

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE**

MIGUEL ÂNGELO BARRETO DA MOURA

**ANÁLISE ECONÔMICA E FUNCIONAL DA ÁGUA DAS BARRAGENS DE
FAVETA E SALINEIRO EM SANTIAGO - CABO VERDE**

**FORTALEZA - CE
2015**

MIGUEL ÂNGELO BARRETO DA MOURA

**ANÁLISE ECONÔMICA E FUNCIONAL DA ÁGUA DAS BARRAGENS DE
FAVETA E SALINEIRO EM SANTIAGO - CABO VERDE**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Vlândia Vidal Pinto de Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Rogério César Pereira de Araújo.

FORTALEZA - CE

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
de Pós-Graduação em Economia Agrícola
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M888a Moura, Miguel Ângelo Barreto da.
 Ensaios sobre economia e planejamento dos recursos hídricos na
 zona rural da Ilha de Santiago – Cabo Verde./ Miguel Ângelo Barreto da Moura. - 2015.
 263 f.: il. color., enc.; 30 cm

 Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-
Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente,
Fortaleza, 2016.

 Orientação: Profa. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.
 Coorientação: Prof. Dr. Rogério César Pereira de Araújo.

 1. Cabo Verde. 2. Água. 3. Barragens. 4. Benefícios. 5. Custos. I. Título.

CDD: 333.7

MIGUEL ÂNGELO BARRETO DA MOURA

**ANÁLISE ECONÔMICA E FUNCIONAL DA ÁGUA DAS BARRAGENS DE
FAVETA E SALINEIRO EM SANTIAGO - CABO VERDE**

Tese apresentada à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente

Aprovada em 06/04/2015

BANCA EXAMINADORA

Professora. Dra. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira.
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. José Carlos de Araújo
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Francisco de Assis de Sousa Filho
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. José Marcos Nogueira de Souza
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Doutor Alceu de Castro Galvão Junior
ARCE Governo do Estado do Ceará

Este Tese é dedicada à minha esposa Nízia e ao
nosso filho Rafael Miguel.

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, que iluminou meus caminhos ao longo desta longa jornada, principalmente nos momentos mais difíceis;

Minha esposa e filho por todos os sacrifícios que consentiram por causa desta longa ausência;
Minha mãe Rosa Linda por sua inspiração, meu pai Miguel, in *memoriun*, por exemplo de dignidade; aos meus irmãos, por carinho, amizade e entre ajuda.

À Coordenação do mestrado e doutorado do Prodema-UFC, na pessoa do Professor Satander que proporcionou condições para a transferência da UFF-RJ. Este curso me proporcionou uma bolsa de estudos durante quatro anos, além de ter criado todas as condições materiais e pedagógicas para desenvolver esta pesquisa;

À UFC que me proporcionou uma grande oportunidade de aprendizado com os seus mais brilhantes docentes nos departamentos de: Geografia, Economia Agrícola, Geologia, Engenharia Agrícola e Engenharia Hidráulica e Ambiental;

À CAPES e FUNCAP por bolsa de estudos que estas instituições me concederam;

À orientadora, Professora Doutora Vlândia, pela dedicação e espírito de entrega na orientação, por brilhantes ensinamentos, e também pela oportunidade que ela me proporcionou de fazer parte de suas equipes de estudos, grupos de pesquisa e outras iniciativas que ajudaram a enriquecer os conhecimentos;

Ao coorientador, Professor Rogério, por sua dedicação e orientação, numa parceria que dura desde 2009, ainda no mestrado, e também pela oportunidade de fazer parte de seus grupos de trabalho;

Ao professor José Carlos por sua prestimosa ajuda em muitos pontos decisivos desta pesquisa;

Ao amigo Huaácar que ajudou na preparação de mapas de uso e ocupação, sistemas ambientais e localização de bacias hidrográficas, sob a orientação da Professora Vlândia; Ao amigo Cícero Almeida que ajudou nas modelagens hidrológicas; Ricardo e Lúcio na preparação de mapas de precipitação; meus amigos e colegas no LAPED e no NEEMA.

Em Cabo Verde, aos meus amigos e colegas:

Zé Rui, Graciano e Herculano, bravos motoristas de longas jornadas de trabalho de campo;

A Marize, por dados sobre o consumo de água em Santiago;

A minha irmã Laidinha e Lourdes, presidente do INGRH por disponibilizarem transportes durante os trabalhos de campo;

A Arrigo, Francisco e Antonino por dados sobre a meteorologia;

Ao Inho por informações e dados de bacias hidrográficas;

Ao Artur Correia por dados sobre tratamento e gastos hospitalares;

Ao Eugênio por dados técnicos das barragens;

Ao Nilton, por dados de localização de barragens;

Ao Clarimundo por informações sobre o financiamento das barragens;

Ao Manuel Monteiro por disponibilizar transporte da Câmara municipal de Ribeira Grande de Santiago;

Ao Zé Rui, por disponibilizar transporte durante os trabalhos de Campo;

Ao vereador Alcides e seus colaboradores Paula e Nito por disponibilizar dados sobre o consumo de água no Município de RGS;

Ao Jair Fernandes por disponibilizar dados sobre Cidade velha;

E agradeço *in memoriun* Daniel Horta, por informações técnicas das barragens.

Os economistas estão interessados nos valores subjetivos associados com a satisfação individual por causa da preocupação com a habilidade da economia para alocar recursos e coordenar a produção e distribuição e também criar maiores benefícios possíveis para a sociedade. Para muitos desejos e necessidades, mercados competitivos são um meio relativamente bom para determinar e responder as preferências individuais. Entretanto, há limites para esta solução, porque nem todas as fontes de satisfação passam pelo mercado que pode falhar igualmente em outros aspectos. O produto nacional e a renda das pessoas quando medidos pela transação nos mercados são incompletos e são medidas inadequadas de bem-estar. Corrigir as falhas e os valores que não são avaliados pelo mercado pode ajudar, embora seja uma tarefa árdua e virtualmente impossível no tempo.

Tibor Scitovsky, 1993 in Young (2005)

RESUMO

A construção de barragens superficiais tem sido uma das opções que vem sendo adotadas pelo Governo da República de Cabo Verde, para amenizar o problema de escassez de água neste arquipélago. A primeira barragem superficial deste arquipélago foi construída em 2005, na Bacia Hidrográfica de Ribeira Seca, em Santiago. Desde então, foram construídas mais duas barragens, sendo uma localizada em Faveta, e a outra em Salineiro, como parte da política do governo, para aproveitar melhor o potencial hídrico superficial do arquipélago, que está avaliado em 124 milhões de m³/ano. A Barragem de Faveta, no Município de São Salvador do Mundo foi projetada para armazenar água das cheias, suficiente para irrigar 30 ha de terrenos agrícolas e beneficiar os moradores de Faveta e Achada Leitão. A Barragem de Salineiro, no Município de Ribeira Grande, também foi projetada para fornecer água, destinada a irrigação de 58 ha de terrenos agrícolas, perfazendo um total de 88 ha de terrenos em Santiago. O Governo de Cabo Verde, ainda não fez a divulgação de seus planos de como prevê fazer a gestão destas duas barragens, e também, não foram apresentados quaisquer estudos sobre a viabilidade econômica e social das mesmas. Geralmente, em Cabo Verde, a viabilidade econômica de sistemas hídricos tem sido feito, segundo uma abordagem estritamente financeira, ignorando-se os custos econômicos e sociais que resultam de uma possível alocação ineficiente da água. Noutras paragens, onde a abordagem econômica tem sido usada como ferramenta de análise, visando a alocação eficiente da água, alguns especialistas têm ignorado o fato que, por ser um recurso natural e econômico, dotado de atributos físicos especiais e características econômicas específicas, a otimização de benefícios líquidos nos seus usuários, podem não obedecer aos mesmos princípios econômicos gerais, que normalmente são adotados em relação aos outros bens e serviços naturais. A ocorrência de benefícios econômicos das barragens superficiais é aleatória, mas está relacionada com o modo como as funções da água se interagem entre si para criar bens e serviços que são apropriados pela sociedade. Portanto, esta pesquisa objetiva apresentar um método para quantificar o montante de benefícios da água, por meio da abordagem de custo e valor econômico totais de água Rogers et al. (1998). Neste trabalho, a abordagem econômica determinística, tradicional foi substituída por outra abordagem econômica, de natureza probabilística James e Lee (1971) e Vieira (2005). Os resultados mostraram que o montante de benefícios destas barragens é altamente sensível às variações de rendimento e taxas de garantia hídrica destas barragens. Estes resultados mostraram também, que o uso compartilhado destas barragens gera maior potencial de otimização de benefícios de seus usuários que a alocação de toda a água, exclusivamente na irrigação.

