



## ANÁLISE DA GESTÃO HÍDRICA DA BARRAGEM DO POILÃO EM CABO VERDE

## ANALYSIS OF THE WATER MANAGEMENT OF THE POILÃO DAM IN CAPE VERDE

## ANÁLISIS DE LA GESTIÓN HÍDRICA DE LA REPRESA DEL POILÃO EN CABO VERDE

Rubmara Ketzer Oliveira<sup>1</sup>  
Fernando Setembrino Cruz Meirelles<sup>2</sup>  
Tárcio Rocha Lopes<sup>3</sup>

**Resumo:** A água é um elemento decisivo para o progresso econômico e social. Este trabalho tem como objetivo elaborar instrumentos que auxiliem na gestão da água para irrigação na Barragem do Poilão em Cabo Verde, visando à utilização consciente e planejada da água para irrigação pelos agricultores. Para isso, teve como principais atividades o acompanhamento dos processos de gestão da barragem e sua influência em cada área irrigada e uma pesquisa sobre a utilização da água para irrigação, sendo possível a realização de uma avaliação do processo de gestão da barragem e apresentação de alternativas para auxiliar no desenvolvimento do mesmo.

**Palavras-chave:** Água. Gestão. Barragem. Irrigação.

**Abstract:** Water is a decisive element for economic and social progress. The objective of this work is to develop instruments to assist in the management of water for irrigation in the Poilão dam in Cabo Verde, aiming at the conscious and planned use of water by farmers for irrigation. The main activities were the monitoring of the dam management processes and their influence in each irrigated area and a research on the use of water for irrigation, being possible to carry out an evaluation of the dam management process and presentation of alternatives to assist in the development of the same.

**Keywords:** Water. Management. Dam. Irrigation.

**Resumen:** El agua es un elemento decisivo para el progreso económico y social. Este trabajo pretende elaborar instrumentos que ayuden en la gestión del agua para riego en la Represa del Poilão en Cabo Verde, buscando la utilización consciente y planificada del agua para irrigación por los agricultores. Tuvo como principales actividades el acompañamiento de los procesos de gestión de la represa y su influencia en cada área irrigada y una investigación sobre la utilización del agua para riego, siendo posible la realización de una evaluación del proceso de gestión y presentación de alternativas para ayudar en el desarrollo del mismo.

**Palabras-clave:** Agua. Gestión. Presa. Riego.

<sup>1</sup> Mestranda. Universidade de São Paulo. E-mail: rubmara@usp.br.

<sup>2</sup> Professor. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: fernandomeirelles@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutorando. Universidade de São Paulo. E-mail: tarcio.lopes@usp.br.



## Introdução

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 e 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, onde a água em toda e qualquer forma, pertence ao Domínio Público do Estado e deve ser explorada e gerida pela Unidade Administrativa Central. A partir deste, vários outros instrumentos legais são apresentados visando a conservação ambiental e evolução dos instrumentos de gestão da água.

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 as explorações agrícolas familiares em Santiago, a agricultura de sequeiro representa um total de 82,8%, a agricultura irrigada 16,5%, a pecuária 82,8% e sistemas agroflorestais 4%. 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).

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.

Com base no exposto acima, este trabalho tem como objetivo elaborar alternativas de instrumentos que auxiliem no processo de manejo e gestão da água para irrigação na Barragem do Poilão da Bacia de Ribeira Seca situada na ilha de Santiago, tudo isso visando à utilização consciente e planejada da água para irrigação pelos agricultores.

## **Material e métodos**

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.

