

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
CURSO DE AGRONOMIA  
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Rubmara Ketzer Oliveira**

**180134**

*“Análise da gestão hídrica na Barragem do Poilão em Cabo Verde”*



PORTO ALEGRE, Abril de 2016.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**Análise da gestão hídrica na Barragem do Poilão em Cabo Verde**

**Rubmara Ketzer Oliveira**

**180134**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheira Agrônoma, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: José João Lopes Teixeira – Eng. Agrônomo

Orientador Acadêmico do Estágio: Fernando Setembrino Cruz Meirelles – Eng. Agrônomo

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

Profa. Renata Pereira da Cruz - Depto de Plantas de Lavoura (Coordenadora)

Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Depto de Horticultura e Silvicultura

Profa. Carine Simioni - Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof. Fábio Kessler Dal Soglio - Depto de Fitossanidade

Profa. Mari Lourdes Bernardi - Depto de Zootecnia

Prof. Pedro Alberto Selbach - Depto de Solos

PORTO ALEGRE, Abril de 2016.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus que confio e creio com todo meu coração. Gostaria de agradecer a oportunidade de ter realizado o estágio em Cabo Verde, este sendo proporcionado pelo convênio entre a CAPES, a Faculdade de Agronomia da UFRGS e a ECAA-UniCV. Aos órgãos governamentais e de pesquisa no Brasil e em Cabo Verde, aqui deixo meu muito obrigada. Esta experiência me proporcionou um crescimento pessoal e profissional surpreendente, que enriqueceu minha vida de forma única.

Deixo um abraço para todos os amigos que deixei em Cabo Verde, que me acolheram sempre e me ajudaram de muitas formas, aos professores, funcionários, pesquisadores e técnicos que sempre me apoiaram e incentivaram a atuar profissionalmente nos meses em que estive lá.

Quero agradecer meu supervisor José Teixeira, que me viu como profissional e me deu a liberdade de atuar e criar diante do tema de trabalho que me foi apresentado, me auxiliando e se dispondo a orientar e me ensinar. Também agradeço meu orientador Fernando Meirelles, exemplo de profissional capaz e qualificado, professor que me desafia a ir além e superar expectativas sem deixar de dar o devido valor ao que é necessário.

Sou muito grata a minha família, sendo meus pais que me ensinaram a dar valor a tudo; minha dinda “Neca”, que sempre incentivou a estudar e continuar buscando meus sonhos, me ajudando em cada etapa; minha avó Neusa, que é uma pessoa linda por dentro e por fora, sempre carinhosa e bondosa comigo; e minha “tia ia”, que é minha mãe do coração e me ensinou tudo o que sei de bom e correto, sempre me acolhendo no coração desde quando nasci, lembrando cada fase da minha vida com amor e cuidando de mim todos os dias, sendo meu maior exemplo para toda vida.

Obrigada aos meus amigos, que vivenciam meus momentos de risadas e piadas sem graça com bom humor e acolhimento na maioria das vezes. Deixo meus agradecimentos do coração para Juliana de Souza, que sempre esteve ao meu lado nos dias bons e ruins, com o tanto de paciência, compreensão e cuidado que um dia sonho em ter.

Por fim, desejo sempre ser uma profissional que faça a diferença pelo compartilhar, pelo contribuir, pela humildade e pela integridade.

## **RESUMO**

O estágio foi realizado na Barragem do Poilão, localizada na ilha de Santiago, Cabo Verde. Fruto de um convênio formado entre a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), a Faculdade de Agronomia da Universidade do Rio Grande do Sul e a ECAA - Escola Superior de Ciências Agrárias e Ambientais, unidade pertencente à Uni-CV (Universidade de Cabo Verde), o estágio teve como principais atividades o acompanhamento dos processos de gestão da barragem e avaliação da sua influência na região onde está inserida, por meio de ferramentas de coleta e análise de dados, da pesquisa sobre a utilização da água para irrigação e na atuação em diferentes instituições de influência na gestão, sendo possível a realização de uma avaliação do processo de gestão da barragem e apresentação de alternativas para auxiliar no desenvolvimento do mesmo.

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
1. Características técnicas da Barragem do Poilão segundo projeto original.....	12
2. Calendário da Unidade de Gestão de Água da Barragem do Poilão para distribuição de água para cada talhão de irrigação.....	14
3. Formulação do coeficiente de cobrança .....	27
4. Valores estimados de Evapotranspiração (ETP) dos cultivos de diferentes categorias .....	28
5. Exemplo de Valores Totais de cobrança da água .....	30

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
1. Localização de Cabo Verde, ilha de Santiago e Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca .....	9
2. Fluxograma do processo de contratação de água pelos agricultores e suas etapas .....	12
3. Localização dos talhões de irrigação segundo o projeto original da barragem .....	13
4. Esquematização da rede ramificada de distribuição de água da barragem até as parcelas irrigadas .....	14
5. Esquema da coleta de medidas para estimativa da cota de água na barragem .....	18
6. Relação cota x volume da barragem em comparação de diferentes fontes de dados .....	19
7. Calendário de atividades da agricultura de sequeiro realizada na área de influência da barragem entre os meses de maio a março de cada ano .....	20
8. Esquema exemplificando quatro principais arranjos encontrados nas áreas com cultivos agrícolas do perímetro irrigado à jusante da barragem .....	22
9. Percentagem de realização da agricultura de sequeiro e agricultura irrigada entre os usuários entrevistados .....	23
10. Tipos de cultivos presentes nas épocas com chuva e sem chuva no perímetro irrigado .....	24
11. Períodos de utilização da água para irrigação .....	24
12. Fonte de água para irrigação .....	25
13. Técnicas de irrigação .....	25
14. Periodicidade de manutenção dos equipamentos de irrigação pelos agricultores .....	26
15. Elaboração do fator de cobrança da água .....	26
16. Matriz de interação entre as diferentes condições de manejo possíveis para elaboração de cada coeficiente de cobrança ( $\Theta$ ) ....	29

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Caracterização do meio físico e socioeconômico de Cabo Verde.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Clima, Solos e Relevo de Santiago .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca e Barragem do Poilão.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Caracterização da Unidade de Gestão de Água da Barragem do Poilão (UGABP) .....</b>	<b>11</b>
<b>4. Referencial teórico .....</b>	<b>15</b>
<b>5. Atividades realizadas .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 Medições e estimativa do volume de água na barragem .....</b>	<b>18</b>
<b>5.2 Informações sobre a Agricultura de Sequeiro .....</b>	<b>20</b>
<b>5.3 Informações sobre a Agricultura irrigada .....</b>	<b>21</b>
<b>5.4 Inquéritos realizados com agricultores no perímetro de irrigação à jusante da Barragem do Poilão .....</b>	<b>23</b>
<b>6. Resultados e Discussão .....</b>	<b>26</b>
<b>7. Considerações finais .....</b>	<b>31</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>32</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>35</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água possui um papel central no desenvolvimento da vida, sendo um elemento decisivo para que ocorra o progresso econômico e social. A gestão da água possui um caráter multidisciplinar com uma complexidade correspondente à escala de atuação e disponibilidade hídrica. Desta forma, ela é essencial para resolução de conflitos, conservação dos recursos naturais, aumento da qualidade de vida da população e desenvolvimento. À medida que a disponibilidade e a qualidade da água diminuem, a possibilidade de conflitos e dificuldades aumenta. A água é um recurso valioso essencial à vida, sendo que em regiões onde sua existência em quantidade e qualidade é limitada, uma gestão eficaz fica mais evidente e necessária. Para isto, é necessária uma visão sistêmica deste recurso, uma busca por uma elevada eficiência de utilização e conhecimento do contexto em que é inserido.

Cabo Verde está inserido em uma realidade onde os recursos hídricos são de baixa disponibilidade, qualidade e de difícil acesso, sendo importante alcançar estratégias e instrumentos que auxiliem na evolução dos processos de manejo e gestão. Situado na costa ocidental do continente africano, Cabo Verde sofre influência climática do deserto do Saara, com um regime pluviométrico baixo e com disponibilidade irregular no tempo e espaço, causando uma baixa disponibilidade hídrica. No chamado Código de Águas de Cabo Verde (Cabo Verde, Lei nº 41/II/84), são estabelecidas as bases gerais do regime jurídico de propriedade, proteção, conservação, desenvolvimento, administração e uso dos recursos hídricos do País. A partir deste, vários outros instrumentos legais são apresentados visando a conservação ambiental e evolução dos instrumentos de gestão da água.