Palavras-chave: Cabo Verde; água; barragens; benefícios; custos.

ABSTRACT

The surface dams have been adopted by the Government Cape Verde Republic, as part of its efforts in order to face the water scarcity in this archipelago. The country's first surface dam was built on 2005, at the Ribeira Seca Hydrographic Catchment which is located in Santiago. However, since then, two more surface dams has constructed; one in Faveta, and another one in Salineiro, as part of the Government efforts to maximize the country's surface water potential, which is evaluated as of 124 million cubic meter per year. The dam in Faveta was designed catch and distributes water enough in order to irrigate thirty hectares of farming land to benefit directly the villagers of Faveta and Achada Leitão, both hem in São Salvador do Mundo Municipality. The Salineiro surface dam also was designed to provide enough water to irrigated 58 hectares of farming land, in order to benefit the villagers of Salineiro and Calabaceira, both in Ribeira Grande Municipality. When operational these two surface dams can provide water which will be enough to irrigate some 88 hectares of farming land. Traditionally, the country's authorities used to evaluate the economic feasibility of country's water facilities, by using the financial approaches, which can hide the water potential cost of potential inefficient uses. However some has adopted the economic approaches as tool to evaluate the best options in water allocation, ignoring the fact that water physical attributes and water economic characteristics differed from other market goods and services. The occurrence of water benefits might be not follow a deterministic path, but random ones, which might also depend of the way the water functions is combined in order to provide good and services which can profited by the society. The research aims to present and discuss a methodology that can be used to perform the quantification of the amount of water full cost and water full economic values (Rogers et al 1998). In this thesis, the traditional economic deterministic approaches were substituted by a random economic approach (Lee & James 1971) and Vieira (2005). By using an hydrological model VYELAS (Araújo, 2006) the water balance was calculated as well as the water availability, and water yield was also computed. The results which were accomplished showed that water benefits were sensible the variations in water yield. The conclusions of this research also show that an integrated approach in water resources management can optimized better the social liquid benefits of water.

Key-words: Cape Verde; Water; Dams; Benefits; Costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Potencial hidrológico do arquipélago de Cabo Verde.....	36
Figura 2 -	Componentes gerais do custo total da água.....	51
Figura 3 -	Tipos de valores associados à água das barragens de Faveta e Salineiro.....	58
Figura 4 -	Esquema geral do valor total da água.....	60
Figura 5 -	Precipitação média em Santiago (1961 – 2001).....	77
Figura 6 -	Localização da Barragem de Faveta.....	93
Figura 7 -	Mapa da Bacia Hidrográfica da Ribeira Grande.....	98
Figura 8 -	Modelo hidro-econômico de a alocação da água de barragem.....	105
Figura 9 -	Localização de estações pluviométricas.....	122
Figura 10 -	Garantia hídrica em função rendimento (Barragem Salineiro.....	123
Figura 11 -	Barragem de Salineiro. Rendimento em função de evaporação.....	126
Figura 12 -	Garantias hídricas versus rendimento (Barragem Faveta).....	128
Figura 13 -	Evaporação (Barragem Faveta).....	129
Figura 14 -	Comparação rendimentos (Barragem Faveta/Barragem Salineiro)....	131
Figura 15 -	Comparação evaporação (Barragem Faveta/Barragem Salineiro)....	132
Figura 16 -	Comparação entre o valor de erosividade hídrica. Bacias hidrográficas de Ribeira Grande/Ribeira dos Picos (1971 e 2009)...	133
Figura 17 -	Índice de erosividade na bacia hidrográfica da Ribeira dos Picos/ Estação de São Jorge (1983-2012).....	134
Figura 18 -	Índice de erosividade na bacia hidrográfica da Ribeira dos Picos/Estação de Assomada (1981-2009).....	135
Figura 19 -	Índice de erosividade na bacia hidrográfica da Ribeira dos Picos/Estação de Picos Faveta (1983-2012).....	136

LISTA DAS TABELAS

Tabela 1 -	Distribuição do potencial hídrico de Cabo Verde(ilhas selecionadas).....	35
Tabela 2 -	Abrangência de oferta de água dessalinizada em Cabo Verde.....	37
Tabela 3 -	Tarifa de água dessalinizada em Porto Novo.....	44
Tabela 4 -	Tarifa de água noutros municípios.....	44
Tabela 5 -	Estudos sobre a erosão hídrica em Cabo Verde.....	79
Tabela 6 -	Áreas irrigadas e potencialidades.....	86
Tabela 7 -	Tempo de retorno, vazão e volume das cheias na Barragem Faveta...	93
Tabela 8 -	Período de retorno estimado para a Barragem de Salineiro.....	97
Tabela 9 -	Altura e volume de água Barragem Faveta.....	110
Tabela 10 -	Cálculo do parâmetro alfa (Barragem Faveta).....	111
Tabela 11 -	Parâmetros do modelo.....	111
Tabela 12 -	Dados de entrada do modelo VYELAS.....	112
Tabela 13 -	Cálculo de ETP.....	115
Tabela 14 -	Ciclo de crescimento tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>).....	115
Tabela 15 -	Ciclo fases de crescimento da planta.....	116
Tabela 16 -	Necessidades de água de culturas agrícolas selecionada.....	117
Tabela 17 -	Exemplo de “outorgas” de água Barragem Salineiro (90,6%).....	125
Tabela 18 -	Tempo de retorno/vazão/volume das cheias/ probabilidade (Barragem de Salineiro).....	127
Tabela 19 -	Exemplo do que seria “outorga” de água Barragem Faveta (99,5%)..	131
Tabela 20 -	Comparaçao de valores médio de erosividade hídrica (estudos selecionados)	137
Tabela 21 -	Produção agrícola e consumo de água por hectare de terreno.....	140
Tabela 22 -	Rendimento da produção agrícola em Faveta e Achada Leitão.....	141
Tabela 23 -	Rendimento da produção agrícola em Salineiro e Calabaceira.....	142
Tabela 24 -	Demanda de água no consumo doméstico.....	143
Tabela 25 -	Custo e tarifa de água de sistema formal e informal.....	146
Tabela 26 -	Efetivo da pecuária usado nos cálculos.....	147
Tabela 27 -	Cálculo de Custo de Operação e Manutenção de barragem.....	149
Tabela 28 -	Prestações para amortizar a Barragem de Faveta.....	151

Tabela 29 -	Prestações para amortizar a Barragem de Salineiro.....	152
Tabela 30 -	Benefícios agricultura (Barragem de Faveta).....	156
Tabela 31 -	Desvio padrão de margem líquida (Faveta e Achada Leitão).....	157
Tabela 32 -	Benefícios médios/100% de garantia (Barragem de Salineiro).....	159
Tabela 33 -	Benefícios médios/95% de garantia (Barragem de Salineiro).....	160
Tabela 34 -	Benefícios médios/com 100% de garantia (Barragem de Salineiro)...	161
Tabela 35 -	Valor econômico total da água de barragens.....	162
Tabela 36 -	Custo econômico total da água de Barragens.....	163

LISTA DAS QUADROS

Quadro 1 -	Funções do ecossistema associados aos benefícios socioeconômicos	65
Quadro 2 -	Impacto das funções dos recursos da água no bem-estar	68

