



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS - CMPF
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

LUCAS ALYSON CHAGAS SOUSA

**TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM A SECA NO SEMIÁRIDO E
MANEJO DA IRRIGAÇÃO**

PAU DOS FERROS

2017

LUCAS ALYSON CHAGAS SOUSA

**TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM A SECA NO SEMIÁRIDO E
MANEJO DA IRRIGAÇÃO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos

PAU DOS FERROS

2017

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S725t Sousa , Lucas Alyson Chagas.
Tecnologia de Convivência com a seca no
Semiárido e Manejo da Irrigação / Lucas Alyson
Chagas Sousa . - 2017.
27 f. : il.

Orientador: Wesley de Oliveira Santos.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2017.

1. Convivência. 2. Semiárido. 3. Água. 4.
Políticas Públicas. 5. População. I. Santos, Wesley
de Oliveira, orient. II. Título.

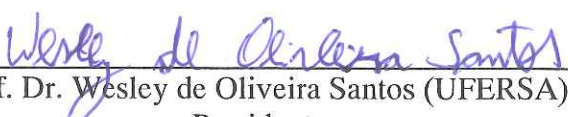
LUCAS ALYSON CHAGAS SOUSA

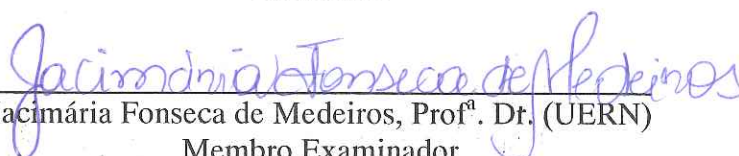
**TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM A SECA NO SEMIÁRIDO E
MANEJO DA IRRIGAÇÃO**

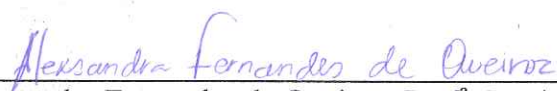
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 23 / 10 / 2017

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Wesley de Oliveira Santos (UFERSA)
Presidente


Jacimária Fonseca de Medeiros, Prof^a. Dr. (UERN)
Membro Examinador


Alexandra Fernandes de Queiroz, Prof^a. Dr. (IFRN)
Membro Examinador

(Dedicatória – *in memoriam*, à esquerda)

Dedico ao meu avô, a sua lembrança
jamais será esquecida.

(Pessoas vivas à direita)

Esse trabalho é dedicado a minha família, e ao
professor Wesley que sempre estiveram dispostos
a me apoiar no desenvolvimento dele.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e da perseverança, não seria nada sem Ele, por estar sempre comigo nos momentos bons e ruins.

À minha família, em especial a minha mãe Maria Vanilce que nunca deixou de acreditar em mim, ser sempre tão compreensiva e me ajudar nos momentos difíceis.

Ao meu pai Francisco José, por estar sempre disposto a muitas coisas por mim, de fazer viagens cansativas comigo muitas vezes apenas para fazer uma avaliação.

À minha vó Sofia Maria Sofia.

Ao professor Doutor Wesley de Oliveira Santos, pela paciência e a árdua tarefa de orientação desse trabalho.

Ao meu grande amigo Izaú.

À minha amada Jullyana Bezerra.

Ao meu irmão Israel Yago e amigos pelo apoio e a todos que contribuíram direta e indiretamente nesse trabalho.

RESUMO

A região Nordeste do Brasil por muito tempo teve-se uma visão de atraso por conta das secas e da má distribuição de água que acontecia nessa região. O Brasil é um dos países mais ricos em disposição de água do mundo, mas era necessário melhorar a gestão de toda essa água, por isso foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Mas para se conviver com a seca também é necessário o armazenamento de água nos períodos chuvosos por meio do estudo de técnicas que tragam não só o armazenamento, mas também a diminuição do índice de evaporação da água, pois os índices de precipitações do clima Semiárido brasileiro são os mais altos do mundo, mas que depende do espaço-tempo, com período chuvoso indo de fevereiro até maio e o de estiagem de agosto a outubro, mas também tem alguns fatores que fazem com que essa água evapore. Então se mostra a importância do estudo das técnicas para armazenamento inteligente de água não deixando que ela evapore, dentre essas técnicas o estudo mostrará as principais e mais usadas que são as cisternas, reservatórios hermeticamente fechados que impedem que a água evapore. As barragens subterrâneas que também armazena água, mas por baixo do solo, e o modo de praticar agricultura com água proveniente das chuvas, como é o caso da agricultura de sequeiro. Essas técnicas trazem uma melhoria para a população, e ajudam na convivência com o Semiárido e com isso trazer certa melhoria de vida para a população.