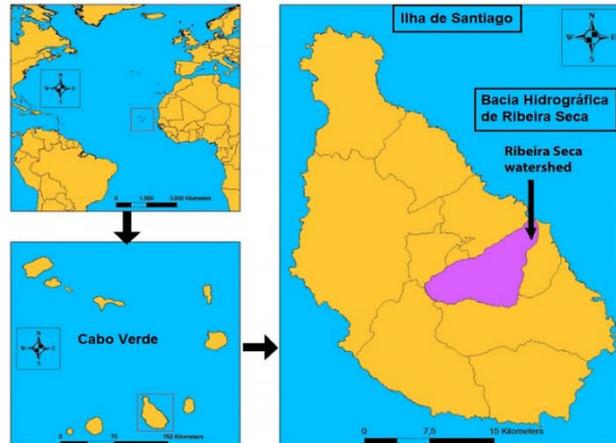
O estágio foi realizado durante o período de 02 de Março de 2015 a 03 de Julho de 2015, com o objetivo de coletar dados para elaboração de alternativas de instrumentos que auxiliem no processo de manejo e gestão da água para irrigação, visando a utilização consciente e planejada da água para irrigação pelos agricultores. Para a realização do estágio, foram importantes as colaborações de diferentes instituições e atores do processo de gestão. A ECAA (Uni-CV) possuiu grande contribuição com o apoio na procura de informações, na logística e nos contatos com instituições nacionais. O Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA) participou com a facilitação no acesso aos dados técnicos e informações sobre pesquisas realizadas, apoios laboratoriais para eventual análise de dados coletados, colaboração técnica, logística e de contatos institucionais. Os funcionários da Delegação do Ministério do Desenvolvimento Rural (MDR) em Santa Cruz (na Unidade de Gestão da Barragem do Poilão), auxiliaram no contato com produtores que utilizam a água da

barragem e no fornecimento de dados sobre a venda e distribuição de água para o perímetro abastecido pela barragem e também os agricultores do perímetro de irrigação influenciado pela barragem que forneceram informações sobre o manejo dos cultivos e da irrigação.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DE CABO VERDE

Cabo Verde (Figura 1), é um país insular composto por um conjunto de dez ilhas (sendo que nove são habitadas) e cinco principais ilhéus localizados na costa ocidental do continente africano. Com uma superfície total de aproximadamente 4.033 km<sup>2</sup>, encontra-se situado entre as coordenadas 14° 23' e 17° 12' de latitude Norte e as coordenadas 22° 40' e 25° 22' a Oeste de Greenwich. A ilha de Santiago (Figura 1), possui uma superfície de aproximadamente 99.100 ha. É localizada entre os paralelos 14° 23' e 17° 12' de latitude Norte e os meridianos 22° 40' e 25° 22' a Oeste de Greenwich, sendo sede da capital do País, Praia.

Figura 1. Localização de Cabo Verde, ilha de Santiago e Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca.



Fonte: Adaptado de Baptista et al. (2015).

Segundo os dados do Instituto Nacional de Estatística de Cabo Verde (2015) para o ano de 2015, Santiago possuía uma população residente de 294.135 habitantes em relação a um total de 524.833 em Cabo Verde, com uma idade média de 27 anos e 28 anos, respectivamente. A população agrícola residente da Ilha em 2004, correspondia a uma relação de 54% do sexo feminino e 46% do sexo masculino. Para o ano de 2012, Santiago contribuía com 53,2% no PIB do País e o tipo da exploração agrícola da Ilha é essencialmente familiar com 99,94%, e a exploração não familiar (Cooperativas, Associação de Produtores, Entidades Públicas,

Empresas e outros) corresponde à 0,06% na Ilha. Para o ano de 2004, mais de 99% das explorações agrícolas em Cabo Verde era caracterizada por familiar, sendo que a agricultura de sequeiro representa 76,3% dentro das atividades agrícolas e a agricultura irrigada 17,1%. Santiago possui uma área cultivável total de 443.588 litros (unidade de medida utilizada pelos agricultores em Cabo Verde, onde 1 litro de área corresponde a 1.000 m<sup>2</sup>), sendo a grande maioria das explorações agrícolas familiares concentradas nas faixas de 1-5 litros (37,1% do total) e 6-10 litros (41,8% do total).

### **2.1.Clima, Solos e Relevo de Santiago**

Santiago, assim como as outras ilhas de Cabo Verde, possui uma caracterização climática, segundo Kottek et al. (2006), com o clima BWh que é identificado nas regiões desérticas quentes de baixa latitude e altitude. A ilha de Santiago possui um relevo montanhoso com picos e encostas declivosas, afloramentos rochosos, vales profundos e superfícies planas que se desenvolvem na costa da ilha, formando assim regiões com diferentes características climáticas, tendo uma variação da precipitação de acordo com a forma do relevo desde o litoral, as zonas de baixas e médias altitudes e zonas de maiores altitudes, sendo zonas áridas, semi-áridas, sub-úmidas e úmidas, respectivamente (Tavares et al., 2015).

Os fatores mais característicos da ilha são a irregularidade das precipitações e a temperatura média anual de 25° C, fatores que não possuem grandes variações durante o ano. Santiago apresenta duas estações bem definidas: a estação de chuvas, que ocorre geralmente entre agosto e outubro, que possui temperaturas mais elevadas e precipitação irregular, influenciada pela migração da frente intertropical, e a estação de seca, que geralmente vai de dezembro a junho, com temperaturas mais amenas sendo influenciada pelos ventos alísios do nordeste. Os meses de novembro e julho são considerados de transição, pois apresentam as características das duas estações.

As precipitações, irregulares tanto no tempo como no espaço, acabam ocorrendo em formas concentradas entre os meses de julho a outubro (Gonçalves, 2005). O ponto de maior altitude na ilha é o Pico de Antônia, com aproximadamente 1.392 m de altitude, localizado nas coordenadas 15° 02' 52" N e 23° 38' 42" W. A ilha apresenta solos provenientes de rochas de origem vulcânica, com características variando conforme a topografia, geralmente são pouco espessos e com muita pedregosidade.

## **2.2. Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca e Barragem do Poilão**

Localizada na parte leste da ilha de Santiago, possui uma área de drenagem com aproximadamente 72 km<sup>2</sup>. A bacia é caracterizada essencialmente pela grande área agrícola, tendo uma ocupação predominante da agricultura de sequeiro, que consiste no cultivo de milho e diferentes espécies de feijões com dependência direta da precipitação e, depois, com menor representação, vem a agricultura irrigada e florestas. A Barragem do Poilão está inserida na Bacia hidrográfica de Ribeira Seca (Figura 1), em Santiago, com maciço localizado no ponto de coordenadas de 15° 4'32.60"N e 23°33'14.34"W. A construção da barragem, fruto de um convênio entre Cabo Verde e a China, foi iniciada no ano de 2004 e concluída no ano de 2006 com um custo total de construção em torno dos 4 milhões de dólares (câmbio correspondente ao ano de 2003), sendo esta financiada pela República Popular da China (Ferreira, 2015). O objetivo geral da barragem é a acumulação de água pluvial para utilização na irrigação das áreas da bacia hidrográfica de Ribeira Seca, visando, assim, suprir a necessidade de irrigação dos produtores e criar uma fonte de armazenamento de água para sustentar a produção durante os meses de seca, ou seja, promover o desenvolvimento agrícola na região.

## **3. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE GESTÃO DE ÁGUA DA BARRAGEM DO POILÃO (UGABP)**

A gestão da Barragem do Poilão é coordenada pelo Ministério do Desenvolvimento Rural (MDR) de Cabo Verde. O MDR é estruturado por diversas secretarias e direções gerais, assim como institutos e delegações, onde alguns possuem gestão autônoma com superintendência do Ministério, ou dependência direta do MDR. As delegações atuam no papel de interligar o Ministério, os órgãos de pesquisa e os agricultores da região onde elas estão inseridas. Na ilha de Santiago, estão presentes cinco delas, sendo a Delegação de Santa Cruz responsável pela representação do Ministério na região da Barragem do Poilão. Neste local, à jusante do maciço, está localizada a Unidade de Gestão de Água da Barragem do Poilão (UGABP), que representa a delegação na localidade da barragem. A UGABP é responsável pelo contrato e fornecimento de água aos produtores e a cobrança do valor de consumo da água para irrigação. Algumas das principais características técnicas da barragem podem ser visualizadas na Tabela 1.

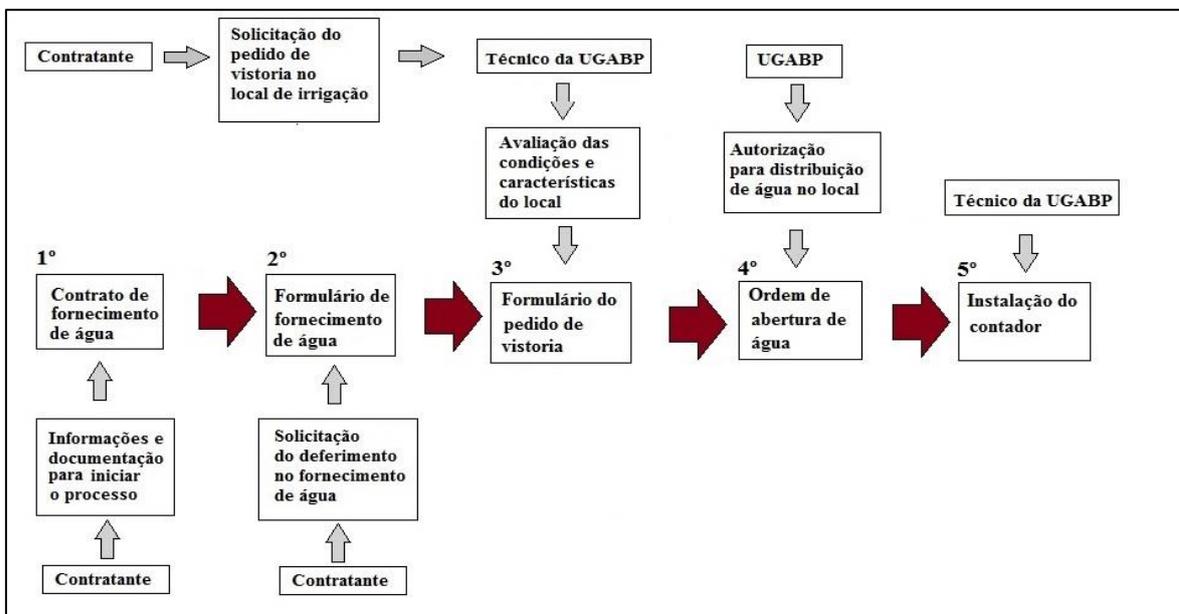
Tabela 1. Características técnicas da Barragem do Poilão segundo projeto original.