SUMÁRIO

I	PARTE	16
1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Problemática da água em Cabo Verde.....	17
1.2	Problema e sua importância.....	27
1.3	Estrutura da Tese.....	32
II	PARTE	34
2	ESTADO DA ARTE.....	34
2.1	Política nacional de recursos hídricos	35
2.2	Mudança de paradigmas no setor hídrico cabo-verdiano	37
2.3	Capital público versus capital privado no setor hídrico.....	40
2.4	Tarifas de água e suas implicações em Cabo Verde.....	43
2.5	Atributos físicos e características econômicas da água.....	44
2.6	Benefícios criados por água.....	47
2.7	Aspectos gerais e específicos do custo da água das barragens.....	48
2.8	Custo total e valor total da água.....	49
2.8.1	<i>Conceito de valor</i>.....	56
2.8.2	Tipos de valor de água.....	58
2.9	A abordagem funcional no manejo da água.....	61
2.9.1	<i>Funções hidrológicas</i>.....	62
2.9.2	<i>Funções biogeoquímicas da água</i>.....	63
2.9.3	<i>Funções ecológicas</i>.....	65
2.9.4	Aplicação da abordagem funcional.....	67
III	PARTE	69
3	CLIMA E PRECIPITAÇÃO EM SANTIAGO.....	69
3.1	Análise do clima de Santiago.....	69
3.2	Análise de precipitação em Santiago.....	70
3.3	Processos erosivos em Santiago.....	77
3.4	Incertezas em recursos hídricos.....	81
3.4.1	<i>Modelagem como ferramenta de monitoramento de risco</i>.....	82
3.5	Algumas medidas de probabilidade em recursos hídricos.....	83

3.6	Atividade agrícola em Cabo Verde.....	86
<i>3.6.1</i>	<i>Caracterização dos sistemas ambientais no entorno de barragens.....</i>	<i>87</i>
IV	PARTE	91
4	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	91
4.1	Área de estudo.....	91
<i>4.1.1</i>	<i>Caracterização técnica da Barragem de Faveta.....</i>	<i>92</i>
4.2	Barragem de Salineiro.....	96
4.3	Método empírico.....	101
<i>4.3.1</i>	<i>Procedimentos metodológicos.....</i>	<i>101</i>
<i>4.3.1.1</i>	<i>Modelo hidrológico – econômico.....</i>	<i>101</i>
4.4	Componentes do método	106
<i>4.4.1</i>	<i>Componente hidro-climático.....</i>	<i>106</i>
<i>4.4.1.1</i>	<i>Garantia hídrica e balanço hidrológico.....</i>	<i>120</i>
<i>4.4.2</i>	<i>Componente econômico.....</i>	<i>137</i>
<i>4.4.2.1</i>	<i>Cálculo do valor total da água (VTA).....</i>	<i>140</i>
<i>4.4.2.2</i>	<i>Custo total da água.....</i>	<i>148</i>
V	PARTE	154
5	INTEGRAÇÃO DE COMPONENTES DO MÉTODO.....	154
5.1	Benefício médio.....	155
5.2	Pesquisa de campo.....	164
VI	PARTE	166
6	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	166
	REFERÊNCIAS.....	172
	APÊNDICE.....	178
	ANEXOS.....	181

I PARTE

A Primeira Parte desta tese faz a introdução à problemática de água em Cabo Verde, salientando as fontes de captação de água e as formas fornecimento de água para múltiplos usos. Ela discute os usos dominantes e reflexos socioeconômicos, além das demandas setoriais. Nesta parte é abordada também, a problemática do financiamento do setor dos recursos hídricos em Cabo Verde face às restrições financeiras enfrentadas pelo país. Por fim, esta parte apresenta o problema desta pesquisa, o objetivo geral e objetivos específicos, relevância da mesma para o setor dos recursos hídricos em Cabo Verde. Na parte final é feita a apresentação do conteúdo desta pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

Cabo Verde é um país país arquipelágico, que está situado na costa Ocidental africana, cerca de 450 quilômetros do Continente, na margem oriental do Oceano Atlântico, e cerca de 1.450 quilômetros das Ilhas Canárias, limitado pelos paralelos 17° 13' e 14° 48' de Latitude Norte e pelos meridianos de 22° 42' e 25° 22' de Longitude Oeste do Meridiano de Greenwich. (TEIXEIRA, 2011. p. 25).

O país é constituído por uma dezena de ilhas e algumas ilhotas, que se emergem a partir de um planalto submarino, em forma de ferradura, situado a uma profundidade de cerca de 3.000 quilômetros.

Em função da direção dos ventos dominantes no arquipélago (os alísios) que sopram do nordeste, dois grupos de ilhas podem ser distinguidos: (a) as que formam o grupo de Sotavento, formado pelas Ilhas mais ao Sul do arquipélago, nomeadamente Santiago, Maio, Fogo e Brava e; (b) as Ilhas do grupo de Barlavento, todas ao Norte, composto de Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal e Boa Vista.

Não existe consenso entre os pesquisadores sobre uma data exata da chegada dos primeiros habitantes ao arquipélago de Cabo Verde. Dos estudos mais citados pela comunidade científica, a versão mais referenciada é de AMARAL (1964), que refere que a chegada dos primeiros colonos europeus entre 1460 e 1462. (TEIXEIRA, 2011).

1.1 Problemática da água em Cabo Verde

Cabo Verde é um país arquipelágico de pequena dimensão, localizado na costa ocidental africana, numa região climática denominada Sahel. Esta região compreende uma extensa faixa territorial que se estende do Ocidente ao Oriente do continente africano, abrangendo todos os países que estão sob a influência direta do clima desértico seco.

O país tinha uma população residente de 525 mil habitantes, segundo dados provisórios do Censo Demográfico de 2010 (Cabo Verde, 2011), e em termos econômicos, até a sua independência de Portugal em 1975, figurava entre os países mais pobres do continente africano. Contudo, entre 1980 e 2007, o Produto Interno Bruto (PIB) de Cabo Verde passou de ECV\$ 5,7 bilhões para ECV\$ 107,3 bilhões, enquanto que o valor do PIB per capita, passou de US\$ 895 em 1993, para US\$ 2.893 em 2007. (CABO VERDE, 2008).

A economia de Cabo Verde está em processo de transformação, a avaliar por importantes variações ao nível do seu PIB, por ramos de atividade econômica. Entre 1980 e 2007, a participação da agricultura na economia reduziu substancialmente, passando de 12,3 para 7,2%; pesca de 3,6 para 0,5%; indústria e energia, de 8 para 11%; construção, de 16,6 para 15,7%; comércio, de 24 para 15,8%; hotéis e restaurantes, de 1 para 3,8%; transportes e comunicações, de 10,7 para 19,8%; bancos e seguros de 2,2 para 2,7%; aluguel de habitação, de 4,9 para 4,6%; serviços públicos, de 10,1 para 11,3%; outros serviços, de 1,5 para 1,3%; e por fim impostos, taxas e direitos sobre importação passaram de 5 para 6,4%. (CABO VERDE, 2008).

Com base nesses dados, Cabo Verde passou a ter uma economia baseada em serviços, com destaque para a participação de construção, comércio e transportes e comunicações. A agricultura que é praticada em Cabo Verde é pouco desenvolvida, mas a área irrigada do país aumentou, passando de 1.560 hectares em 1993, para 1.821 hectares em 1997. (CABO VERDE, 2004).

Apesar do aumento em extensão de sua área irrigada, o parâmetro que mede a taxa de dependência de Cabo Verde em relação à importação de alimentos foi de 48,5% entre 1995 e 1998. (BANCO MUNDIAL, 2006). A agricultura irrigada é praticada nos principais vales das ilhas montanhosas, onde a disponibilidade de água subterrânea, proveniente de poços, furos e nascentes viabiliza esta atividade. A agricultura de sequeiro que é praticada entre julho e outubro é condicionada pela disponibilidade e distribuição das chuvas no arquipélago. Ambas, a agricultura irrigada e a de sequeiro, são de baixa produtividade.

No contexto social e econômico de Cabo Verde, marcada pela pobreza que assolou o território durante a segunda metade do século 20, a agricultura tem sido uma atividade econômica essencial para garantir a subsistência de um grande número de famílias que residem nas áreas rurais de Cabo Verde. Contudo, segundo especialistas, esta atividade tem constituída em uma das principais causas da erosão de origem antrópica no arquipélago, sobretudo devido às práticas tradicionais e rudimentares que são usadas na preparação dos terrenos agrícolas. Tais práticas provocam o desprendimento da camada superficial dos terrenos aráveis que, deste modo, estão vulneráveis à ação mecânica de ventos e chuvas torrenciais, muito comuns nestas ilhas. (BAPTISTA *et. al.* 2014).