Palavras-chave: Convivência. Semiárido. Água. Políticas Públicas. População.

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil has long had a vision of delay due to the droughts and the poor distribution of water that happened in this region. Brazil is one of the richest water disposal countries in the world, but it was necessary to improve the management of all this water, so the National System of Water Resources Management was created. However, in order to cope with the drought, it is also necessary to store water in the rainy periods by studying techniques that bring not only the storage but also the decrease of the evaporation index of the water, since the precipitation indexes of the semi-arid Brazilian climate are the highest in the world, but it depends on space-time, with rainy season going from February to May and drought from August to October, but there are also some factors that cause this water to evaporate. The study shows the importance of the study of the techniques for intelligent storage of water, not allowing it to evaporate, among these techniques the study will show the main and most used are the cisterns, hermetically sealed reservoirs that prevent water from evaporating. Underground dams that also store water, but below ground, and how to practice agriculture with water from the rains, as is the case of rainfed agriculture. These techniques bring an improvement to the population, and help in the coexistence with the Semiarid and with that bring some improvement of life for the population.

Keywords: Living together. Semi-arid. Water. Public policy. Population.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Cisterna de placa	19
Figura 2	–	Cisterna de Calçada	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Valores comparativos de tempo de irrigação	24
----------	---	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
CPTEC	Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ONGs	Organizações Não Governamentais
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 CLIMA DO SEMIÁRIDO	15
3.2 TECNOLOGIAS DE CONVIVENCIA COM A SECA.....	15
3.2.1 CISTERNAS	16
3.2.2 BARRAGENS SUBTERRÂNEAS.....	20
3.2.3 AGRICULTURA DE SEQUEIRO	21
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	245
5. REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo a região Nordeste do Brasil teve um atraso socioeconômico, principalmente em sua porção semiárida onde temos os maiores índices de escassez ou insuficiência de água e essa é apontada como grande responsável por esse atraso. Por conta dessa situação, a água se torna um recurso fundamental, e adquire um valor importante para as sociedades, pois além de ser essencial para a vida humana e animal, ajuda no desenvolvimento e nos benefícios econômicos para a região.

Segundo Rebouças (2002) o Brasil é um dos países mais ricos em disposição de água doce do mundo com rios que chegam a uma produção hídrica de $177.900 \text{ m}^3/\text{s}$ e essa vazão representa 12% da produção mundial. Nas condições atuais de demanda na maior parte do Brasil não é mostrado déficit hídrico. Porém, é notado, nos períodos de estiagem na região Nordeste, e em outras, onde o consumo de água é grande, como grandes centros urbanos, que a demanda pode ser igual à oferta, ou superior (TUCCI et al. 2001).

A seca é considerada um fenômeno de causas naturais, mas seus efeitos se intensificam sobre a população, principalmente, do semiárido por conta da falta de gestão dos recursos hídricos encontrados na região. No Brasil temos a manifestação dessa má gestão e distribuição desigual dos recursos entre os grupos oligarcas e essas ações recebem o nome de políticas “indústrias das secas”. Podemos ver claramente, de acordo com a afirmativa que:

De fato, enquanto as populações subordinadas constituíam os flagelados, os coronéis instrumentalizavam a seca como força de pressão para conseguir verbas federais, as quais, em grande parte, abasteciam os cofres desses coronéis que haviam perdido posição de cabeça do pólo econômico para o Sul. Eis a lógica da chamada indústria da seca. (SOUSA, 2005, p. 55).

A região do Semiárido sustenta uma suposta realidade de que os agricultores abandonam seus estados, na região semiárida, a procura de trabalho e melhores condições de vida em outras regiões e, com isso, eleva o índice de migração. Esta situação mostra a grande falta de recursos econômicos e políticas públicas adequadas, portanto, resulta em uma desigualdade que divide a região do semiárido em pequenos produtores e grandes fazendeiros.

Por conta dessa má distribuição da água no Brasil, e principalmente em regiões como o semiárido, foi visto a necessidade da intervenção do Estado sobre a gestão e distribuição de água e, por isso, na constituição de 1988 foi aberto um caminho para uma possível modernização da gestão de

águas no Brasil, prevendo a criação de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e também mostrando que a União tem a competência para definir critérios de concessão de uso do recurso.