Dado	Característica	Observações
Capacidade útil	Volume 1,2 hm <sup>3</sup>	16,7 ha de área inundada
Capacidade máxima	Volume 1,7 hm <sup>3</sup>	17,6 ha de área inundada
Vazão de retirada	671.000 m <sup>3</sup> /ano	Com 85% de garantia
Área a ser irrigada	65 ha	-
Perdas	Infiltração, evaporação, retirada ilegal	-
Evaporação do lago	1441 mm/ano	Média da estação seca
Afluentes de sedimentos	34.600 t/ano	Aporte médio

Fonte: Adaptado de Teixeira (2011).

O contrato de água entre o agricultor e a UGABP é composto por diferentes etapas que são apresentadas na Figura 2. Após o processo de contratação ser finalizado, ocorrem observações mensais de cada contador pelos funcionários responsáveis, sendo feita uma cobrança mensal de acordo com o volume utilizado de água, sendo responsabilidade do agricultor o deslocamento até a Unidade para realizar o pagamento do valor. Assim, cada parcela de irrigação cadastrada pelos usuários recebe um contador para registro do consumo de água e para controle de uma possível interrupção da distribuição caso ocorra falta de pagamento.

Figura 2. Fluxograma do processo de contratação de água pelos agricultores e suas etapas.

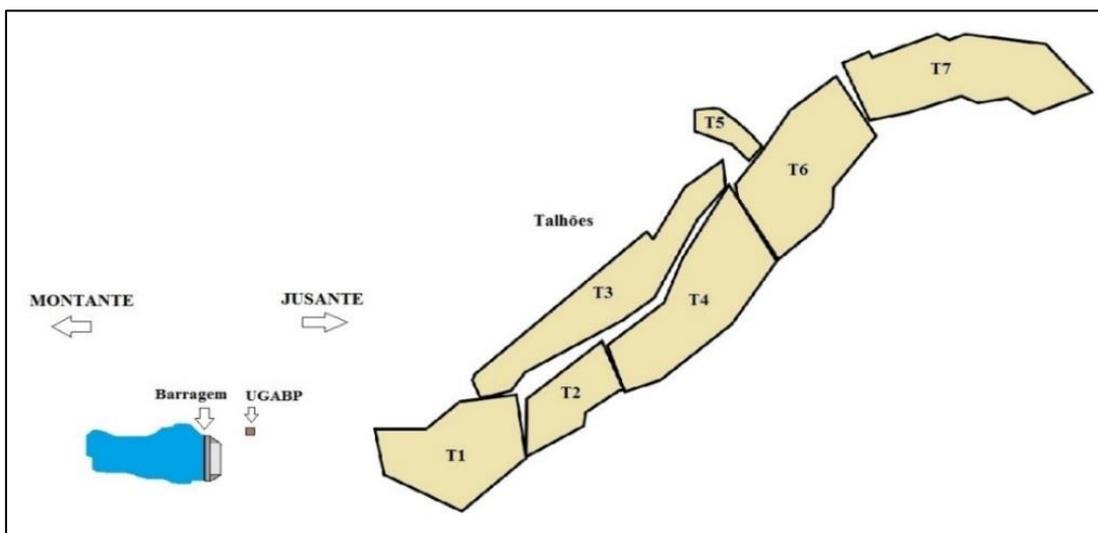


Fonte: Rubmara K. Oliveira

No projeto original da barragem, foi realizada uma divisão em sete talhões denominados de T1, T2, T3, T4, T5, T6 e T7 para planejamento da área a ser irrigada (Figura 3). Segundo

dados fornecidos pela UGABP em 2015, neste local, o número total de agricultores contratantes de água estava em torno de 164, sem considerar que cada agricultor pode possuir uma ou mais áreas cadastradas em diferentes talhões. Além desta divisão, existem outras localidades que recebem água proveniente da barragem para irrigação, possuindo um sistema de distribuição de água com características específicas para cada localidade.

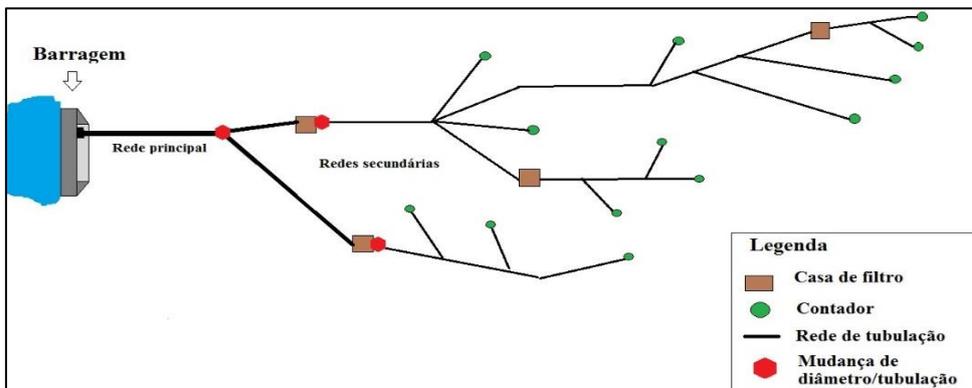
Figura 3. Localização dos talhões de irrigação segundo o projeto original da barragem.



Fonte: Rubmara K. Oliveira (Com base no mapeamento físico disponível na UGABP)

A rede de distribuição de água pela barragem é ramificada (Figura 4), sendo que, a partir da barragem, a água é distribuída por meio de tubulações principais e secundárias até os contadores. Fazem parte do sistema de distribuição sete casas de filtro localizadas em cada um dos talhões, onde cada uma destas casas possui um filtro de disco e um filtro de areia para filtragem da água da barragem. Segundo informações da UGABP, a manutenção em caso da barragem estar com alto volume de água, é realizada a cada 3 dias com a lavagem dos discos e o filtro de areia é trocado a cada ano. No caso de a barragem estar com baixo volume de água, a filtragem da água não é realizada, sendo feita a passagem direta pela tubulação, pois é declarado que acarreta em uma perda de carga que dificulta o processo.

Figura 4. Esquemática da rede ramificada de distribuição de água da barragem até as parcelas irrigadas.



Fonte: Rubmara K. Oliveira

A cobrança pelo volume de água utilizado em  $m^3$  é dependente do tipo de irrigação realizado pelo agricultor, declarada no momento do contrato, sendo cobrado um valor de 15 escudos/ $m^3$  para quem realiza irrigação por gotejamento e de 25 escudos/ $m^3$  para a irrigação por alagamento, correspondendo à um valor aproximado de 0,14 euros/ $m^3$  e 0,23 euros / $m^3$  o equivalente a 0,56 reais/ $m^3$  e 0,92 reais/ $m^3$ , respectivamente (para a conversão em euros, foi utilizada a conversão de 1 euro equivalendo a 110 escudos cabo-verdianos e, para reais, a correspondência de 1 real para 27 escudos cabo-verdianos). Com a diminuição da água armazenada pela barragem diante de um período de menor quantidade de chuvas, em 2014 foi implantado um sistema de distribuição de água de acordo com dias e horários para cada talhão, seguindo um calendário elaborado pela Unidade de Gestão (Tabela 2), totalizando 7 horas semanais de disponibilidade de água para cada talhão.

Tabela 2. Calendário da Unidade de Gestão de Água da Barragem do Poilão para distribuição de água para cada talhão de irrigação.

Dia da semana	Talhões e horários
Segunda	<b>T7</b> – 8:30 às 11:30 / <b>T6</b> – 11:30 às 15:30
Terça	<b>T3 e T4</b> – 8:30 às 11:30 / <b>T1, T2 e T5</b> – 11:30 às 15:30
Quarta	Sem distribuição para os talhões
Quinta	<b>T6</b> – 8:30 às 11:30 / <b>T7</b> – 11:30 às 15:30
Sexta	<b>T1, T2 e T5</b> – 8:30 às 11:30 / <b>T3 e T4</b> – 11:30 às 15:30

Fonte: Adaptado de material físico presente na UGABP (Unidade de Gestão da Barragem do Poilão).

#### 4. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo dados da FAO (2015), a irrigação é um componente importante na segurança alimentar, pois representa 20% do total de áreas cultivadas no mundo, contribuindo com 40% do total de alimentos produzidos. Mais de 40% da área equipada para irrigação a nível mundial está localizada em apenas dois países, sendo eles China e Índia. Também, cerca de 60% da área equipada para irrigação é provida por água superficial de rios, lagos e reservatórios por meio de bombeamento ou desvios, 38% utiliza água subterrâneas provenientes de poços e 2% do uso direto de águas residuais municipais.

De acordo com Vieira (2003), os desafios relacionados à gestão integrada de recursos hídricos no Semi-Árido brasileiro são definidos nos itens de *a* até *j*, como sendo:

*a) Segurança de obras hidráulicas* – É essencial a existência de monitoramento e controle, com medidas de inspeções e manutenções, assim como o planejamento de operações diante de diferentes situações climáticas, como secas prolongadas.

