar a escassez hídrica e para o desenvolvimento. **Revista Diseño y Tecnología para el Desarrollo**, [S.L], n. 1, p. 5-19. 2014. Disponível em: <<http://polired.upm.es/index.php/distecd/article/view/2497/2575>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

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](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/allansarmentovieira.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.

WAMBACH, X. F. **Manejo Prático Aplicado a Piscicultura de Água Doce**. 2012. 28f. (Mestranda em Recursos Pesqueiros e Aquicultura/UFRPE) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

WATANABE, A. et al . **Princípios técnicos de piscicultura**. Dossiê técnico. [S.L]: USP, 2007. <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjA0>>. Acesso em: 24. Jul. 2016.

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 ENCONTRO NORDESTINO 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.