Então para iniciar uma nova fase de administração e gerenciamento de águas no Brasil foi criada e instituída no Brasil a Política Nacional dos Recursos Hídricos que é Regulamentada pela Lei nº 9.433/97 e para isso teve a implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

O intuito desse trabalho é elencar algumas das tecnologias usadas para armazenamento inteligente de água em reservatórios. Pois é desse modo que se consegue certo tipo de adaptação ao clima e a região semiárida onde se tem os maiores índices de seca e é onde se encontra a população que sofre com essa seca, e também mostrar as tecnologias de manejo de água na agricultura.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Fazer um levantamento das principais técnicas utilizadas para a convivência com a seca por meio de revisão de literatura.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CLIMA SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A região Nordeste do Brasil possui uma área de 969.589 km² e inclui os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e outros Estados.

O índice de chuvas no semiárido brasileiro é marcado pela variedade espaço- temporal, que resulta em vários dias sem chuvas e isso ocasiona períodos de seca e já é quase uma característica do semiárido, uma vez que o semiárido é constantemente acometido de grandes e prolongado períodos secos, porém, não quer dizer que não tenha períodos de grandes enchentes, existe sim um ocorrência de algumas enchentes. Esses eventos influenciam fortemente a produção agropecuária causando assim um bom desempenho, ou não dessa atividade praticada nessa região.

Os períodos chuvosos, desse clima nessa região, vão de fevereiro a maio com média histórica cerca de 600 mm, e a estação seca ocorre entre os meses de agosto a outubro, segundo Medeiros (2011).

Medeiros (2011) também afirma que, a região Nordeste sempre foi atacada por secas e/ou cheias. Estatisticamente ocorrem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos. E é possível encontrar relatos de secas desde a chegada dos portugueses a região no século XVII.

De acordo com Kane (1989), com 29 anos em que há a ocorrência do fenômeno El Niño, do período de 1849 até 1985, apenas 12 anos tiveram secas nesta região. Nessa região, essas variações climáticas sempre estão causando preocupação nos setores governamentais e da própria sociedade que vive nessa região, principalmente quando está relacionada com a seca, a prova dessa preocupação é a construção de reservatórios hídricos e a busca por mais formas de armazenamento de água durante o período chuvoso, e os registros da construção desses reservatórios vem desde o período imperial no final do século XIX.

A Região Nordeste também está sujeita a períodos de enchentes e chuvas intensas (Alves et. al., 2005). Têm-se vários exemplos de anos que passaram da media histórica de chuvas que é de 600 mm por ano. Um deles é o ano de 1985 e de acordo com estudos foi o ano mais chuvoso, como mostram os registros feitos desde 1961, com o período chuvoso (fevereiro à maio) acumulando 900 mm, resultado esse superior em 300 mm da média histórica. No ano de 2004, só no mês de janeiro o acumulo das chuvas que chegaram a 1000 mm, e apenas com esse mês bateu-se a média histórica das chuvas, nesse ano tiveram algumas catástrofes como morte de pessoas e animais, barragens, casas e açudes foram completamente destruídos e comunidades ficaram isoladas. Segundo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) a causa dessas

chuvas foi um fenômeno muito incomum, mas não impossível que foi o transporte da umidade desde o atlântico tropical e da bacia amazônica, até o nordeste (Medeiros 2011).

3.2 TECNOLOGIAS DE CONVIVENCIA COM A SECA

O Nordeste brasileiro é retratado em obras como: músicas, na literatura e nas pinturas como sendo um lugar de sofrimento, de falta de água, de solo rachado, crianças raquíticas e outras mais, e essas imagens que estão impostas na literatura de Graciliano Ramos, em algumas musicas de Luís Gonzaga e entre outras obras de artistas brasileiros retratam um pouco do cenário da região Nordeste.

Mas foi imposto um desafio visando a convivência com essa situação, e tem uma ideia principal de que, se é possível viver bem no gelo, nas regiões dos polos sul e norte, e também se é possível viver bem em desertos e ilhas, porque não seria possível viver bem no semiárido brasileiro? Essas façanhas só foram possíveis porque foram desenvolvidas técnicas para a convivência em cada um desses ambientes. Por isso, viu-se a necessidade do desenvolvimento de técnicas, não para acabar com a seca, mas para adaptar-se de forma mais inteligente a esse cenário, pois já foi constatada que o problema não é a falta de chuvas, e sim, a má distribuição dessas chuvas. Outro problema é a alta taxa de evaporação e evapotranspiração. Então, o principal segredo para a boa convivência com o semiárido brasileiro é o desenvolvimento de técnicas que propiciem o armazenamento da água vinda das chuvas, nos períodos chuvosos, e com esse armazenamento suprir as necessidades nos períodos de estiagem. Pois o semiárido brasileiro é um dos mais chuvosos do mundo, mas como já foi dito, existe uma má distribuição temporal das chuvas e uma alta taxa de evapotranspiração que é causada pela transpiração de plantas e animais e pela insolação e vento, e isso faz com que apareça este cenário, (De Medeiros Moraes et. al. 2010).