*b) Interação vertical do planejamento* – Necessidade de integração entre o meio político, técnico e científico com uma comunicação direta entre os mesmos. Conhecimento das potencialidades, disponibilidades, demandas, vulnerabilidades, pontos críticos e cenários com as diversas possibilidades.

*c) Articulação interinstitucional* – Utilização de mecanismos que proporcionem uma articulação entre os diversos setores para que o planejamento seja fruto de colaboração entre eles e as relações sejam consolidadas.

*d) Uso da água como bem econômico* – Consolidação do reconhecimento do valor econômico da água e realizada sua caracterização segundo a mobilidade, mutabilidade e variabilidade. O comportamento do regime hidrológico deve ser estudado e acompanhado para que seu conhecimento seja ferramenta para o processo decisório.

Dentro deste tópico, no estudo realizado por Meirelles (2009), foi concluído que a cobrança de água por volume foi considerada efetiva no processo de mudança dos hábitos de agricultores, sendo a cobrança por área gerou desperdícios na região onde o estudo foi realizado.

*e) Controle hidro-ambiental de bacias* – Com objetivo da preservação e proteção dos recursos hídricos para conservação do ambiente.

Setti (2001) aponta que o controle dos recursos hídricos é necessário devido às alterações qualitativas provocadas pelo assoreamento em razão da erosão do solo urbano e rural,

bem como do lançamento de poluentes e detritos. A preservação está associada ao processo de manutenção dos padrões qualitativos e quantitativos da água para seus diversos usos.

**f) Capacitação institucional e tecnológica** – Desenvolvimento e adaptação de tecnologias adequadas ao local tendo em vista o desenvolvimento.

Segundo Effertz et al. (2002), no que trata da assistência técnica à distritos de irrigação na área de operação e manutenção de toda a infraestrutura do projeto e na produção agrícola, devem ser considerados os seguintes pontos: 1 – Fornecimento de informações atualizadas sobre tecnologias de manejo, critérios atualizados sobre operação, manutenção de estruturas, sistemas e dados de pesquisa, também o auxílio com questões específicas com recomendações técnicas apropriadas; 2 – Manejo e conservação de água para maior eficiência dos recursos, evitando perdas e preservando a qualidade da água com medidas que resultem em uma programação da irrigação de acordo com as necessidades hídricas dos cultivos, por meio da previsão de datas de irrigação e quantidade de água necessária a ser irrigada. Assim também, considerando o sistema de distribuição de água para evitar perdas operacionais com base nos fatores climatológicos e características de cultivo para cada parcela de irrigação.

**g) Participação da sociedade** – O papel da sociedade na gestão é indispensável, pois o acompanhamento nas atividades do gerenciamento resulta em uma maior participação ao processo decisivo.

Jacobi & Barbi (2007) apontam que, para a existência de uma gestão democrática, integrada e compartilhada que seja consolidada, é fundamental o fortalecimento dos espaços deliberativos. A atuação efetiva nos processos de decisão que são de interesse público é consequência da presença crescente de diversidade dos atores. Assim, à medida que a participação pública aumenta, resulta na determinação da ampliação dos espaços de articulação sobre o processo de gestão.

**h) Outorga e domínio das águas** – Determinação do domínio sobre as águas e vazões de retirada.

Em Cabo Verde, a Lei n.º 41/II/84 de 18 de Junho aprova o Código de Águas, onde estabelece as bases gerais do regime jurídico de propriedade, proteção, conservação, desenvolvimento, administração e uso dos recursos hídrico, onde a água em toda e qualquer forma, pertence ao Domínio Público do Estado e deve ser explorada e gerida pela Unidade Administrativa Central.

**i) Alerta para eventos extremos** – Desenvolvimento de ferramentas que captem os sinais de eventos extremos de seca para que seja possível a elaboração de decisões práticas do órgão gestor com antecedência e planejamento devidos.

*j) Gerenciamento de riscos* – Com base na dependência das atividades produtivas, elaboração de medidas preventivas, corretivas e mitigadoras que atuem com base nos riscos previamente conhecidos.

Em relação ao que é afirmado por Olson et al. (1993), para o consumo de água por irrigação, um grande desafio é a conciliação entre a economia da água sem que resulte em uma redução da produtividade e da conservação do ambiente. Em regiões com escassez hídrica, o manejo da água para utilização em irrigação deve ser planejado para uma máxima eficiência, evitando desperdícios e excessos. Para isto, deve existir um conhecimento prévio e bem elaborado dos componentes de eficiência para cada situação. O processo de planejamento e sua estruturação para irrigação devem ser adequados às necessidades de cada cultura e também das condições do meio. A implementação da irrigação depende da adequação dos equipamentos e do sistema de irrigação ao meio em que será inserido, visando um manejo racional e uma operação qualificada.

Para Andrade (2001), diversos fatores são considerados para a decisão de irrigar ou não, sendo destacado como o mais importante entre eles a quantidade e distribuição da precipitação. Outros fatores são o efeito da irrigação na produção dos cultivos e a necessidade hídrica dos mesmos, a qualidade e disponibilidade de água provida, o aumento de qualidade dos produtos, a possibilidade de mais ciclos de cultivo, uso mais intensivo da área e retorno de investimento na atividade agrícola praticada. Assim, afirmando que para selecionar o sistema de irrigação adequado, é necessário obter um ajuste entre as condições que existem no local e os sistemas de irrigação disponíveis.

## **5. ATIVIDADES REALIZADAS**

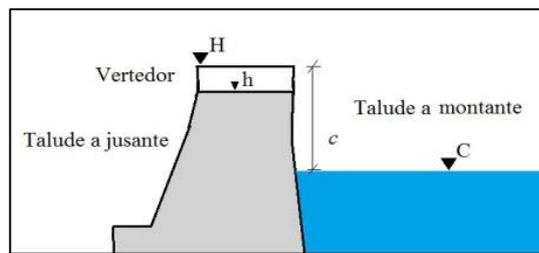
De acordo com planejamento prévio, foi elaborado um cronograma de atividades com objetivo de abordar um conjunto de ações que envolvessem a coleta de dados e a consulta de informações sobre a barragem envolvendo órgãos do governo e pesquisa, assim como os agricultores com áreas no perímetro irrigado à jusante da Barragem do Poilão. Dentro deste planejamento, foram estabelecidas visitas em diversos locais em busca de informações envolvendo os diferentes pontos de vista, sendo estas realizadas ao longo do período de março a julho. As atividades realizadas neste período são descritas a seguir.

### 5.1. Medições e estimativa do volume de água na barragem

Foram realizadas medições de altura de água na barragem com o objetivo de obter uma estimativa do volume de água armazenada durante o período de estudo. Para este objetivo, foi utilizada uma trena e uma pedra amarrada na ponta com objetivo de marcar o ponto zero para medição da altura de água. No total, foram realizadas 25 medições de altura de água em relação ao topo do maciço da barragem, sendo efetuadas duas medições semanais no período de março/2015 a junho/2015. Este procedimento foi realizado devido à ausência de uma régua de medição na barragem.

Para a apuração da cota de água, foi realizado o seguinte cálculo:  $C = H - (c - h)$ , sendo  $C$  a cota da água,  $c$  a medida entre o topo da barragem e a superfície da água,  $H$  a altura máxima da água segundo o projeto original da barragem e  $h$  a altura do vertedouro (Figura 5).

Figura 5. Esquema da coleta de medidas para estimativa da cota de água na barragem.