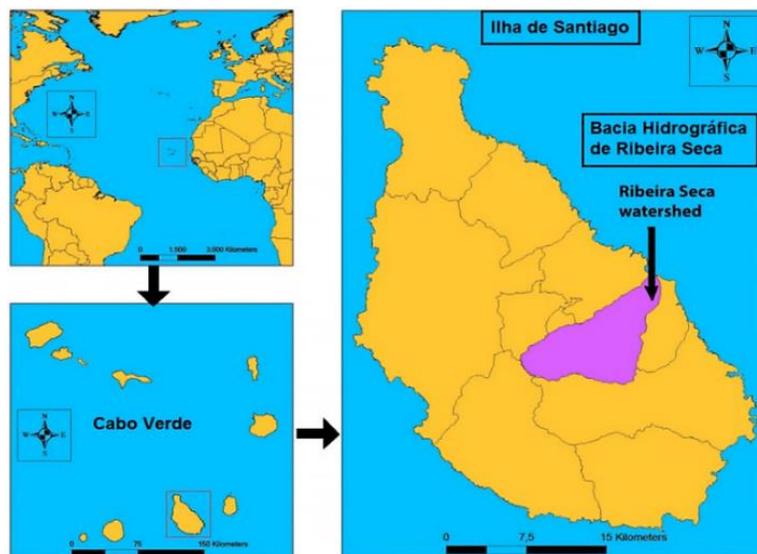


Figura 1. Localização de Cabo Verde, ilha de Santiago e Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca. Adaptado de Baptista, et al. (2015).

Santiago, assim como as outras ilhas de Cabo Verde, possui uma caracterização climática, segundo Kottek et al. (2006), como 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).

A Barragem do Poilão está inserida na Bacia hidrográfica de Ribeira Seca (Figura 1), em Santiago, com maciço localizado no ponto de coordenadas de  $15^{\circ}4'32.60''N$  e  $23^{\circ}33'14.34''W$ . Localizada na parte leste da ilha de Santiago, possui uma área de drenagem com aproximadamente  $72 \text{ km}^2$ . 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 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.

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
Afluente 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. 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. 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.

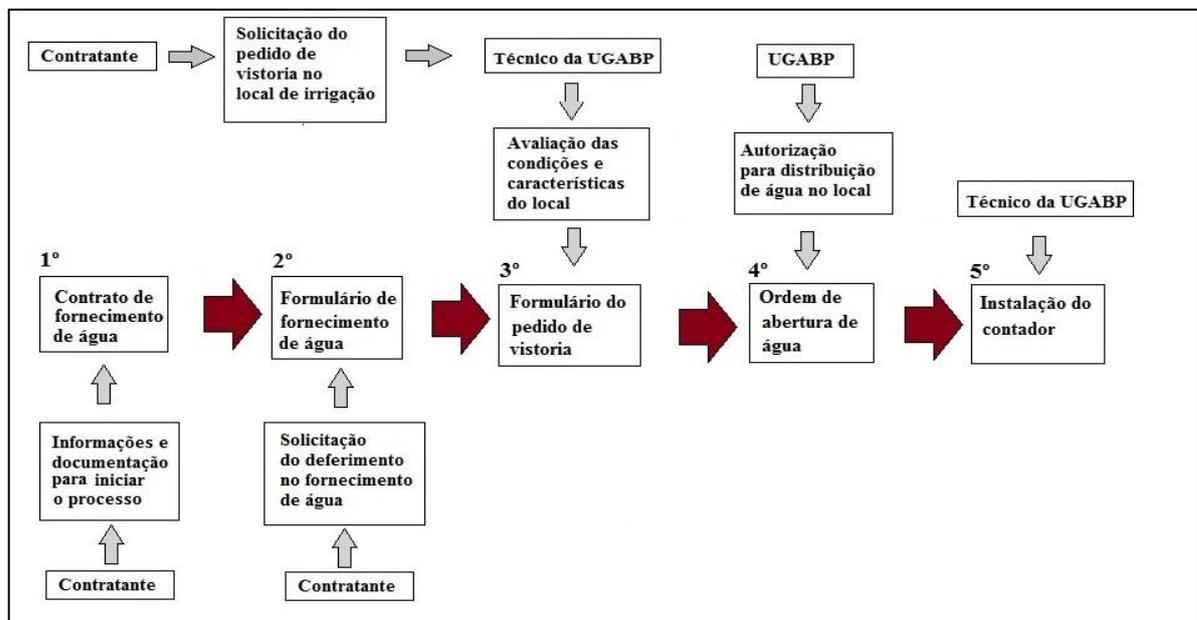


Figura 2. Fluxograma do processo de contratação de água pelos agricultores e suas etapas.