Então, Segundo De Medeiros Moraes (2010) a primeira grande ideia foi estocar água de forma mais inteligente. Existe uma técnica milenar usada até pelos povos, e essa técnica foi quase extinta por conta da abundância de água que se tinha no Brasil, mas atualmente o Plano nacional de Recursos Hídricos trouxe os primeiros caminhos para o armazenamento de água. No entanto, como já foi visto, não basta apenas armazenar a água, tem que se contornar o problema da evaporação. Então foi colocada em prática a construção de reservatórios que armazenam água proveniente da chuva. As cisternas e as barragens subterrâneas são as principais estratégias de armazenamento de água, só que a diferença entre elas é que uma armazena em um grande reservatório e a outra, por sua vez armazena a água bem abaixo do solo á nível de lençol freático para essa técnica é necessário um poço alocado

perto do local onde se construiu a barragem para que venha ser possível a retirada de água para o abastecimento familiar, animal e para a agricultura.

Essas tecnologias trazem consigo uma melhoria de vida para a população que reside nas regiões do semiárido, como diminuição da mortalidade infantil e o desaparecimento de doenças vinculadas com a água contaminadas, diminuição do esforço feminino na busca de água em barreiros para abastecer a casa, segundo Medeiros (2011).

3.2.1 CISTERNAS

É uma das técnicas mais antigas, milenar, de captação de água vinda de chuvas e serve para o consumo humano. Para o semiárido brasileiro a água para o consumo da família é retirado de pequenos barreiros que enchem em períodos chuvosos, e esses barreiros podem ser dividido com animais, o que pode ocasionar a contaminação mais facilmente de acordo com Medeiros (2011). Existem programas que trazem a difusão e auxiliam na construção de cisternas na região do semiárido, como é o exemplo do projeto “um milhão de cisternas” (P1MC). Esse programa foi responsável pela construção de cerca de 200 mil unidades, mas alguns trabalhos feitos por paróquias e pelo próprio estado, como é caso da Bahia, a construção de cisternas é bem maior do que as estimativas oficiais (De Medeiros Moraes et. al. 2010).

Medeiros (2011) diz que, muitos estudos foram feitos pela Embrapa semiárido para proporcionar a viabilização da construção das cisternas. No final dos anos 70, esses estudos e pesquisas buscavam processos de construção dessas cisternas, bem como os materiais que seriam usados na construção dos reservatórios hermeticamente fechados que impedem a passagem de luz de água. Existem algumas formas para a captação da água proveniente das chuvas, a mais utilizada no Brasil é a cisterna de placa, que consiste em um reservatório construído perto da casa e uma calha no final da queda d'água do telhado com uma tubulação que leva até o reservatório, para que a água escoie do telhado para o reservatório.

Quando esse tipo de captação não é suficiente para encher o reservatório é feito o armazenamento direto do solo, sendo feito uma espécie de quadra com uma declividade e uma pequena tubulação no ponto mais baixo que leva até o reservatório, esse tipo recebe o nome cisterna de calçadão. As ONG's têm feito e fazem um trabalho com muita eficiência e eficácia para disseminar essa forma de driblar a seca.

Esse tipo de estratégia para garantir a água potável vinda das precipitações pluviométricas para o consumo humano, teve um crescimento nos últimos 15 anos (Medeiros 2011).

De acordo com os cálculos, é sugerido que os reservatórios, referentes às cisternas de placa, tenham uma capacidade de armazenamento de 16 m³ de água. Essa quantidade, em geral é suficiente para atender uma família com 5 pessoas com o uso de 14 L por dia durante um espaço de tempo de 240 dias, o que resulta em 8 meses, que corresponde ao período de estiagem previsto para o semiárido, de acordo com Medeiros (2011).

Em algumas regiões onde foram construídas as cisternas, percebeu-se que a construção de apenas um tanque de armazenamento dificultava o manejo da água, principalmente quando se fala na higienização da cisterna. Então se demonstrava mais viável e eficiente a construção de dois tanques menores com metade da capacidade do grande (Medeiros 2011).