A água usada para atender as necessidades dos múltiplos usuários na irrigação, consumo doméstico e indústria provém de três tipos de fontes de captação: subterrâneas, superficiais e água do mar dessalinizada. As águas subterrâneas, que constituíram ao longo de muito tempo as principais fontes para o abastecimento do consumo humano e da economia é obtida através de perfuração de poços, furos profundos e nascentes localizados principalmente nos grandes vales das ilhas montanhosas. Neste contexto, a água de origem, subterrânea constitui na principal fonte de abastecimento em ilhas como Fogo, Santo Antão (nos municípios de Ribeira Grande e Paúl), São Nicolau, Brava e Maio, além de mais oito dos nove municípios de Santiago, excluindo o Município da Praia que cuja demanda é atendida pela água dessalinizada a partir de usinas de dessalinização localizadas em Palmarejo, arredores da Cidade da Praia.

As fontes industriais de água correspondem à componente da oferta atendida pela água que é produzida nas usinas de dessalinização de água do mar. Até 2014, essa componente de água obtidas nas usinas de dessalinização por osmose inversa era responsável por atender as demandas de água potável nas Ilhas de São Vicente, Sal, Boa Vista e cidades da Praia em Santiago e Porto Novo em Santo Antão.

Historicamente, o potencial de água superficial em Cabo Verde sempre foi reduzido e pouco explorado. Por esta razão, a oferta de água superficial para os usos múltiplos foi também sempre muito limitada, até a construção da primeira barragem superficial, em 2005 na Ribeira Seca, em Santiago.

Por causa do regime pluviométrico desfavorável, as chuvas convectivas que caem sobre o território de Cabo Verde são distribuídas irregularmente no espaço e no tempo, condicionando deste modo a disponibilidade de água para atender as necessidades crescentes de consumidores domésticos, industriais e na agricultura irrigada. A par da escassez física, por

causa da incidência de fatores climáticos que contribuem para a redução das precipitações e acumulação de água nos seus lençóis freáticos do arquipélago, há ainda a salientar a prevalência da chamada ‘escassez relativa’ aquela à causada essencialmente por causa de adoção e prevalência durante muito tempo de métodos e técnicas de alocação ineficientes entre os usos que competem entre si. No Município da Praia, o mais importante, onde fica a Capital do País, as perdas anuais globais nas redes de distribuição chegaram a atingir, em média, valores superiores a 33%, não incluindo nessa categoria de perdas, as econômicas como roubos e furtos e faturas não cobradas. (ELECTRA, 2014).

O balanço hidrológico territorial, segundo estimativas feitas durante a fase de elaboração do Plano Diretor dos Recursos Hídricos em 1992 (Cabo Verde, 1993) apresentava a seguinte composição funcional: 13% do volume das chuvas se infiltrava; 60% constituía o escoamento superficialmente e cerca de 20% a evaporação.

O referido plano calculou também o volume potencial de água subterrânea em de 124 milhões de metros cúbicos por ano, dos quais, somente 65 milhões de metros cúbicos seriam tecnicamente explorados, podendo, contudo, essa disponibilidade reduzir para valores próximos de 44 milhões metros cúbicos por ano, consoante a quantidade, regularidade e distribuição de precipitações no arquipélago.

A disponibilidade de água subterrânea é uma função da quantidade e da distribuição espacial e temporal das precipitações sobre o arquipélago, mas também das condições hidrogeológicas que atuam no processo de recarga dos seus aquíferos, com destaque para topografia, cobertura vegetal, uso, tipo e ocupação do solo. (CABO VERDE, 1993).

Em relação ao volume potencial das águas superficiais seu valor foi calculado em 181 milhões de metros cúbicos por ano, sendo que deste valor potencial, somente uma pequena percentagem tem sido aproveitada artesanalmente, em pequenas explorações agrícolas do tipo familiar até recentemente quando as autoridades iniciaram um processo de captação e armazenamento da água das cheias para irrigação.

Em termos de distribuição dos recursos hídricos entre as ilhas, salienta-se que Santiago, em razão da sua extensão detém maior potencial, avaliado em 65,6 milhões de m³ de água superficial ao ano, 21,3 milhões de m³ de água subterrânea por ano. As ilhas de Santo Antão e Fogo detém ambos o mesmo potencial, avaliado em 70 milhões de m³ de água superficial e 12 milhões de m³ de água subterrânea por ano. (CABO VERDE, 1997). A problemática da mobilização de água destinada à irrigação, consumo doméstico e demais usos

em atividades econômicas tem-se constituído particular importância para as autoridades na definição de políticas setoriais, mas também num desafio para a sociedade cabo-verdiana, porquanto os investimentos e custos de operação e manutenção de sistemas hídricos em Cabo Verde são elevados e seus impactos na estrutura tarifária importantes.

Neste contexto, esta pesquisa que cobre quatro localidades (Faveta, Achada Leitão, Salineiro e Calabaceira) de Santiago que foram beneficiadas com a construção de duas barragens em Faveta e Salineiro, nos municípios de Ribeira Grande de Santiago e São Salvador do Mundo descreve as condições de acesso à água pelos moradores, analisa o desafio de sua alocação entre os usos múltiplos e a maximização dos benefícios esperados pelas duas barragens referidas anteriormente. Em termos de condições de abastecimento de água potável, para o consumo humano, essas são variáveis, de localidade, para localidade e conforme as fontes de captação e também das formas provisão. A partir de dados obtidos nos SAAA¹ e também da análise dos resultados preliminares do Censo de 2010 (Cabo Verde, 2010), em Achada Leitão, das 227 famílias recenseadas, em nenhuma de suas residências havia água canalizada, enquanto que somente 0,9% dessas famílias eram abastecidas através de chafarizes ou fontanários municipais. Estes sistemas recebem a água através dos carros-pipas (auto tanques); 64,8% dos moradores de Achada Leitão são abastecidos, diretamente por carros-pipas; e 33,9% dos moradores abastecem de água por meio de fontes não convencionais pouco seguras², como nascentes, poços e outros canais de irrigação, que localmente são designadas por 'levadas'. Em termos de tempo gasto nas deslocações entre suas residências e os pontos de abastecimento de água mais próximos, as pessoas percorrem essas distâncias gastando o equivalente em tempo, entre 20 e 40 minutos nos percursos de ida e volta. Na localidade de Faveta, que tem uma população residente de 46 famílias, somente 2,2% desses moradores é abastecido por meio de chafarizes municipais sendo 97,8% dessas famílias abastecidas diretamente nos poços, nascentes e canais abertos de irrigação.

Na localidade de Calabaceira, no Município da Ribeira Grande de Santiago, que juntamente com Salineiro, é beneficiada do projeto da barragem de Salineiro, um total de 74 famílias foi recenseado pelo Censo 2010. Dessas somente 1,4% de suas casas está ligada à rede pública municipal de abastecimento de água; 60,8% das famílias ainda são abastecidas

¹ Serviço Autônomo de Abastecimento de Água e Saneamento.

² A qualidade de água é muitas vezes insalubre e sua quantidade está sujeita à sazonalidade, aleatoriedade e variabilidade das chuvas que alimentam poços e nascentes.

através de chafarizes e, aproximadamente, quatro por cento das famílias (4,1%) obtêm água por meio de carros-pipas municipais.

Em termos de tempo aplicado na recolhe de água, no percurso entre suas residências e os pontos de água, em Calabaceira, 33,8% das famílias gastavam entre uma hora e uma hora e meia até a Nascente das Águas Verdes. O percurso é feito andando ou de jumentos, apresentando trajetos acidentados até o fundo do Vale da Ribeira Grande. Nesta localidade, como nas demais, a água é transportada em baldes de 30 litros que são carregadas na cabeça por mulheres e crianças do sexo feminino e alternativamente em jumentos que seus moradores criam com esta finalidade.