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.

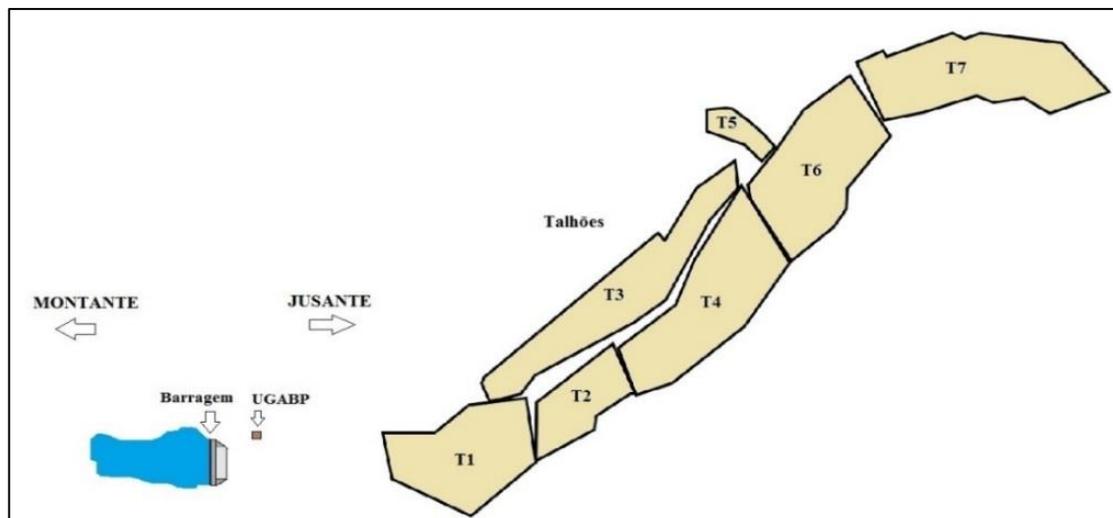


Figura 3. Localização dos talhões de irrigação segundo o projeto original da barragem.

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 no 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.

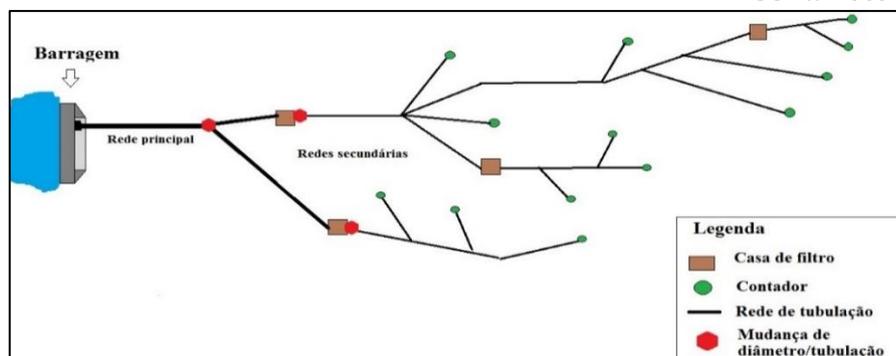


Figura 4. Esquemática da rede de distribuição de água da barragem até as parcelas irrigadas.

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).



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 de 2015.

As atividades realizadas neste período foram de medições e estimativa do volume de água na barragem, levantamento de informações sobre a agricultura de irrigada e inquéritos realizados com agricultores no perímetro de irrigação à jusante da Barragem do Poilão.

As medições de altura de água na barragem foram realizadas com o objetivo de obter uma estimativa do volume de água armazenada durante o período de estudo. Para isto, foi utilizada uma trena e uma pedra amarrada na ponta para obtenção da altura do nível de água até o topo do vertedor (Figura 5). 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.