As cisternas tem uma grande importância, pois os locais onde tem a prática da pecuária são bastantes secos, nas regiões onde o clima é Semiárido e/ou Árido. Pois os animais percorrem grandes distâncias em busca de água, e isso requer um grande consumo de energia do animal. Também é preciso levar em consideração que nos períodos de estiagem, os alimentos têm os seus níveis de umidade reduzidos e fazem com que o animal precise de mais água. Portanto, para o caso de dessedentação dos ovinos e caprinos é bem relevante a construção de uma cisterna para o abastecimento desses animais (Medeiros 2011).

A construção de cisternas para garantia de água para a dessedentação de caprinos e ovinos também mostrou-se economicamente viável. (Brito et. al., 2005).

Estudos estão sendo feitos pela Embrapa Semiárido para avaliar a necessidade da construção de cisternas para abastecimento de pomares e hortaliças (Medeiros 2011).

Medeiros (2011) também diz que, essa técnica de construção de cisternas trás consigo várias características que propiciam a melhoria de vida como, melhoria na saúde, e diminuição do trabalho feminino na busca por água. Alguns exames feitos mostram que raramente a água contida nessas cisternas tem coliformes fecais, metais pesados e outros tipos de contaminações finas, pois a água da chuva no sertão não é poluída. De acordo com o mesmo autor essa água não deve ser comparada com águas engarrafadas minerais ou encanadas, mas a de barreiros e açudes onde é retirada para o consumo humano e animal.

Figura 1 – Cisterna de Placa



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 2 – Cisterna de Calçada



Fonte: Elaborada pelo Autor

3.2.2 BARRAGENS SUBTERRÂNEAS

Barragem subterrânea é apenas um tipo de estratégia para conviver com a seca, tal tecnologia consiste em armazenar água em uma espécie de reservatório no leito do rio no interior do solo e essa obra visa o abastecimento tanto para a agricultura como para o consumo humano e animal. A construção da barragem se dá pela construção de uma parede que é chamada de septo impermeável, em muitos casos utilizando-se de uma lona para deixar mais impermeável, fazendo com que a água fique retida, também se dá com o aproveitamento do fluxo superficial de água que passa pelo aquífero que já existia antes da construção da vala com a parede. A parede pode ser de alvenaria, argila compacta, concreto ou como já foi citada com a lona de plástico para conseguir a retenção da água, a construção fica dependendo das condições do proprietário e da disponibilidade do material (Medeiros 2011).

No Nordeste brasileiro, os primeiros indícios de uso das barragens subterrâneas foram no século passado e com mais ênfase em 1935 com um projeto da Inspetora de Obras Contra as Secas, atualmente chamado de DNOCS. Mas ficou mais conhecida em 1954, quando o plano da UNESCO conhecido como Missão de Hidrogeologia para o Nordeste, começou a divulgar a técnica de barragem subterrânea como adequada para o semiárido brasileiro (IPT 1981).

No início dos anos 80, foram iniciados estudos e pesquisas, pela EMBRAPA Semiárido, sobre a implantação de novos materiais e desempenho de algumas culturas. Os materiais base do estudo da EMBRAPA eram lonas de plástico e PVC na construção da parte onde ficava retida a água, o septo impermeável, pois até esse momento eram usadas alvenaria em geral, pedras rejuntadas, cimento e cal e etc (Medeiros 2011).

Uma barragem subterrânea é composta por várias partes, começando por: uma área de captação que também pode ser chamada de área de plantio; parede da barragem essa é a responsável por fazer o barramento do fluxo superficial de água fazendo com que esse fluxo vá para baixo do perfil do solo; o septo impermeável que é onde a água fica retida após a infiltração e esse também faz com que aconteça a formação ou elevação do nível do lençol freático, provocando uma descontinuidade do fluxo horizontal (Medeiros 2011).

De acordo com De Medeiros Moraes (et. al. 2010), essa concepção de guardar água no interior do solo, reduz drasticamente os níveis de evaporação sobre o armazenamento onde está situado.