Na localidade de Salineiro, a situação quanto ao abastecimento de água para o consumo doméstico apresenta-se relativamente melhor que nas demais, porquanto segundo dados oficiais, das 210 famílias recenseadas, 89,0% de suas residências estão ligadas à rede municipal de água e 9,5% das pessoas afirmaram obter a água nos vizinhos. Apenas 1% das pessoas respondeu obter a água nas levadas, poços e nascentes situadas no Vale da Ribeira Grande. No percurso de ida-e-volta essas pessoas afirmam gastar entre 30 e 60 minutos, em média, fazendo de 3 a viagens por dia, utilizando baldes ou latas de 30 litros. Esses dados demonstram o desafio e custos consentidos por uma parcela significativa das famílias cabo-verdianas, no meio rural e não só, contrariando as estatísticas mais otimistas que tendem a colocar o país numa posição mais favorável ao nível dos serviços de abastecimento de água no consumo humano.

A opção pela construção de barragens superficiais em Santiago e também noutras ilhas do arquipélago encontra-se inserida nas políticas do Governo de Cabo Verde para ampliar a oferta da água e reduzir as incertezas e irregularidades quanto à disponibilidade de água destinada para a irrigação, aproveitando o potencial hídrico superficial de algumas das ilhas do país. Em Santiago, o custo global dos investimentos nestas obras hidráulicas, abrangendo somente a componente de construção, está avaliado em \$ECV 982.505 milhões (\$EU 8.9 milhões³), repartidos em \$EU 5.0 milhões na construção da Barragem de Salineiro, que se destina a captar e armazenar um volume máximo de 701.830 metros cúbicos de água por ano para irrigação, e \$EU 3.9 milhões na Barragem de Faveta, para armazenar um volume máximo de 670.000 metros cúbicos de água por ano. (CABO VERDE, 2011).

³ Taxa de câmbio: Paridade fixa Euro/Escudo Cabo-verdiano ao abrigo do acordo de cooperação cambial entre Cabo Verde União Europeia. \$EU 1 = \$ECV 110,265.

Além dessas duas barragens que foram construídas em Faveta e em Salineiro, o Governo de Cabo Verde planeja construir novas barragens superficiais nas ilhas de maior potencial hídrico e agrícola, como sejam Santo Antão e São Nicolau. A construção das referidas barragens está incluída num programa que foi designado de Programa de Infraestruturação Hídrica do País, que é financiado pelo Governo de Portugal. O referido programa prevê também, a construção de três novas barragens, em Figueira Gorda, com capacidade para armazenar um volume útil de 1.455.272 m³, tendo como finalidade irrigar um perímetro agrícola de 120 hectares área; uma barragem em Ribeira Grande de Santo Antão com superfície total de 83.642 m² para armazenar um volume útil de 334.566 m³, destinados para irrigar um perímetro de 50 hectares de terreno; uma barragem na Vila da Ribeira Brava em São Nicolau, com superfície total de 21.926 m² capaz de armazenar 250.000 m³ de água para irrigar um perímetro agrícola de 35 ha.

Historicamente, entretanto, em Cabo Verde, a disponibilidade de água para atender aos usos múltiplos sempre se situou abaixo das necessidades de seus usuários. Embora inexistem informações precisas sobre a demanda global de água e sobre o modo como o valor das demandas são obtidas, dados do Ministério do Ambiente Agricultura e Pesca (MAAP), órgão que tutela o Conselho Nacional de Águas de Cabo Verde, indicavam que haverá aumento de 54,7% das necessidades no consumo doméstico, no período entre 2010 e 2020, correspondente a uma variação de 14 milhões de metros cúbicos para 30,9 milhões de metros cúbicos de água. O novo Plano Estratégico de Água e Saneamento-PLENAS estabelece como metas o mínimo de 40 litros de água por pessoa por dia e o máximo de 90 litros no horizonte temporal entre 2015 e 2030 (CABO VERDE, 2014).

A irrigação que segundo estimativas oficiais é responsável pelo consumo de cerca de 70% da água mobilizada no arquipélago, no mesmo período compreendido entre 2010 e 2020, o crescimento das necessidades está estimado em 4,1%, prevendo-se uma variação significativa, passando de 43,8 milhões de metros cúbicos para 45,6 milhões de metros cúbicos de água. Já na categoria que engloba a indústria e serviços, no mesmo período de tempo, a taxa de crescimento da demanda deverá alcançar 100%, passando de 0,9 milhões de metros cúbicos de água em 2010 para chegar 1,8 milhões de metros cúbicos em 2020. (CABO VERDE, 2003).

Outro importante consumidor de água em Cabo Verde é constituído por órgãos públicos da Administração do Estado, setor que abrange o consumo de água de todos os serviços públicos do Governo e dos Municípios. As projeções neste setor indicavam um

crescimento de 125%, passando de 1,6 milhões de metros cúbicos em 2010 para 3,6 milhões de metros cúbicos de água em 2020. Portanto, Cabo Verde enfrenta o desafio que consistir na mobilização de água em quantidade e qualidade para atender ao aumento de demanda de água situada na ordem de 35% em termos de volume atual, que deve passar de 60,3 milhões de metros cúbicos para 81,9 milhões de metros cúbicos de água entre 2010 e 2020. (CABO VERDE, 2003).

As autoridades planejam atender parte importante do crescimento da demanda global por tratamento e reuso de águas através de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) a planejadas para construídas nos principais centros urbanos. Por esta razão a meta das autoridades para ligar 100% dos domicílios à rede pública de água, visa atingir o nível de consumo per capita/dia passe de 100 litros em 2010 para 150 litros em 2020. (CABO VERDE, 2003).

No processo de mobilização de água para os diferentes usos, Cabo Verde enfrenta também, a dependência em relação ao capital externo no financiamento de infraestruturas e sistemas hídricos. O país é largamente dependente do fluxo das ajudas externas, donativos e empréstimos de países estrangeiros e das agências internacionais de fomento ao desenvolvimento como o Banco Mundial, o Banco Africano de Desenvolvimento, a União Europeia, o Fundo do Kuwait, o Fundo Saudita de Desenvolvimento, a USAID e o Millenium Corporation dos Estados Unidos das América, Portugal e Espanha.

Neste contexto, os planos, programas e ações de infraestruturação hídrica em Cabo Verde são, em grande medida, contingenciados à disponibilidade de recursos financeiros oriundos a partir dessas fontes externas. Embora esses financiamentos sejam, em grande maioria, contraídos junto a governos estrangeiros (empréstimos concessionados), seus efeitos na estrutura da dívida pública de Cabo Verde não podem ser ignorados, pois o seu aumento excessivo pode contribuir para aumentar os riscos do país e agravar as condições de acesso às novas fontes de financiamento, tendo em vista a própria capacidade de reembolso do País.

Recentemente o País criou um fundo de financiamento de infraestruturas de sistemas de abastecimento de água e saneamento, denominado FASA. A efetiva implementação dos mecanismos inovadores de financiamento previstos no âmbito deste fundo depende das opções adotadas na sua capitalização, sendo certo que será um fundo resolúvel. Entretanto, informações detalhadas sobre o impacto dos investimentos na mobilização de água não é divulgada pelas autoridades. Contudo, de um investimento global de \$ECV 4,6 bilhões (cerca de 42.3 mil Euros) previstos para investir em projetos de infraestruturas hídricas, entre

2003 e 2005, apenas \$ECV 72, 5 milhões ou 658 mil Euros são recursos financeiros próprios do Tesouro Nacional de Cabo Verde. (CABO VERDE, 2004).

Isto quer dizer que o desafio de mobilizar água para o consumo doméstico e demais usos só é concretizado com recurso ao crédito externo. Para garantir a produção de 40 mil metros cúbicos de água para o consumo doméstico e empresarial na Ilha de Santiago, o Governo de Cabo Verde contraiu em 2014 um empréstimo no valor \$US 150 milhões junto da JICA (Agência Japonesa de Cooperação Internacional). O financiamento destina-se a instalar usinas de dessalinização de água do mar para abastecer aproximadamente 56% da população de Cabo Verde. Os impactos econômicos e sociais desta opção estão em fase de avaliação por uma equipa de projectos contratada para este fim.

O mencionado programa de construção de barragens superficiais foi instituído pelo Governo de Cabo Verde em 2011, objetivando aproveitar as potencialidades hídricas superficiais das principais ilhas de vocação agrícola no país. Estas potencialidades foram avaliadas como já foi também salientado anteriormente em 181 milhões metros cúbicos de água/ano. Assim, no âmbito do mencionado programa foram já construídas as barragens em Faveta no Município de São Salvador do Mundo e Salineiro, Município da Ribeira Grande, de um total de 22 previstas.