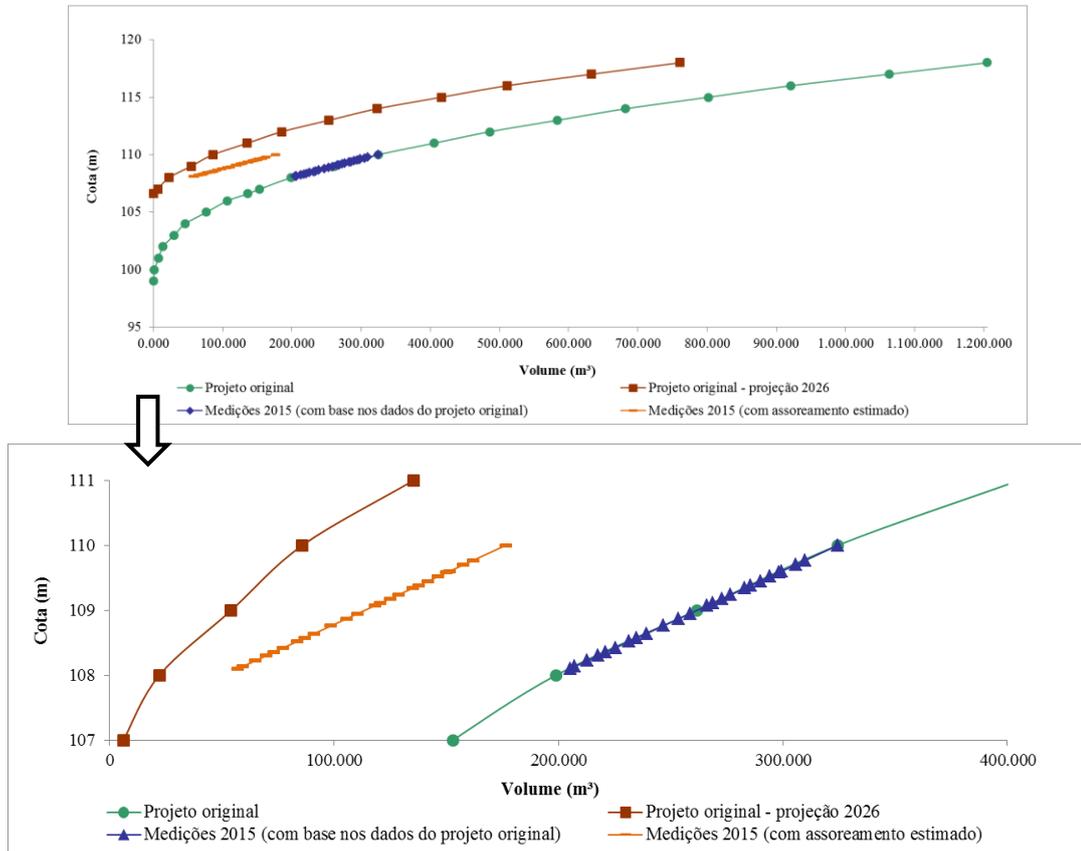


Fonte: Rubmara K. Oliveira

A estimativa do volume de água na barragem durante o período estudado foi obtida por meio de uma equação que envolve os dados do projeto original da barragem (Teixeira, 2011), assim como as cotas medidas semanalmente, onde  $X$  é o volume correspondente à cota medida,  $y$  é o volume do projeto original referente à cota inferior à medida,  $z$  é o volume do projeto original referente à cota superior à medida,  $a$  é a cota medida,  $b$  é a cota do projeto original inferior à medida e  $c$  sendo a cota do projeto original superior à medida, formando assim a formulação:  $X = y + \left[ \left( \frac{a-b}{c-b} \right) x (z - y) \right]$ . Segundo dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Investigação e Desenvolvimento Agrário (INIDA), em janeiro de 2015 foi realizada uma batimetria, onde foi constatada uma diminuição de 148.000 m<sup>3</sup> no volume estimado no projeto original, devido ao assoreamento na barragem (dados não publicados). Sendo assim, na Figura 6 é apresentada a relação cota x volume do projeto original da barragem, do volume calculado para o período de estudo a partir das medições realizadas com base no

projeto original e o volume calculado subtraindo o valor correspondente à redução no volume estimado através da batimetria realizada pelo INIDA.

Figura 6. Relação cota x volume da barragem em comparação de diferentes fontes de dados.



Fonte: Rubmara K. Oliveira

O volume de água entre a primeira medida e a última possui uma diferença de 119.220 m<sup>3</sup> a menos, correspondendo a uma diminuição de 1,9 m na cota de água. Com isso, durante o período de medições, houve uma diminuição de 1.419 m<sup>3</sup>/dia. Esta diminuição se dá devido à evaporação do lago e infiltração da água no solo, a retirada de água para irrigação das parcelas cadastradas e, também, de retiradas ilegais por agricultores que não possuem contrato de água na barragem e/ou estão localizados em zonas onde não é previsto o fornecimento de água.

## 5.2. Informações sobre a Agricultura de Sequeiro

Na época de chuvas que é compreendida entre os meses de agosto e outubro, a área de cultivo aumenta no perímetro de influência da barragem, pois além das áreas cultivadas dos talhões, existe outro sistema de cultivo denominado de *Agricultura de Sequeiro* (Moreira, 2008), presente nos locais que contornam esta área e normalmente ficam em pousio no resto do ano. Este sistema consiste no cultivo exclusivamente na época de chuvas. De acordo com a Direcção Nacional do Ambiente de Cabo Verde (2015), é realizado o plantio predominantemente do milho (*Zea mays*) e de algumas variedades de feijão (*Cajanus cajan*, *Lablab purpureus*, *Phaseolus vulgaris*, *P. Lunatus* e *Vigna sinensis*). Na Figura 7, é apresentado um calendário da agricultura de sequeiro resultante de visitas realizadas aos agricultores da área à jusante da barragem, sendo estruturado de acordo com as atividades e períodos específicos descritos por agricultores que adotam este sistema e apresentado a 22 usuários irrigantes da barragem que possuem áreas com agricultura de sequeiro, sendo aprovado por todos. Com isto, foi estabelecido este calendário com a relação das atividades e cronograma da agricultura de sequeiro realizada no perímetro à jusante da barragem, próximo aos talhões de irrigação.

Figura 7. Calendário de atividades da agricultura de sequeiro realizada na área de influência da barragem entre os meses de maio a março de cada ano.

Atividades	Meses											
	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
Preparo do solo e limpeza da área	■	■	■	■								
Capina				■	■	■	■					
Semeadura			■	■	■							
1ª colheita de grãos verdes						■	■					
Colheita de grãos maduros							■	■	■	■	■	
Recolhimento de palha e limpeza da área										■	■	■

Fonte: Rubmara K. Oliveira

As atividades realizadas na Agricultura de Sequeiro são descritas a seguir.

**Preparo do solo e limpeza da área:** a realização da limpeza da área com a retirada de vegetação, pedras e outros materiais que dificultam o cultivo e manejo do solo, assim como o revolvimento do solo.

**Semeadura:** a operação manual em que as sementes de milho e feijão são jogadas no campo preparado anteriormente.

**Capina:** uma atividade de limpeza na área semeada combatendo a vegetação espontânea onde geralmente são realizadas de duas a três capinas, dependendo da incidência de vegetação e necessidade de limpeza do solo cultivado.

**1ª colheita de grãos verdes:** uma atividade de colheita de algumas espécies de feijão com desenvolvimento mais rápido e milho.

**Colheita de grãos maduros:** consiste na colheita de feijão e milho já maduros para armazenamento.

**Recolhimento da palha e limpeza da área** onde ocorre a limpeza do local de cultivo com a retirada da palha e restos vegetais para início do período de pousio do solo.

Segundo os agricultores entrevistados, estas atividades dependem diretamente do período de chuvas que ocorre em cada ano, podendo sofrer alterações que adiantem ou retardem cada uma destas atividades.

### **5.3. Informações sobre a agricultura irrigada**

Com as observações feitas em campo e as informações fornecidas pelas diversas fontes oficiais de pesquisa e governamentais consultadas no período de estudo, foram estabelecidas definições a respeito da agricultura irrigada no perímetro à jusante da barragem, sendo caracterizada por alguns principais aspectos como as espécies cultivadas, o tipo de irrigação praticada e o ordenamento dos cultivos no campo.

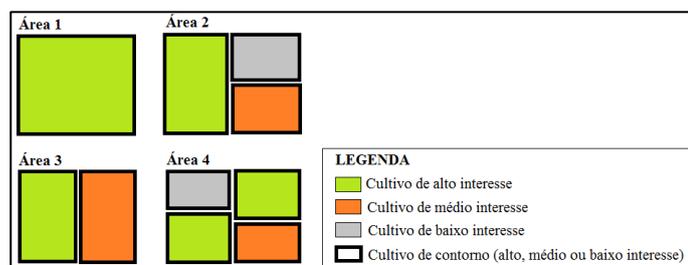
As espécies mais presentes nas áreas em diferentes épocas e sendo cultivadas com maior regularidade são definidas neste trabalho como tradicionais. Já as espécies cultivadas em maior irregularidade e com maior variação de presença e/ou permanência nas áreas de cultivo, são definidas como secundárias. Foram classificadas como tradicionais as seguintes espécies: banana, cana, mandioca, batata, milho e mamão. As espécies secundárias foram tomate, cenoura, pimentão, repolho, couve, feijão, abóbora, cebola, pepino e coco. O cultivo de espécies consideradas secundárias é mais presente na época sem chuvas, o que indica uma maior diversidade de cultivos nesta época. No período com chuvas, algumas áreas nos talhões que estão dentro do perímetro alagado pelo excedente da barragem, diminuem a possibilidade de cultivos diferenciados nestes locais. Também, devido a maior disponibilidade hídrica, ocorre a possibilidade de implementar uma maior área com agricultura de sequeiro, permanecendo nas áreas uma quantidade maior dos cultivos que ficam no campo durante as duas épocas como, por exemplo, a banana, a cana e o mamão. Segundo informações dos agricultores e dos técnicos

da barragem, o Talhão 3 é o único que não permanece alagado durante o período de chuvas, o que resulta em cultivo mais intenso nesta área do que nos outros Talhões.

A irrigação realizada pode ser classificada em irrigação por gotejamento e irrigação por alagamento. As duas técnicas possuem características próprias e definem o ordenamento dos cultivos no campo. A irrigação por gotejamento consiste na distribuição no local de um sistema de irrigação por gotejamento que separa em linhas o terreno e os cultivos são realizados conforme a distribuição dos locais de queda da gota d'água. A irrigação por alagamento pode ser definida pela estruturação de canais principais e secundários de distribuição de água na área e a escavação de covas onde são cultivadas espécies no seu contorno.