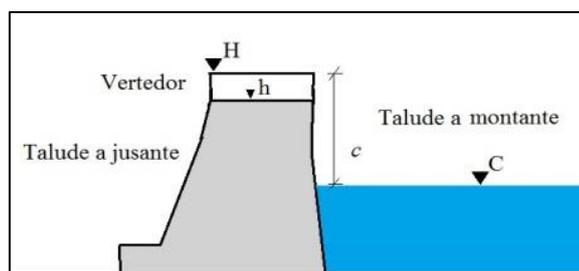


Figura 5. Esquema da coleta de medidas para estimativa da cota de água na barragem. Sendo  $H$  a altura máxima de água,  $h$  a altura do vertedor,  $C$  a cota de água e  $c$  a medida do topo da barragem até a altura de água na medição.



# Revista Hipótese



ISSN: 2446-7154

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.

Foram feitas 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. 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 (Figura 6), As entrevistas foram realizadas áreas nos talhões 1 a 7, no período de Março/2015 a Junho/2015.



Nome: \_\_\_\_\_ Talhão: \_\_\_\_\_

**Parte 1: Produção/cultivos**

**ÉPOCA SEM CHUVAS**

ONDE PLANTA \_\_\_\_\_

O QUE PLANTA \_\_\_\_\_

**ÉPOCA COM CHUVAS**

ONDE PLANTA \_\_\_\_\_

O QUE PLANTA \_\_\_\_\_

**Parte 2: Utilização de água**

Onde utiliza, quando, como....

Barragem      Observações: Época com chuva ou sem chuva / única fonte ou complemento

Furo

Poço

Outro

**Parte 3: Irrigação**

Época       com chuvas       sem chuvas

Culturas: \_\_\_\_\_

Técnica de irrigação e em quais cultivos (quais culturas são Gotejamento e/ou Alagamento): \_\_\_\_\_

**Manutenção**

Faz/frequência \_\_\_\_\_

Não faz/motivo \_\_\_\_\_

Figura 6. Modelo de questões do inquérito apresentado aos agricultores do perímetro irrigado à jusante da barragem.

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 7, pode ser observada a composição do fator de cobrança da água para irrigação.

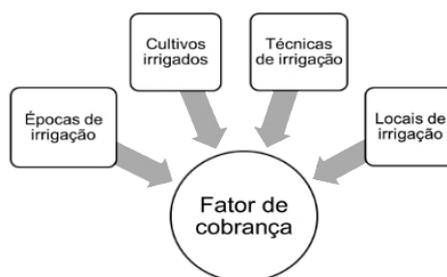


Figura 7. Elaboração do fator de cobrança da água.

## Resultados e discussão

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.

Com base nas informações de ordenamento dos cultivos, 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.

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.

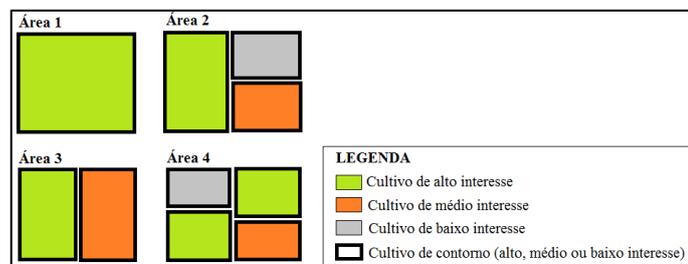


Figura 8. Esquema exemplificando quatro principais arranjos encontrados nas áreas com cultivos agrícolas do perímetro irrigado à jusante da barragem.



A partir das observações no terreno, constatou-se que existiam alguns principais aspectos que poderiam ser encontrados em diferentes situações dentro da área de irrigação.

Foram entrevistados 29% do total de agricultores cadastrados com áreas nos talhões 1 a 7. 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.