Entretanto, a opção pela construção de barragens superficiais em Cabo Verde encerra alguns desafios, devido ao já mencionado regime pluviométrico que caracteriza o País. Neste sentido o investimento público encerra alguns riscos, como será desenvolvido mais à frente neste trabalho. Para que as barragens superficiais possam representar uma alternativa viável, econômica e socialmente à opção pela dessalinização da água do mar e à abertura de poços e furos profundos, de modo a atender a demanda de água que segue aumentando em ritmo crescente, a construção de barragens superficiais tem de orientada num âmbito mais vasto que assegure a gestão e ordenamento territorial das bacias hidrográficas onde estão inseridas essas barragens, mediante desenvolvimento de estudos de Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) e ser acompanhada de desenvolvimento e implementação de um vasto programa de reformas institucional, legal econômica e financeira no sistema nacional de gestão dos recursos hídricos. A adequação dos atuais modelos de pagamento e cobrança pelo uso da água, bem como os métodos de sua alocação e financiamento constitui outro dos desafios para otimizar os benefícios das barragens.

As reformas referidas anteriormente referidas deverão, igualmente, permitir o desenvolvimento e a adoção de mecanismos de monitoramento permanente das

disponibilidades e suas respectivas garantias hídricas, objetivando maior eficácia na gestão das alocações da água.

A ocorrência regular da chuva em quantidade e sua distribuição suficientes é uma das condições necessárias para progressivamente se ampliar as garantias fornecimento de água das barragens superficiais no interior da Ilha de Santiago para assegurar de forma contínua a disponibilização de água na produção agrícola.

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade aceitáveis para as necessidades mínimas das famílias, as atividades econômicas e irrigação, e também com custos econômicos e sociais compatíveis com o rendimento médio das famílias torna-se essencial, sobretudo, para atender às demandas de famílias de baixo rendimento que constitui a maioria da população de Cabo Verde e que atualmente se encontram na situação de acesso precário de abastecimento de água seguro, para o consumo doméstico nas localidades de Faveta, Achada Leitão e Calabaceira nos municípios de São Salvador do Mundo e Ribeira Grande em Santiago.

O aumento da capacidade de oferta hídrica torna-se indispensável para assegurar a produção agrícola objetivando atender as necessidades alimentares de segmentos mais vulneráveis da população, que habitam nas localidades limítrofes das bacias hidrográficas de Ribeira Grande e Ribeira dos Picos.

A este propósito, entretanto, como salientam Araújo et al (2006), a disponibilidade de água e os riscos associados com as falhas no seu abastecimento constituem os maiores desafios na gestão dos recursos hídricos. Por isso, em Cabo Verde, em razão das secas persistentes e de suas consequências, nomeadamente na redução da disponibilidade de água forçou o Governo a adotar a construção de barragens superficiais como instrumento para enfrentar a escassez hídrica. Entretanto, a construção de barragens, em si, não garante a disponibilidade de água, em quantidade e qualidade suficientes para atender a demanda de todos os usuários.

Por esta razão, os autores referidos anteriormente salientam ser necessário compreender todos os processos físicos e antrópicos que contribuem na redução da quantidade de água nos reservatórios, de modo a permitir quantificar seus efeitos e custos, para que políticas de gestão duradouras e de longo prazo possam ser implementadas.

Durante as últimas quatro décadas, desde a Independência de Cabo Verde em 1975, seus sucessivos governos têm apostado fortemente na gestão dos recursos hídricos que priorizasse o atendimento, a qualquer custo, das demandas de múltiplos usuários. Por isso, o

Estado fez do atendimento da demanda, o foco principal de sua ação na matéria. Neste sentido, com forte apoio da cooperação internacional bilateral e multilateral, foram perfurados centenas furos e poços, abertas e recuperadas centenas galerias e nascentes em todo o País.

A dessalinização da água do mar para o consumo de famílias, e também para atender as demandas do setor produtivo, nas ilhas de São Vicente e Sal foi expandida para mais quatro ilhas, como Santiago, Santo Antão, Maio e Boa Vista. Os resultados desta opção política dividem a opinião de especialistas. O custo total de água no Município da Praia chega a \$UD 11/m³. (MOURA E PEREIRA, 2012). Milhares de pessoas nas áreas rurais e urbanas do arquipélago fazem um percurso de tempo entre 15 e 30 minutos até uma fonte de água.

A partir de 2005, o foco das autoridades de Cabo Verde parece ter mudado, e a abordagem de barragens para captar a água das cheias é vista como alternativa para continuar e assegurar a oferta de água para irrigação, em regiões onde o acesso à água potável para o consumo doméstico é crítico. É o caso da Barragem de Faveta, na Bacia Hidrográfica de Ribeira dos Picos.

Entretanto, as condições ambientais do seu clima, chuva, relevo e qualidade dos solos aumentam as incertezas quanto ao desempenho econômico das barragens. Estas incertezas e também os riscos associados as natureza da própria chuva no semiárido, afetam a ocorrência seja de benefícios, seja de custos das barragens, que tendem a seguir um padrão não determinístico, mas sim probabilístico.

A própria existência de solos vulcânicos desnudos, por causa da vegetação escassa, de terrenos de declives acentuados e muito propensos à erosão mecânica da água, torna a prática da agricultura, que depende da água das barragens, uma atividade muito dependente dos níveis de garantia hídrica que forem estabelecidos, em função da chuva prevista. Por isso, a atividade agrícola, os benefícios econômicos e sociais das barragens são eventos probabilísticos no contexto da Ilha de Santiago.

Somado a esses fatores, saliente-se ainda o fato do regime fundiário de Cabo Verde ser caracterizado pela coabitação no campo, de um grande número de pequenos agricultores e posseiros agrícolas com um pequeno número de grandes proprietários de terra. Este fato, que é suscetível de impactar a renda no campo, é somado também à forma do uso e ocupação dos terrenos agrícolas. Por isso, os objetivos do governo para ampliar a área irrigada em 88 hectares adicionais de terrenos para agricultura também deve ser analisado no contexto de incertezas e riscos.

A garantia da disponibilidade hídrica nas barragens de Faveta e de Salineiro e os mecanismos de alocação de água constituem dois dos fatores mais críticos do atual sistema de gestão dos recursos hídricos em Cabo Verde.

É neste contexto que esta pesquisa analisa os benefícios econômicos das barragens de Faveta e Salineiro, que surgem como respostas das pressões oriundas de diferentes segmentos da sociedade que estão insatisfeitos com a falta de resultados de suas políticas na mobilização e distribuição de água na economia, no consumo doméstico e na irrigação. As duas barragens foram construídas para reter a água das cheias durante a curta época das chuvas afim de ser ofertada para irrigar 88 hectares a serem incorporados na agricultura, no período de estiagem e diversificar a produção de alimentos para alimentos.

Com a conclusão das obras de construção das barragens, a sociedade começou a questionar sobre quais os métodos e técnicas seriam empregados pelo Governo na alocação otimizada da água dessas barragens de modo a compatibilizar as demandas dos múltiplos usuários das barragens e otimizar o bem-estar econômico e social na Ilha de Santiago e no País como um todo.

1.2 Problema e sua importância

Em teoria, a água é considerado um recurso econômico público, cujo acesso, a ninguém pode ser negado. Em Cabo Verde, o acesso à água é livre, e está garantido por Constituição da República, desde os primórdios da existência do Estado de Cabo Verde, proclamado em julho de 1975, e reafirmado pela nova Constituição democrática de setembro de 1992.

A água que chega potável que chega aos usuários múltiplos é garantida por meio de investimentos provenientes do Tesouro Nacional. Na prática, entretanto, a água, há muito que deixou de ser um bem público, muito embora os investimentos na sua mobilização continuem sendo de origem públicos. Deixou de ser um bem público, porque, à uma franja importante da sociedade cabo-verdiana, famílias de baixa renda, nas cidades e no campo, a despeito de estatísticas que apontam no sentido contrário, o seu acesso para satisfazer necessidades básicas, ainda é dificultado.