Segundo Medeiros (2011), Quando se projeta a construção de barragens subterrâneas é preciso ter em mente alguns fatores que influenciam de alguma forma essa barragem, seja antes da

construção, no meio ou quando a obra já estiver em funcionamento. Para executar a construção é necessário fazer a avaliação de alguns critérios e os principais e que serão abordados são a escolha da área onde vai ser alocada a barragem subterrânea, é necessário o conhecimento do perfil e tipo de solo já são, naturalmente, um reservatório. Também é necessário levar em consideração a qualidade da água onde vai ser instalada a barragem, não pode ter o índice de salinidade alto. Outro critério importante é a declividade do eixo da linha de drenagem ou do riacho para onde a água vai fluir, essa declividade tem que ser a menor possível para que a água possa se estender a grandes distâncias. Outro ponto a ser visto é o tamanho da barragem e o potencial de armazenamento que irá ter, pois com isso vai ser possível ter em mente as dimensões necessárias que o aluvião deverá ter.

3.2.3 AGRICULTURA DE SEQUEIRO

Agricultura de sequeiro é a técnica usada para pratica da agricultura nas terras secas do nordeste. O nome sequeiro é uma derivação da palavra seco e ela é realizada em solo firme, diferente da agricultura de brejeiro (CBHSF 2015). Esse tipo de técnica agrícola vem com a tentativa de obter boa eficiência em estados onde a terra é bem seca com a escolha de culturas que consigam resistir ao período de seca entre uma chuva e outra. Portanto, esse tipo de agricultura é aquela que busca o aproveitamento da água da chuva em localidades com baixa pluviosidade como é o caso do semiárido brasileiro. É confeccionado todo um cálculo para que possa ser feito o armazenamento de água nos períodos chuvosos para que nos períodos de estiagem possa se garantir o abastecimento das culturas (Quaranta 1999).

Para se estabelecer esse sistema de armazenamento de água, é necessário ter informações não só sobre a oferta ambiental, mas também a demanda de água que a cultura que vai ser plantada necessita para ser explorada naquele local. Quando se tem um baixo índice de precipitações pluviométricas a produção fica a depender da umidade presente no solo onde é alocada a cultura e das características físicas do terreno de plantio.

De acordo com Medeiros (2011), a disponibilidade de água está à mercê da capacidade de retenção de água, da capacidade de aprofundar-se que as raízes das culturas têm e do teor de chuvas que vai abastecer o cultivo das culturas. O ideal para a planta seria que a quantidade de chuvas e a frequência aconteçam de forma que o perfil de solo onde o sistema radicular da planta estará inserido esteja ao redor da capacidade do campo. Os solos brasileiros têm características estratificadas, apresentam barreiras que impedem o enraizamento de 30 a 60 cm, e isso se caracteriza uma baixa profundidade de enraizamento.

A capacidade de armazenamento de umidade no perfil de solo explorado pelas raízes das culturas pode variar de 25 a 70 mm de água, para uma grande parte dos solos da região semiárida brasileira. De acordo com alguns cálculos esse valor é suficiente para abastecer as plantas por um período de uma a duas semanas. Por isso a grande importância das plantas terem desenvolvido o mecanismo de defesa quanto ao armazenamento de água em seus próprios tecidos e assim diminuindo a transpiração, esse fenômeno é encontrado em espécies vegetais da caatinga (Medeiros 2011).

Como já foi visto, a média de água que vem das chuvas é de 500 a 600 mm de água e esse quantitativo é até suficiente para abastecer uma cultura como feijão, mas é muito comum ter a redução do rendimento e a perda total da safra. Portanto, mostra-se a importância da conservação da água que pode ser feita de várias formas, o uso consciente de água, medidas de gestão do solo e da própria água trazem a sustentabilidade da agricultura de sequeiro. Outra maneira é melhorar as formas de captação de água que vem das precipitações (Medeiros 2011).

A seguir será mostrado um modelo de memorial de cálculo, que é um exemplo de como é feito os cálculos para dois tipos de sistema de irrigação, por aspersão e por gotejamento. Os resultados obtidos por meio de informações e dados retirados da literatura Carvalho e Oliveira (2012), e vêm com o intuito de mostrar algumas das tecnologias de irrigação e manejo da água e memoriais de cálculo para o manejo desses tipos de irrigação. Com isso mostrar através do exemplo a forma mais racional de manejo de água para a irrigação.

A irrigação por aspersão, que se trata de um tipo de irrigação que vem com o intuito de simular a chuva, ela joga jatos de água para cima tentando abranger uma boa área de plantação. O outro caso é a irrigação por gotejamento, que nada mais é do que um tipo de irrigação localizada onde ocorre o gotejamento de água diretamente no local onde a planta está localizada, vale salientar que para cada planta tem-se um sistema de gotejamento.