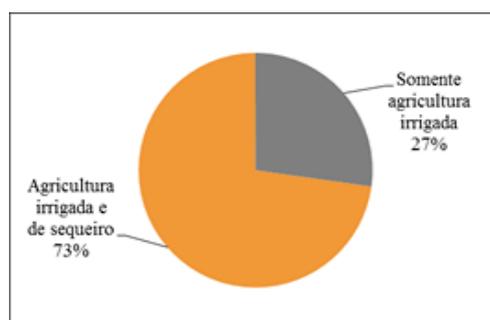


Figura 9. Percentagem de realização da agricultura de sequeiro e agricultura irrigada entre os usuários entrevistados.

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).

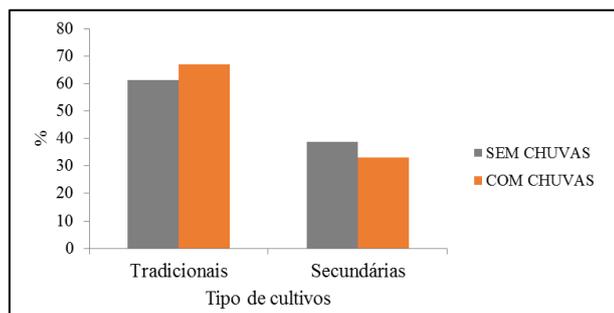


Figura 10. Tipos de cultivos presentes nas épocas com chuva e sem chuva no perímetro irrigado.

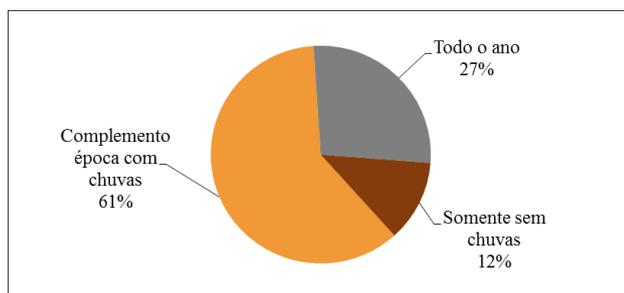


Figura 11. Períodos de utilização da água para irrigação

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).

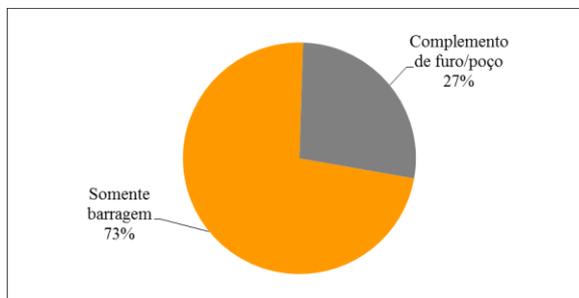


Figura 12. Fonte de água para irrigação.

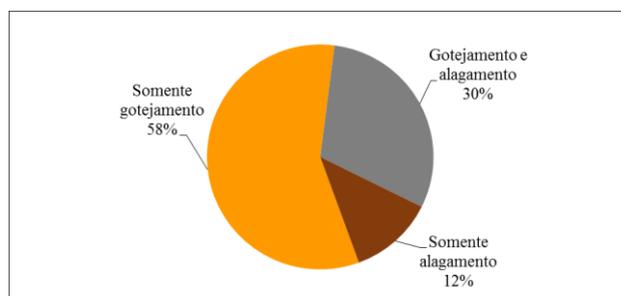


Figura 13. Técnicas de irrigação.

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.

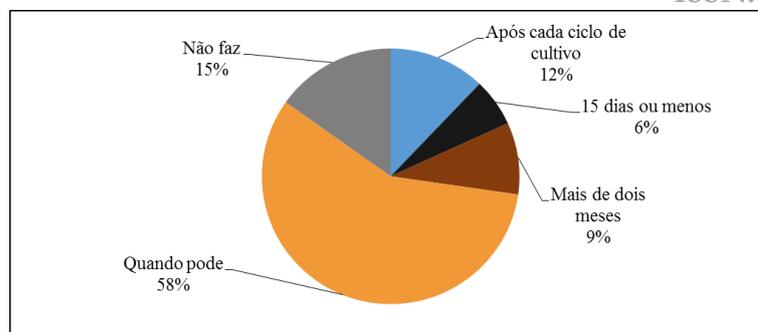


Figura 14. Periodicidade de manutenção dos equipamentos de irrigação pelos agricultores.