Em Faveta, Achada Leitão, no Município de São Salvador do Mundo, e Calabaceira, no Município de Ribeira Grande de Santiago, o custo total dos sistemas de abastecimento de água, para o consumo doméstico, é tão elevado, que dificulta o seu acesso,

por parte destes moradores, a ponto de água tornar na prática, um bem privado, cujo aceso, uma percentagem muito significativa de seus rendimentos é aplicado.

A construção pelo Governo de Cabo Verde, de duas barragens superficiais, uma em Salineiro e a outra em Faveta, para atender exclusivamente as demandas do setor de irrigação, faz com que, uma vez mais, os consumidores domésticos das três localidades anteriormente referidas, permaneçam à margem dos bens e serviços que a água da barragem cria no consumo doméstico.

O Governo de Cabo Verde não apresentou um modelo de gestão integrada dos recursos hídricos superficiais, para viabilizar o aproveitamento do potencial hídrico superficial, após a construção de novas barragens de captação da água das cheias. Os estudos técnicos realizados pelo Governo e o próprio relatório de impacto ambiental das barragens foram omissos em apresentar as técnicas, os métodos e procedimentos de alocação para otimizar o bem-estar dos moradores das localidades beneficiárias.

Em Cabo Verde, historicamente, a gestão dos recursos hídricos tem sido feita por meio da abordagem geral que trata os custos da água na ótica financeira, portanto, uma visão privada de custos, ignorando-se os custos econômicos e sociais que possam ter sido causados por alocação ineficientes.

Mesmo quando a abordagem econômica da água é posta em prática, para fazer a avaliação de impactos econômicos e sociais de sistemas hídricos de grande porte, muitas das vezes, tem ignorado o fato que a água é um recurso natural específico, dotado de atributos físicos também específicos e características econômicas também especiais. Seus atributos físicos e suas características econômicas fazem com que, muitas vezes, este tipo de avaliação seja ineficaz.

Ao somar estes fatos, cabe salientar ainda, que, alguns objetivos definidos na decisão política de alocação de água não têm somente dimensões econômicas, mas também sociais, cujo impacto, muitas vezes não são traduzidos imediatamente por meio de eficiência econômica tradicional.

Em geral, o ônus do custo de fornecimento recai sobre as famílias de menor renda, que já estariam a consentir elevados custos econômicos e sociais por causa dos efeitos de desabastecimento, por um lado, e por outro, por causa do consumo de água de péssima qualidade e de riscos associados com acidentes.

As famílias de três, das quatro localidades localizadas no entorno das barragens de Faveta e de Salineiro pagam custos de água elevados por que: a) suas casas não estão ligadas à

rede pública de abastecimento de água, por esta razão, membros destas são obrigados a percorrer longos trajetos diários, para apanhar água destinada ao consumo doméstico, em fontes de água, geralmente pouco seguras, para abastecer suas casas; b) porque as fontes de abastecimento são inseguras, e estas famílias são expostas a vários riscos de doenças hídricas; c) o custo de tratamento de doenças hídricas é elevado para as famílias pobres e também para o sistema nacional de saúde pública; d) o fato de os percursos serem constituídos de caminhos vacinais, é elevado o risco de acidentes; e) o custo de oportunidade do tempo gasto diariamente na coleta e transporte de água é elevado.

A decisão do Governo de Cabo Verde de autorizar a alocação da água de barragens superficiais exclusivamente na irrigação, ignorando os problemas anteriormente referidos, reduz consideravelmente as chances de otimizar os benefícios líquidos destas barragens para os consumidores domésticos das localidades de Faveta e Achada Leitão, Calabaceira e Salineiro, que não têm acesso à fontes seguras de abastecimento de água potável.

Grimble (1990) salienta que em muitos países, a avaliação de benefícios econômicos e sociais da água tem sido feita de forma distorcida, porque a sua alocação em alguns usos em função de interesses políticos que visam controlar não apenas as fontes de água, mas também e, sobretudo, manter o controle das fontes de decisão.

Na irrigação, que atualmente é um dos maiores consumidores de água, e também, um dos usos de água mais rentáveis, é comum haver grupos de pressão política que buscam o controle de fontes de água, justamente para tentar impedir a adoção políticas de alocação e também políticas tarifárias consentâneas com o valor de uso da água.

A adoção de abordagem econômica na análise de viabilidade de projetos de sistemas hídricos não é recente. Porém, ela tem sido feita por meio de complexos métodos de programação econométrica, análise estatística, técnicas de regressão simples e múltipla, feitos numa ótica determinística, que ignoram o fato que, a ocorrência de benefícios com sistemas hídricos abastecidos por água de chuvas em regiões semiáridas, por exemplo, é altamente aleatória.

Kirsten e Zyl (2001) salientam, a este respeito que o uso de modelos econométricos, além de difícil compreensão para um número considerável de profissionais da água, envolvem também, outros problemas de ordem prática, como auto correlação e multicolineariedade que podem afetar a magnitude dos coeficientes.

Nesta pesquisa, porém, os métodos econômicos tradicionais, determinísticos, foram substituídos por uma abordagem econômica probabilística de benefícios de água, para incorporar os efeitos aleatórios relacionados com a variação do rendimento das barragens e com suas respectivas taxas de garantias hídricas. As taxas de garantias de disponibilidade hídricas indicam as chances de o fornecimento de água de barragens ser feito sem riscos ou falhas. (ARAÚJO, *et al* 2006).

Por esta razão, esta pesquisa é também funcional, por que se apoia na probabilidade de ocorrência das funções da água bruta, para determinar as probabilidades de ocorrência de benefícios econômicos e sociais das barragens de Faveta e de Salineiro. Nos sistemas hídricos, a análise estatística tem sido usada para estimar falhas físicas e estruturais, bem como a análise de riscos de colapsos desses sistemas para prevenir derrocadas. (VIEIRA, 2005). Segundo este autor, na avaliação de benefícios de sistemas hídricos, o “caráter aleatório de todas as variáveis inerentes aos projetos de recursos hídricos deva repercutir nos parâmetros econômicos de avaliação”.

Por isso, recomenda a substituição do cálculo convencional, determinístico, baseado na avaliação dos custos e benefícios médios, por avaliações de probabilidades de ocorrência de custos e benefícios. Por conseguinte, nesta pesquisa, segundo a concepção proposta por Rogers *et. al.* (1998 e 2001) a abordagem adotada admite que a água é um bem econômico e social.

Estes autores expandiram a noção econômica e social da água, ao propor que o seu custo total seria composto de dois componentes: custo econômico total e as externalidades ambientais. O custo econômico seria a soma algébrica de todas as variáveis dos custos de operação e manutenção, custo de capital, custos de oportunidade mais as externalidades econômicas.

As externalidades ambientais seriam a soma de todos os custos que são impostos aos usuários do sistema hídrico, que, em razão da degradação na qualidade e quantidade da água pode afetar a qualidade de vida e a saúde individual e coletiva, gerando os denominados custos externos da água. No cálculo do custo total da água, este componente é crucial, na medida em que a disponibilidade de água envolve uma relação quantidade, qualidade, acesso, espaço e tempo.

Do lado dos benefícios, Rogers *et. al.* (1998) afirmam seu valor total seria a soma do valor econômico com o valor intrínseco da água. O valor econômico da água seria a soma algébrica do montante de todos os benefícios em moeda corrente de todos os usuários, valor

dos benefícios líquidos da vazão de retorno, valor dos benefícios indiretos e valor dos ajustes sociais. O valor intrínseco da água é adimensional, mas frequentemente calculado usando métodos indiretos, que estimam os benefícios intangíveis e de difícil quantificação que a água proporciona à coletividade em razão da sua mera existência em um lugar específico.

Portanto, partindo de uma abordagem de gestão holística na abordagem dos recursos hídricos, que constitui o fundamento da análise funcional da água, esta pesquisa objetiva apresentar uma metodologia que permita fazer a avaliação econômica e funcional de benefícios de barragens, utilizando métodos estocásticos.