Nos locais com agricultura irrigada, podem ser encontradas diferentes conformações de cultivo envolvendo espécies de principal, médio e baixo interesse ao agricultor, podendo ser espécies tradicionais ou secundárias. Geralmente, o contratante possui uma área total que é dividida em pequenas áreas com cultivos diferenciados, que podem ter ordenamentos e espécies variando conforme a necessidade ou exigência do mercado nas diferentes épocas do ano. Na Figura 8, pode ser visualizado um esquema com as principais formações encontradas à campo envolvendo as diferentes espécies de interesses variados. Nas áreas com cultivo de maior interesse, ainda podem ser encontradas plantas de médio ou baixo interesse ao agricultor espalhadas pela área ocupada por uma cultura principal de forma aleatória. Em cada sub-área, geralmente ocorre o cultivo no seu entorno de uma outra espécie, podendo ser de alto, médio ou baixo interesse ao agricultor, existindo neste local para complementar a produção ou para autoconsumo. Portanto, ocorre um alto aproveitamento de cada parcela gerando uma variedade de espécies cultivadas.

Figura 8. Esquema exemplificando quatro principais arranjos encontrados nas áreas com cultivos agrícolas do perímetro irrigado à jusante da barragem.



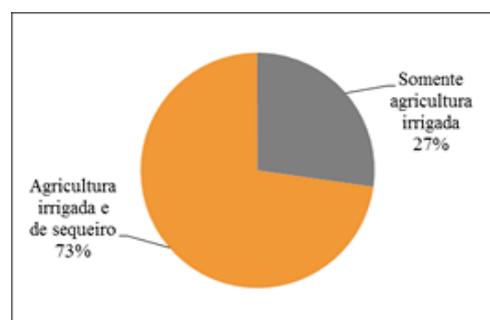
Fonte: Rubmara K. Oliveira

#### 5.4. Inquéritos realizados com agricultores no perímetro de irrigação à jusante da Barragem do Poilão

Nas visitas ao perímetro irrigado à jusante da Barragem do Poilão, que se desenvolveram ao longo dos meses de março/2015 até junho/2015, sendo em sua maioria de segundas às sextas durante o dia, foram realizadas observações a respeito das condições de manejo dos cultivos e da irrigação à jusante da barragem. Inicialmente, foram feitas observações no terreno e, a partir dessa primeira etapa, constatou-se que existiam alguns principais aspectos que poderiam ser encontrados em diferentes situações dentro da área de irrigação. A partir das observações e informações coletadas, foi elaborado um modelo de questionário para realização de inquéritos aos agricultores responsáveis por áreas dentro dos talhões 1 a 7, no qual envolve questões a respeito de localização das áreas, produção agrícola e utilização da água de irrigação (APÊNDICE A). Foram entrevistados 29% do total de agricultores cadastrados com áreas nos talhões 1 a 7, no período de Março/2015 a Junho/2015.

Entre os agricultores entrevistados, 73% possuem áreas próximas ao perímetro de irrigação com agricultura de sequeiro, além das áreas dentro deste perímetro. Outros 27% cultivam em áreas no perímetro de irrigação à jusante da barragem e não praticam agricultura de sequeiro (Figura 9). Sobre a agricultura de sequeiro, 88% dos agricultores declaram cultivar apenas milho e algumas espécies de feijão e 12% declaram que, além destas, cultivam mandioca.

Figura 9. Percentagem de realização da agricultura de sequeiro e agricultura irrigada entre os usuários entrevistados.

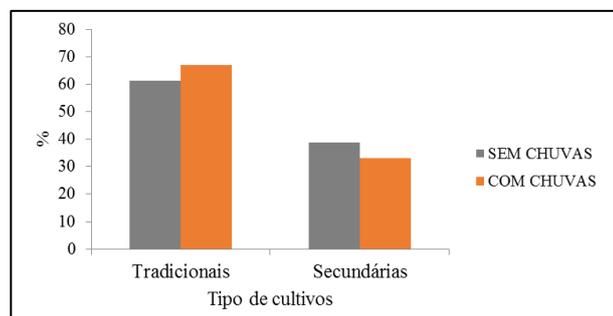


Fonte: Rubmara K. Oliveira

Na época sem chuvas, 61% do que é cultivado pelos entrevistados são as espécies tradicionais e 39% são secundárias. No período com chuvas, 67% tradicionais e 33% secundárias. Considerando o total de cultivos por área, 54% correspondem à época sem chuvas

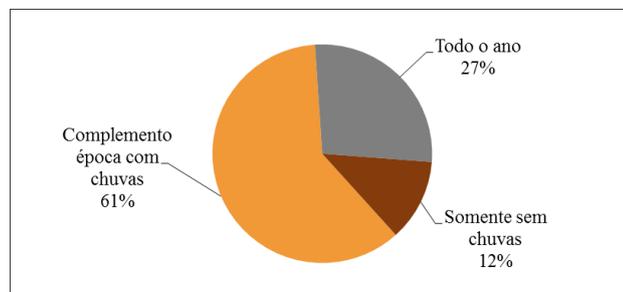
e 46% correspondem à época com chuvas. Sendo assim, existe uma maior variedade de cultivos no período sem chuvas com uma menor variedade no período com chuvas devido a uma maior ocupação das áreas por cultivos tradicionais (Figura 10). Considerando o período de irrigação, 27% utilizam a água durante o ano todo sem intervalo de interrupção devido à preocupação dos agricultores com a irregularidade das chuvas, 12% irrigam somente no período sem chuvas e 61% utilizam a água para irrigação no período sem chuvas sendo que, no período com chuvas, irrigam como complemento (Figura 11).

Figura 10. Tipos de cultivos presentes nas épocas com chuva e sem chuva no perímetro irrigado.



Fonte: Rubmara K. Oliveira

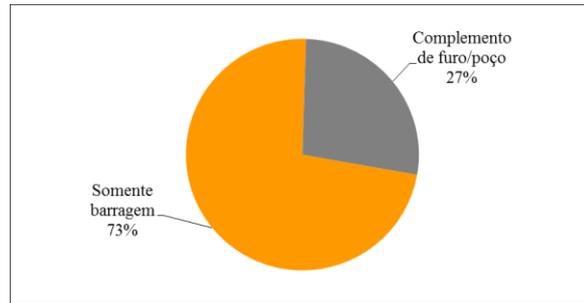
Figura 11. Períodos de utilização da água para irrigação



Fonte: Rubmara K. Oliveira

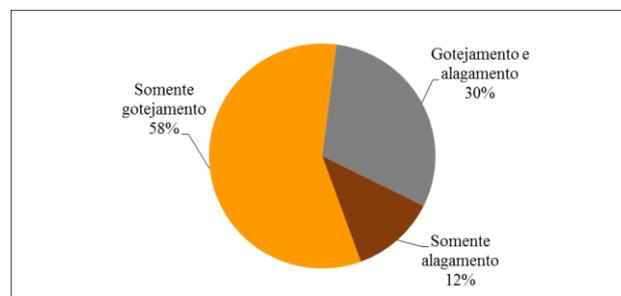
Sobre a fonte da água para irrigação, 73% dos contratantes de água utilizam da barragem como a única fonte de água. Outros 17% utilizam água de furo e/ou poço como complemento da água da barragem para a irrigação (Figura 12). A respeito do método de irrigação utilizado, 58% dos agricultores praticam a irrigação por gotejamento em todos os cultivos, 12% praticam a irrigação por alagamento em todos os cultivos e 30% praticam a irrigação por gotejamento e alagamento nos cultivos (Figura 13).

Figura 12. Fonte de água para irrigação.



Fonte: Rubmara K. Oliveira

Figura 13. Técnicas de irrigação.

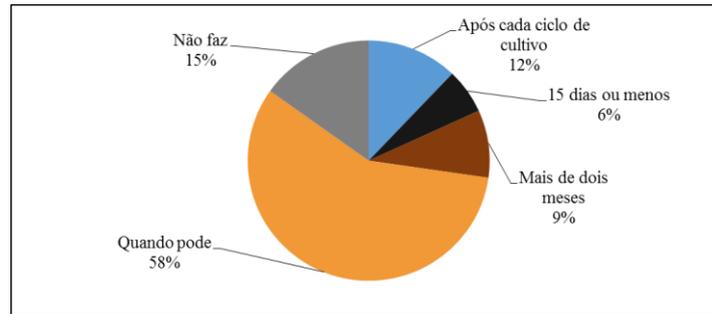


Fonte: Rubmara K. Oliveira

Somente 6% dos usuários declaram realizar vistorias e manutenções nos equipamentos de irrigação a cada 15 dias ou menos, 12% declara realizar depois de cada ciclo de cultivo, 9% declara que realiza uma vistoria ou manutenção em um período maior que dois meses, 58% declara que realiza as inspeções “quando pode” e 15% afirma que não realiza vistoria ou manutenção (Figura 14). Estes últimos, geralmente afirmam que não realizam vistoria ou manutenção devido ao fato de realizar irrigação por alagamento e, como consequência, segundo os mesmos, não sendo necessária a realização de manutenção.

Na perspectiva de falta do fornecimento de água na barragem, 40% dos agricultores declaram que não iniciam o ciclo de cultivo de outra espécie na área até que o fornecimento de água seja normalizado, 53% buscaria outra fonte de água para que não seja interrompido o ciclo de cultivo, 3% declara que esperaria que ocorresse chuva antes da falta de água na barragem e 3% não sabe o que fazer no caso da falta de água na barragem.

Figura 14. Periodicidade de manutenção dos equipamentos de irrigação pelos agricultores.