Na proposta de elaboração de um fator de cobrança pelo uso da água, 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  $m^3$  de água distribuída no ano anterior ( $vol$ ), por meio da seguinte equação:

$$V = \left( \frac{CT+20}{vol} \right) \quad (1)$$

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  $m^3$  consumido para cada parcela de irrigação cadastrada, onde a fórmula é:



$$VT = V * (1 + \theta) \quad (2)$$

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

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>
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
Maiο	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 foi realizado um somatório para cada usuário de água das condições correspondentes a cada fator. Com isto, foi 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 (Tabela 5). O objetivo da proposição é que

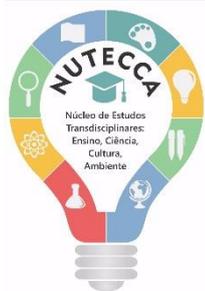


um local onde existem condições que integram uma fórmula de maior eficiência no consumo e utilização da água resulte em um menor VT em comparação a um local com menor eficiência.

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.

Tabela 5. Matriz de interação entre as diferentes condições de manejo possíveis para elaboração de cada coeficiente de cobrança ( $\Theta$ )

			1	2	3
A	7	x	0.23	0.2	0.25
		y	0.48	0.45	0.5
		z	0.38	0.35	0.4
	8	x	0.43	0.4	0.45
		y	0.68	0.65	0.7
		z	0.58	0.55	0.6
	9	x	0.38	0.35	0.4
		y	0.63	0.6	0.65
		z	0.53	0.5	0.55
	7	x	0.28	0.25	0.3
		y	0.53	0.5	0.55
		z	0.43	0.4	0.45
		x	0.48	0.45	0.5



<b>B</b>	<b>8</b>	<b>y</b>	0.73	0.7	0.75
		<b>z</b>	0.63	0.6	0.65
	<b>9</b>	<b>x</b>	0.43	0.4	0.45
		<b>y</b>	0.68	0.65	0.7
		<b>z</b>	0.58	0.55	0.6
	<b>C</b>	<b>7</b>	<b>x</b>	0.33	0.3
<b>y</b>			0.58	0.55	0.6
<b>z</b>			0.48	0.45	0.5
<b>8</b>		<b>x</b>	0.53	0.5	0.55
		<b>y</b>	0.78	0.75	0.8
		<b>z</b>	0.68	0.65	0.7
<b>9</b>		<b>x</b>	0.48	0.45	0.5
		<b>y</b>	0.73	0.7	0.75
		<b>z</b>	0.63	0.6	0.65

Época de irrigação: **1** – sem chuvas (dezembro à junho); **2** – com chuvas (agosto à outubro); **3** – com e sem 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. Localização da irrigação: **x** – T1 a T7; **y** – outros locais; **z** – T1 a T7 e outros locais.

Como exemplo, na Tabela 6, foram 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, foram obtidos diferentes VT correspondentes a cada uma, apresentando a variação do valor total em relação ao manejo adotado aos fatores.

Pode ser observado que, para cada situação, ocorre a atribuição de um coeficiente diferente sendo que a 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.

Tabela 6. 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

Notas: <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.

## Conclusões

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

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 RibeiraSeca 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.ave.cv/index2.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=35&Itemid=42](http://www.ave.cv/index2.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=35&Itemid=42)> Acesso em 30 Mar. 2016.

FERREIRA, Vladimir 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.

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.

KOTTEK, M., J. GRIESER, C. BECK, B. RUDOLF, and F. RUBEL. **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.

OLSON, Douglas C., CLAY, Donald E. & KYSAR, Larry N. **Planejamento geral de projetos de irrigação**. Manual de Irrigação, vol.1. 1998. 373p..

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