Antes de exibir a tabela com resultados, os dados que foram colhidos como exemplos são de um espaço de tempo de um mês, e o formulário que foi usado para gerar a tabela foi:

$$ETC = Kc \times ETo$$

Onde,

ETC → Evapotranspiração da Cultura;

Kc → Coeficiente da Cultura;

ETo → Evapotranspiração de referência (retirada do livro já calculada)

e

$$ITN = ETC/Ea$$

Onde,

ITN → Irrigação total necessária;

Ea → Eficiência da irrigação.

No caso da irrigação por gotejamento, foi utilizada uma constante de redução (Kr) igual a 0,6, que sempre é usada para regularizar os cálculos de tempo de irrigação, e o próprio cálculo de ITN.

Também temos os cálculos do tempo de irrigação necessário que foi feito através da fórmula:

$$\text{Tempo de Irrigação} = ITN / IP$$

Onde, o IP é a intensidade de precipitação e é dado em (mm/h), e esse valor para a irrigação por aspersão tem um valor de 8,40 quando o sistema tem um dimensionamento de 18 (aspersores) x 24 (linhas). Já para a irrigação por gotejamento temos um valor de IP de 1 (mm/h) com um dimensionamento de 2 (gotejadores) x 2 (linhas). A tabela a seguir mostra os resultados dos cálculos de cada um dos tipos.

Tabela 1: Valores comparativos de irrigação por aspersão x gotejamento.

DIAS	Eto (mm/dia)	ETC (mm/h)	ITN (mm) - aspersão	Tempo Irrigação (h) aspersão	ITN (mm) - Gotejador	Tempo Irrigação (h) localizada
1	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
2	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
3	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
4	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
5	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
6	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
7	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
8	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
9	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
10	7	8,05	11,50	1,37	2,68	2,68
11	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
12	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
13	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
14	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
15	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
16	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
17	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
18	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
19	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
20	7,8	8,97	12,81	1,53	2,99	2,99
21	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
22	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
23	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
24	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
25	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
26	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
27	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
28	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
29	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
30	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34
31	8,7	10,01	14,29	1,70	3,34	3,34

Fonte: CARVALHO E OLIVEIRA (2012).

Para esses cálculos foi utilizado uma cultura de milho verde com um Kc de 1,15, para os dois tipos de irrigação. Para a irrigação por aspersão temos os valores de Ea de 70%, a vazão do aspersor é de 3,63 m³/h ou 3630 L/h a configuração feita para o aspersor é de 18 aspersores em 24 linhas (18x24). No caso da irrigação localizada, ou por gotejamento, temos uma vazão de 4 L/h, em uma configuração de 2 gotejadores em 2 linhas (2x2) o Ea de 90%, e uma Porcentagem por área molhada (PAM) de 0,5 ou 50%.

De acordo com a tabela 1 podemos perceber que o sistema por gotejamento é mais eficiente, pois como a irrigação total necessária é bem menor esse tipo economiza bem mais água e esse resultado também é obtido por conta do gotejador ser aplicado diretamente na planta, ou seja, é localizado onde a planta está.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A região Nordeste sempre foi vista como uma região seca e pouco desenvolvida com um quadro de miséria que assola a terra, mas na pesquisa foi mostrado que o Semiárido brasileiro é o que tem o maior índice de chuvas de todo o mundo, o grande problema é a forma como é gerida, pois além de se ter o maior índice de chuvas o Semiárido também possui um elevado índice de evaporação e evapotranspiração causado por plantas, animais, insolação, vento e outros fatores. Portanto as técnicas de armazenamento de água que foram elencados a cima vem com o intuito de prover água para a população que vive na região Nordeste.

Muitos programas tem auxiliado a população na construção de cisternas, que como já foi falado, são reservatórios hermeticamente fechados para que possa impedir a ação da evaporação. O programa P1MC é o principal responsável por essa ajuda à população, pois é responsável de levar as cisternas para a população e assim trazer os benefícios que essa técnica tem.

Assim como as cisternas, as barragens subterrâneas também têm a sua importância por armazenar a água da chuva e evitar a evaporação e nesse caso também a evapotranspiração, pois como também já foi mostrado como é armazenada no nível de lençol freático abaixo do solo evita a ação dos agentes que fazem esse fator.

São desenvolvidas também técnicas de agricultura que também tentam usar a água de forma inteligente sempre com o pensamento de se conservar e não desperdiçar como é o caso da agricultura de sequeiro, e das técnicas de irrigação que trazem um bom uso da água.