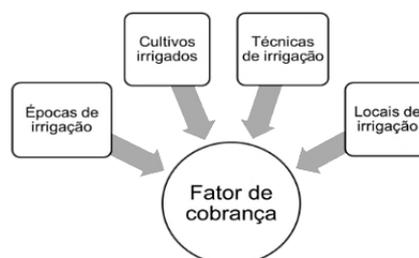


Fonte: Rubmara K. Oliveira

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o cumprimento do cronograma estabelecido e com as informações obtidas e dados coletados no campo sobre a utilização da água pelos usuários cadastrados na UGABP, é possível afirmar que ocorre uma relação entre quatro fatores principais e a eficiência na utilização da água neste local. Estes fatores são caracterizados pelas diferentes épocas de irrigação definidas pelos períodos sem chuvas e com chuvas, os tipos de cultivos irrigados, as técnicas de irrigação e os locais de irrigação. A partir desta relação, é apresentada uma alternativa para a taxa de cobrança atual que é realizada pela UGABP. Esta alternativa possui uma variação em relação à interação destes fatores para a composição de um fator de cobrança único para cada situação resultante das relações dos fatores, sendo composto pelas diferentes formas de manejo e utilização da água para irrigação em cada parcela. Na Figura 15, pode ser observada a composição do fator de cobrança da água para irrigação.

Figura 15. Elaboração do fator de cobrança da água.



Fonte: Rubmara K. Oliveira

Primeiramente, é calculado um valor de cobrança (V), onde são considerados os custos totais do ano anterior (CT), somado a 20% deste valor que corresponde a um fundo de reserva para diferença de custos de um ano para outro e retorno para o perímetro irrigado em forma de

melhorias na distribuição, novas tecnologias e treinamentos para os agricultores, em relação ao volume em m<sup>3</sup> de água distribuída no ano anterior (*vol*), por meio da fórmula  $V = \frac{CT + 20\%}{vol}$ .

O coeficiente de cobrança ( $\Theta$ ), é um valor tabelado que foi elaborado a partir das condições de influência sobre o consumo e a utilização da água para irrigação. Cada fator que compõe o coeficiente de cobrança possui algumas condições básicas que variam conforme a maneira em que podem ser encontradas a campo, correspondendo a uma maior ou menor eficiência de irrigação. Considerando o somatório das variações de fatores correspondentes à eficiência pode ser obtido um valor de até 0,8, que é o valor máximo possível para o coeficiente de cobrança final correspondente a um acréscimo de até 80% do valor de cobrança (*V*). Na Tabela 3, são apresentados os fatores, as condições e os coeficientes atribuídos para cada interação possível. Com o valor de cobrança (*V*) e o coeficiente de cobrança tabelado ( $\Theta$ ), pode ser obtido o valor total (*VT*) da taxa de cobrança mensal por m<sup>3</sup> consumido para cada parcela de irrigação cadastrada, onde a fórmula é  $VT = V \times (1 + \theta)$ .

Tabela 3. Formulação do coeficiente de cobrança.

Fatores considerados	Condições	Fator	Coefficiente
Época de irrigação	Sem Chuvas (dezembro à junho)	<b>1</b>	0,08
	Com Chuvas (agosto à outubro)	<b>2</b>	0,05
	Sem e Com Chuvas	<b>3</b>	0,10
Cultivo irrigado	Frutíferas (F)	<b>a</b>	0,05
	Plantas de Lavoura (PL)	<b>b</b>	0,10
	Hortaliças (H)	<b>c</b>	0,15
	F e PL	<b>d</b>	0,075
	F e H	<b>e</b>	0,10
	PL e H	<b>f</b>	0,125
	F, PL e H	<b>g</b>	0,10
Irrigação	Gotejamento	<b>7</b>	0,05
	Alagamento	<b>8</b>	0,25
	Gotejamento e Alagamento	<b>9</b>	0,20
Local de irrigação	T1 a T7	<b>x</b>	0,05
	Outros locais	<b>y</b>	0,30
	T1 a T7 e Outros locais	<b>z</b>	0,20

Fonte: Rubmara K. Oliveira

Os dados de época de irrigação compreendem o período sem chuvas, que se desenvolve entre os meses de dezembro e junho, assim como o período com chuvas, que compreende os meses de dezembro a junho. Os meses de transição, que são julho e novembro, são inseridos em qualquer uma das épocas. Para os dados sobre o tipo de cultivo irrigado, foi considerada a Tabela 4, pois apresenta uma referência média para dados de demanda hídrica dos cultivos no local. De acordo com a espécie e o grupo em que se encontra, determinará uma maior ou menor exigência hídrica. Em um período de um ano de cultivo, uma espécie com menor ciclo e cultivada mais de uma vez pode vir a possuir uma demanda hídrica, nesse período, superior a uma espécie com ciclo mais longo ou perene. Em situações onde ocorre o cultivo de mais de uma espécie principal na mesma parcela como, por exemplo, uma frutífera e uma hortaliça, pode ser considerada uma média entre os dois valores.

Tabela 4. Valores estimados de Evapotranspiração (ETP) dos cultivos de diferentes categorias.

Meses	ETP média (mm) <sup>1</sup>	Cultivos <sup>2</sup>									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 <sup>3</sup>
		ETP cultivos (mm)									
Janeiro	97	87	82	75	82	68	60	78	96	95	82
Fevereiro	95	86	81	73	81	67	59	76	94	93	81
Março	107	96	91	82	91	75	66	86	106	105	91
Abril	107	96	91	82	91	75	66	86	106	105	91
Mai	116	104	99	89	99	81	72	93	115	114	99
Junho	115	104	98	89	98	81	71	92	114	113	98
Julho	108	97	92	83	92	76	67	86	107	106	92
Agosto	103	93	88	79	88	72	64	82	102	101	88
Setembro	98	88	83	75	83	69	61	78	97	96	83
Outubro	107	96	91	82	91	75	66	86	106	105	91
Novembro	100	90	85	77	85	70	62	80	99	98	85
Dezembro	98	88	83	75	83	69	61	78	97	96	83

<sup>1</sup> Fonte: Teixeira (2011) - Valores médios mensais de evapotranspiração à montante da Barragem de Poilão no período de 1973 – 2010 sem preenchimento de falhas.

<sup>2</sup> Cultivos classificados em: 1- Vegetais de pequeno porte (Cenoura, Couve, Repolho e Cebola); 2 - Vegetais da família *Solanaceae* (Pimentão e Tomate); 3 - Vegetais da família *Cucurbitaceae* (Abóbora e Pepino); 4 - Raízes e tubérculos (Mandioca de primeiro e segundo ano e Batata); 5 – Legumes (Feijão verde e maduro); 6 – Cereais (Milho para grão); 7 - Cana-de-açúcar; 8 – Banana; 9 – Palmeiras (Coqueiro). Fonte: FAO (1998).

<sup>3</sup> Cultivo classificado: 10 – Mamoeiro. Fonte: Montenegro et al. (2004).

Para elaboração do coeficiente de cobrança é realizado um somatório para cada usuário de água das condições correspondentes a cada fator. Com isto, é elaborada para cada área do agricultor cadastrado, uma formulação das condições que correspondem a um valor de coeficiente específico. Sendo assim, cada valor de coeficiente correspondente aos diferentes locais de irrigação com características específicas (Figura 16). O objetivo da proposição é que um local onde existem condições que integram uma fórmula de maior eficiência no consumo e utilização da água resulte em um menor VT em comparação a um local com menor eficiência.

Figura 16. Matriz de interação entre as diferentes condições de manejo possíveis para elaboração de cada coeficiente de cobrança ( $\Theta$ )

		1	2	3			1	2	3
7	x	0.23	0.20	0.25	e	0.28	0.25	0.30	
	y	0.48	0.45	0.50		0.53	0.50	0.55	
	z	0.38	0.35	0.40		0.43	0.40	0.45	
8	x	0.43	0.40	0.45	e	0.48	0.45	0.50	
	y	0.68	0.65	0.70		0.73	0.70	0.75	
	z	0.58	0.55	0.60		0.63	0.60	0.65	
9	x	0.38	0.35	0.40	e	0.43	0.40	0.45	
	y	0.63	0.60	0.65		0.68	0.65	0.70	
	z	0.53	0.50	0.55		0.58	0.55	0.60	
7	x	0.28	0.25	0.30	f	0.31	0.28	0.33	
	y	0.53	0.50	0.55		0.56	0.53	0.58	
	z	0.43	0.40	0.45		0.46	0.43	0.48	
8	x	0.48	0.45	0.50	f	0.51	0.48	0.53	
	y	0.73	0.70	0.75		0.76	0.73	0.78	
	z	0.63	0.60	0.65		0.66	0.63	0.68	
9	x	0.43	0.40	0.45	f	0.46	0.43	0.48	
	y	0.68	0.65	0.70		0.71	0.68	0.73	
	z	0.58	0.55	0.60		0.61	0.58	0.63	
7	x	0.33	0.30	0.35	g	0.28	0.25	0.30	
	y	0.58	0.55	0.60		0.53	0.50	0.55	
	z	0.48	0.45	0.50		0.43	0.40	0.45	
8	x	0.53	0.50	0.55	g	0.48	0.45	0.45	
	y	0.78	0.75	0.80		0.73	0.70	0.75	
	z	0.68	0.65	0.70		0.63	0.60	0.65	
9	x	0.48	0.45	0.50	g	0.43	0.40	0.45	
	y	0.73	0.70	0.75		0.68	0.65	0.70	
	z	0.63	0.60	0.65		0.58	0.55	0.60	
7	x	0.26	0.23	0.28	d	0.26	0.23	0.28	
	y	0.51	0.48	0.53		0.51	0.48	0.53	
	z	0.41	0.38	0.43		0.41	0.38	0.43	
8	x	0.46	0.43	0.48	d	0.46	0.43	0.48	
	y	0.71	0.68	0.73		0.71	0.68	0.73	
	z	0.61	0.58	0.63		0.61	0.58	0.63	
9	x	0.41	0.38	0.43	d	0.41	0.38	0.43	
	y	0.66	0.63	0.68		0.66	0.63	0.68	
	z	0.56	0.53	0.58		0.56	0.53	0.58	

LEGENDA:

Época de irrigação: **1** - Sem Chuvas (dezembro a junho); **2** - Com Chuvas (agosto a outubro); **3** - Sem e Com Chuvas.

Cultivo irrigado: **a** - Frutíferas (F); **b** - Plantas de Lavoura (PL); **c** - Hortaliças (H); **d** - F e PL; **e** - F e H; **f** - PL e H; **g** - F, PL e H.

Tipo de irrigação: **7** - Gotejamento; **8** - Alagamento; **9** - Gotejamento e Alagamento.

Local de irrigação: **x** - T1 a T7; **y** - Outros locais; **z** - T1 a T7 e Outros locais.

São atribuídos os maiores valores para o fator de técnica de irrigação devido à expectativa de alcançar um melhor planejamento dos agricultores sobre a quantidade de água a ser distribuída em cada área, aumentando a eficiência de consumo para que as necessidades hídricas das plantas em cada fase de desenvolvimento sejam atendidas devidamente, evitando perdas desnecessárias. Assim, também é atribuído um valor maior para o coeficiente referente aos locais de irrigação que estão fora dos talhões 1 a 7, que compõem o projeto original de irrigação, pois os locais que estão fora deste perímetro estabelecido no planejamento de irrigação do projeto original da barragem possuem uma demanda de equipamentos e manutenção não previstos anteriormente.

Como exemplo, na Tabela 5, são considerados os valores fornecidos pela UGABP referentes ao ano de 2014 de Custos e Despesas totais (CT) de 4.949.390,00 Escudos e Volume de Água fornecida total de 436.613 m<sup>3</sup> para os talhões de 1 a 7. Por meio desta simulação com algumas das diferentes situações possíveis dos fatores, são obtidos diferentes VT correspondentes à cada uma, apresentando a variação do valor total em relação ao manejo adotado aos fatores.

Tabela 5. Exemplo de Valores Totais de cobrança da água.

V	Fórmula	$\Theta$	VT (Escudos/m <sup>3</sup> )	VT (Euros <sup>1</sup> /m <sup>3</sup> )	VT (Reais <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )
14	1b7x	0,28	17	0,15	0,43
	1c9y	0,73	24	0,22	0,60
	2a7y	0,45	20	0,18	0,50
	2c8z	0,65	22	0,20	0,55
	3b7y	0,55	21	0,19	0,53
	3c8y	0,8	24	0,22	0,60

<sup>1</sup>Valor de conversão para Euros (€): 110 Escudos = 1 Euro; <sup>2</sup>Valor de conversão para Reais (R\$): 40 Escudos = 1 Real.

Fonte: Rubmara K. Oliveira

Pode ser observado que, para cada situação, ocorre a atribuição de um coeficiente diferente sendo que, à medida que a eficiência é maior, o VT é menor, assim como uma menor eficiência corresponde a um VT maior. O objetivo desta formulação é que o agricultor tenha acesso à informação da formulação do cálculo de cobrança da tarifa da água correspondente ao seu manejo dos fatores abordados e, com isto, tenha a possibilidade de buscar alternativas que resultem numa diminuição do VT através de medidas que aumentem a eficiência da utilização de água para irrigação.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio dos dados coletados, foi possível gerar informações que auxiliam no processo de planejamento da gestão da barragem. O acompanhamento e a continuidade da coleta de dados e a transformação destes em produtos que auxiliem e incentivem no desenvolvimento da região é importante, pois funciona como um sistema em movimento, que sofre influência de vários fatores sociais, econômicos, políticos e ambientais. O monitoramento e controle da quantidade, da qualidade e da forma de distribuição da água é uma ferramenta essencial para que este processo funcione corretamente. A região necessita de estratégias que sejam fundamentadas em estudos prévios, pesquisas e coleta de informações continuamente para assim alcançar uma gestão mais qualitativa e que resulte em benefícios a todos os participantes do processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. L. T.. **Seleção do sistema de irrigação**. Circular Técnica nº 14. Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento. Sete Lagoas, MG. 2001.

BAPTISTA, I.; et al.. **Soil and water conservation strategies in Cape Verde (Cabo Verde in Portuguese) and their impacts on livelihoods: an overview from the Ribeira Seca Watershed**. Land, v. 4, n. 1, p. 22-44, 2015.

CABO VERDE. **Código de Águas**. Lei nº 41/II/84 de 18 de Junho. Disponível em: <[http://www.are.cv/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=35&Itemid=42](http://www.are.cv/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=35&Itemid=42)> Acesso em 30 Mar. 2016.

DIRECÇÃO NACIONAL DO AMBIENTE. **V Relatório nacional sobre o estado da biodiversidade em Cabo Verde**. Cabo Verde, Agosto de 2015. <<https://www.cbd.int/doc/world/cv/cv-nr-05-pt.pdf>>. Acesso em 30 Mar. 2015.

EFFERTZ, R.; OLSON, D.C.; VISSIA, R.; ARRUNATEGUI, H. **Operação e manutenção de projetos de irrigação**. In: Manual de Irrigação, vol. 4 . Brasília, 2002. 381p.

FAO. **Irrigation area visualizations**. AQUASTAT FAO's Information System on Water and Agriculture, date of preparation: February 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/infographics/index.stm>> Acesso em 3 Abr. 2016.

FAO. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Irrigation and drainage paper 56, Rome, 1998. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>> Acesso em 30 Mar. 2016.

FERREIRA, V. A. D. S. **Conflitos e Participação no uso da Água da Barragem de Poilão, Ilha de Santiago, Cabo Verde**. 1ª ed. Cabo Verde, 2015. 172p.

GONÇALVES, A. M. B. **Crescimento Demográfico e Desenvolvimento Sócio-económico do Concelho de Santa Cruz**. Cabo Verde, 2005. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/1898>> Acesso em 30 Mar. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico**. Cabo Verde, 2015. Disponível em: <[http://www.ine.cv/anuarios/Anuario\\_CV\\_2015.pdf](http://www.ine.cv/anuarios/Anuario_CV_2015.pdf)> Acesso em 30 Mar. 2016.

JACOBI, P., BARBI, F. **Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil**. *Revista Katálisis*. Florianópolis v. 10 n. 2, jul./dez. 2007, p. 237-244.

KOTTEK, M., GRIESER, J., BECK, C., RUDOLF, B., RUBEL, F. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated**. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>>. Acesso em 30 Mar. 2015.

MEIRELLES, F. S. C. **Cobrança por volume em sistemas coletivos de irrigação como instrumento de gestão da água**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado. 2009.

MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L.; LIMA, R. N. **Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará**. *Eng. Agrícola Botucatu*, v. 24, n. 2, p. 464-472, Aug. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v24n2/v24n2a27.pdf>>. Acesso em 30 Mar. 2016.

MOREIRA, L. B. **Agricultura na Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca (Santa Cruz)**. Trabalho Científico, Cabo Verde, 2008. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/2442>> Acesso em 30 Mar 2016.

OLSON, D. C., CLAY, D. E., KYSAR, L. N. **Planejamento geral de projetos de irrigação**. *Manual de Irrigação*, vol. 1. 1998. 373p.

SETTI, A.A. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. ANEEL/ANA, Brasília, DF. 2001. 328p.

TAVARES, J.P.; et al.. **Assessment and mapping of sensitive area to desertification in an insular sahelian mountain region—case study of the Ribeira Seca Watershed, Cabo Verde**. *Catena* 128:214–223, 20165. Disponível em: <<http://www.portaldoconhecimento.gov.cv/handle/10961/4066>>. Acesso em 30 Mar. 2015.

TEIXEIRA, J. J. L. **Hidrossedimentologia e disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica da Barragem de Poilão**. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2011.

VIEIRA, V. P. P. B. **Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 2, p. 7-17, 2003.

## APÊNCICES

Apêndice A. Modelo de questões do inquérito apresentado aos agricultores do perímetro irrigado à jusante da barragem.

Nome:	Talhão:	
<b>Parte 1: Produção/cultivos</b>		
ÉPOCA SEM CHUVAS		
ONDE PLANTA		
O QUE PLANTA		
ÉPOCA COM CHUVAS		
ONDE PLANTA		
O QUE PLANTA		
<b>Parte 2: Utilização de água</b>		
Onde utiliza, quando, como....		
<input type="checkbox"/> Barragem <input type="checkbox"/> Furo <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Outro	Observações: Época com chuva ou sem chuva / única fonte ou complemento	
<b>Parte 3: Irrigação</b>		
Época	<input type="checkbox"/> com chuvas	<input type="checkbox"/> sem chuvas
Culturas:		
Técnica de irrigação e em quais cultivos ( quais culturas são Gotejamento e/ou Alagamento):		
Manutenção		
<input type="checkbox"/> Faz/frequência <input type="checkbox"/> Não faz/motivo		