A água da chuva não pode ser comparada com as águas encanadas e engarrafada, pois não passam por nenhum tipo de tratamento, é captada direto dos telhados e/ou pelo solo, mas a sua qualidade é bem melhor do que a de barreiros e açudes de onde eram retirados, pois os animais não tem contato com ela. Os índices de impurezas são bem menores e como foi mostrado é uma água que pode ser utilizada pelo ser humano e trazem alguns benefícios as populações.

As técnicas aqui estudadas trazem o intuito de melhoria para a convivência com a seca e de vida para a população que vive no Semiárido. Essas técnicas mostram uma forma de adaptação com as condições enfrentadas e o uso delas trazem até melhoria de vida para a população.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A.; MELLO, N. G. A pré-estação chuvosa do setor norte do Nordeste Brasileiro e sua relação com a temperatura dos oceanos adjacentes. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 8, n. 1, p. 22-30, 1993.

Banco do Nordeste do Brasil. Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro. Fortaleza, 2005. 107p.

BRITO, LT de L. et al. Água de chuva para consumo animal: estudo de caso com caprinos. In: **Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 5., 2005, Teresina, PI. Anais... Teresina: ABCMAC; Governo do Estado do Piauí; Embrapa Semi-Árido; IRPAA; ASA, 2005. 1 CD-ROM, 2005.

CARVALHO, D. F. de; OLIVEIRA, L. F. C. de. Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada. **Viçosa: Ed. UFV**, 2012.

CBHSF, Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco. **Agricultura de Sequeiro**. 2015. Disponível em <<http://cbhsaofrancisco.org.br/2017/a-agricultura-de-sequeiro-3/>> acesso em: 18 out. 2017.

CONTI, S. (Org). **Estratégias de convivência com o semiárido brasileiro**. Brasília: IABS 2013.

CORREIA, R. C. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JÚNIOR, L. A. J.; ARAÚJO, J. L. P.; A Região Semiárida Brasileira. **Produção de ovinos e caprinos no semiárido**. 2011. P. 21-48.

DE OLIVEIRA SILVA, Andrezza Karla. AB'SÁBER, AZIZ NACIB. OS DOMÍNIOS DE NATUREZA NO BRASIL: POTENCIALIDADES PAISAGÍSTICAS. SÃO PAULO: ATELÊ EDITORIAL, 2003. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 29, n. 1, p. 252-258, 2012.

DE MEDEIROS MORAIS, Verlândia et al. TECNOLOGIAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO, ALTERNATIVAS VIÁVEIS PARA A AGRICULTURA FAMILIAR DO OESTE DO RIO GRANDE DO NORTE. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 3, n. 1, p. 11-24, 2010.

FERREIRA, Gabriel LBV; FERREIRA, Natália BV. Fundamentos da política nacional de recursos hídricos. **UNESP. Anais do XIII SIMPEP. Nov**, 2006.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Redimensionamento da região semi-árida do Nordeste do Brasil. Fortaleza, 1993. 112p.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Levantamento das potencialidades para implantação de barragens subterrâneas no Nordeste brasileiro: Bacias dos Rios Piranhas – Açu (RN) e Jaguaribe (CE). São Paulo, 56 p. il. IPT. Relatório, 14887, 1987.

KANE, R. P. Relationship between the southern oscillation/El Niño and rainfall in some tropical and midlatitude regions. **Journal of Earth System Science**, v. 98, n. 3, p. 223-235, 1989.

MALVEZZI, Roberto. **Semi-árido: uma visão holística**. CONFEA, 2007.

MEDEIROS, Salomão de Sousa et al. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. 3. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

_____. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. 13. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

QUARANTA, Giovanni. Agricultura de sequeiro. **Lucinda: Land Care in Desertification Affected Areas**, 1999.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito P. Ferreira; TUNDISI, José Galizia. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. Escrituras, 2002.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido. **Sociedade e estado**, v. 18, n. 1-2, p. 361-385, 2003.

SOUSA, Maria Sueli Rodrigues de. **Imaginário social de semi-árido e o processo de construção de saberes ambientais: o caso do município de Coronel José Dias-Piauí**. 2005. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Meio Ambiente. Teresina: UFPI.

SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Plano de aproveitamento integrado de recursos hídricos do Nordeste do Brasil: Estudos climatológicos. v.2. 130p. Recife, 1980.

SUASSUNA, João. Semi-árido: proposta de convivência com a seca. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 23, n. 1-2, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001. 156p.