A metodologia foi adotada tem como objetivo principal de fazer a integração de variáveis econômicas, nas variáveis hidrológicas, para determinar o montante médio de benefícios econômicos e sociais, que são criados por bens e serviços de barragens superficiais em Faveta e Salineiro, na agricultura irrigada, pecuária, abastecimento humano e saúde. Os objetivos específicos desta pesquisa:

- a) identificar e quantificar os custos totais e valor econômico total dos atuais sistemas de abastecimento de água, destinada para o consumo doméstico em Achada Leitão, Faveta, Salineiro e Salineiro;
- b) avaliar e determinar o montante de benefícios econômicos das barragens de Faveta e Salineiro na produção agrícola, abastecimento humano, saúde e pecuária;
- c) determinar o balanço hidrológico, rendimento e taxas de garantia hídricas das barragens de Faveta e de Salineiro.

Esta pesquisa será desenvolvida, tendo como fundamento básico, o pressuposto de que a ocorrência de custos e benefícios econômicos e sociais de barragens superficiais no semiárido é altamente aleatória. Por esta razão, a abordagem econômica tradicional e determinística deve ser substituída por outra abordagem econômica, probabilística e funcional, para permitir a incorporação dos efeitos da variabilidade e irregularidade das precipitações no rendimento das barragens no contexto de clima semiárido.

Por esta razão, esta pesquisa adotou como hipótese: o uso compartilhado das barragens de Faveta e de Salineiro eleva potencial das mesmas para otimizar os benefícios líquidos de seus usuários no setor de irrigação, consumo doméstico e pecuária. Na avaliação de benefícios, cálculos econômicos tradicionais determinísticos superestimam o valor médio de seus benefícios líquidos, dando a falsa impressão de viabilidade econômica imediata, ignorando o fato que o desempenho econômico destas barragens depende da aleatoriedade na

ocorrência de rendimento e taxas de garantias de disponibilidade hídrica para atender as demandas de seus usuários, sem riscos ou falhas no fornecimento de usuários.

Os resultados desta pesquisa poderão ser utilizados por acadêmicos, engenheiros e gestores públicos, afetos à concepção, planejamento e definição de políticas de alocação de água da barragem, no contexto do semiárido; auxiliar na reflexão sobre os processos de liberação de outorgas de água de barragem em Cabo Verde, por meio de simulações de rendimento, taxas de garantia hídrica e benefícios econômicos esperados; e facilitar o processo de arbitragem de conflitos entre usuários múltiplos da barragem.

Para a sociedade em geral, os resultados desta pesquisa poderão ser úteis nas discussões sobre o processo de financiamento do setor hídrico nacional; e para os agricultores, apoiar na definição de opções de investimento no setor agrícola e pecuário.

1.3 Estrutura da Tese

Esta Tese está estruturada em seis partes. A primeira parte faz a introdução do trabalho, discute a água em Cabo Verde e a pesquisa apresenta seus objetivos e hipótese. Na segunda parte é mostrado o estado da arte, onde são apresentados e discutidos as noções de valor e valor econômico de água; custos e custo total de água, alguns métodos e técnicas de avaliação de benefícios.

Neste contexto, especial atenção foi dada à abordagem desenvolvida por Rogers *et. al.* (1998), que considera a água como um bem econômico e social, dotada de custos totais e valor econômico total, cujos princípios gerais foram adotados nesta pesquisa em parceria com a abordagem das funções e processos dos recursos hídricos, que também estão subjacentes a esta pesquisa.

Na terceira parte deste trabalho são apresentados e discutidos os aspectos essenciais gerais do clima de Santiago, salientando o regime pluviométrico desta ilha e suas características, a partir de dados de chuva registrados em aproximadamente uma dúzia de estações pluviométricas ativas nesta ilha.

A quarta parte deste trabalho é dedicada à metodologia proposta para desenvolver esta pesquisa, salientando a caracterização da área de estudos desta pesquisa, que é constituída por Barragem de Faveta e Barragem de Salineiro, ambas em Santiago. A área do entorno

destas duas barragens foi caracterizada, salientando as potencialidades, ameaças e tendências da Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos e Bacia Hidrográfica da Ribeira de Santiago. Os métodos, técnicas e procedimentos desta pesquisa são apresentados e seus componentes descritos nesta parte do trabalho.

Na quinta parte é feita a integração de resultados dos componentes da parte quinta. Finalmente, na sexta, as conclusões e recomendações da pesquisa são apresentadas e discutidas, salientando as potencialidades e restrições do método de pesquisa.

II PARTE

2 ESTADO DA ARTE

Neste capítulo é destinada a fazer uma objetiva e ampla revisão ao ‘estado de arte’ sobre os recursos hídricos em Cabo Verde. Em relação à Cabo Verde, destaca-se o impacto das reformas no setor dos recursos hídricos que foi iniciada desde a década de 1990, e que culminou na criação e institucionalização da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANAS) em 2014, em substituição ao Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (INGRH). Esta autarquia, criada na década de 1990, esteve vinculada ao Conselho Nacional de Águas (CNAG), que por sua vez, havia sido instituída para substituir a então Junta dos Recursos Hídricos de Cabo Verde (JRH) que vigorava desde a década de 1960.

Neste capítulo, são ainda analisados alguns dos aspectos controversos da abordagem econômica vinculada ao gerenciamento dos recursos hídricos, salientando a diversidade de pontos que permeiam o debate acerca desses recursos e economia.

A produção literária sobre este assunto tem colocado em confronto, pontos de vistas oriundos de diferentes quadrantes ideológicos, permeando diferentes escolas de pensamento econômico, todas preocupadas em indicar as melhores formas de fazer gerenciamento dos recursos hídricos.

Estes pontos de vistas são tão diversificados, que vão desde a simples recusa em aceitar qualquer tipo de abordagem econômica vinculada aos recursos hídricos, de um lado, aos que defendem a eficiência econômica como a solução viável, para otimizar os benefícios líquidos sociais, de bens e serviços que são criados por água bruta.

Entretanto, uma nova abordagem, no interior do setor dos recursos hídricos parece surgir, entre especialistas, à qual foi denominada “abordagem funcional” na gestão dos recursos hídricos.

A mesma foi gestada e divulgada entre os especialistas em recursos hídricos, desde 2004, quando foi publicado um relatório da FAO, preparado por um trabalho, chefiado por Turner et al (2004), no qual, estes sugeriram a gestão integrada dos recursos hídricos, como a única a forma de fazer uma gestão sustentável da água.

2.1 Política nacional de recursos hídricos

O Plano Diretor dos Recursos Hídricos (1993-2005), Cabo Verde, (2003) fixou como objetivo do Governo, a universalização do acesso à água potável, para cobrir a 100% da população em 2005. Este plano previa também, abastecer 50 litros de água/pessoa/dia no mesmo período, num esforço que previa a mobilização de recursos financeiros no exterior.

Os principais parceiros de cooperação multilateral do Estado de Cabo Verde eram o Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento (PNUD); União Europeia (EU); e UNICEF. Entre os parceiros de cooperação bilateral estão: Espanha, Alemanha, Arábia Saudita, EUA, Itália, França, entre outros. (CABO VERDE, 2000)

A escassez hídrica natural, em razão de uma acentuada redução de pluviometria, certamente é uma dos principais problemas que o país deverá continuar a enfrentar. A par da escassez natural de água, estão também os erros, tanto na quantificação dos recursos hídricos disponíveis, quanto na sua própria alocação. Em 1992, foram realizados alguns estudos hidrogeológicos, que mapearam as potencialidades hídricas de cada ilha e calculavam um balanço hidrológico territorial, indicando as ilhas de maior potencial. Uma síntese deste mapeamento é mostrada na Tabela 1 que se segue.

Tabela 1 - Distribuição do potencial hídrico de Cabo Verde (Ilhas seleccionadas).

Ilha	Área	Precipitação		Escoamento superficial		Infiltração	
	Km ²	mm/ano	10 ⁶ m ³ /ano	mm/ano	10 ⁶ m ³ /ano	mm/ano	10 ⁶ m ³ /ano
Santiago	990	320	317	108	108	55	55
Fogo	476	450	214	182	87	88	42
Brava	67,4	350	24	122	8	68	5
Maio	269	100	27	15	4	10	3
Boa Vista	620	75	46	10	6	5	3
Sal	216	75	16	10	2	5	1
Santo Antão	779	350	273	125	97	69	54
São Nicolau	388	150	58	37	14	23	9
São Vicente	227	75	17	10	2	5	1
Total	4032,4		992		328		173
Média		246,4		81,2		42,9	
% (em relação à precipitação)		100		33		17,4	

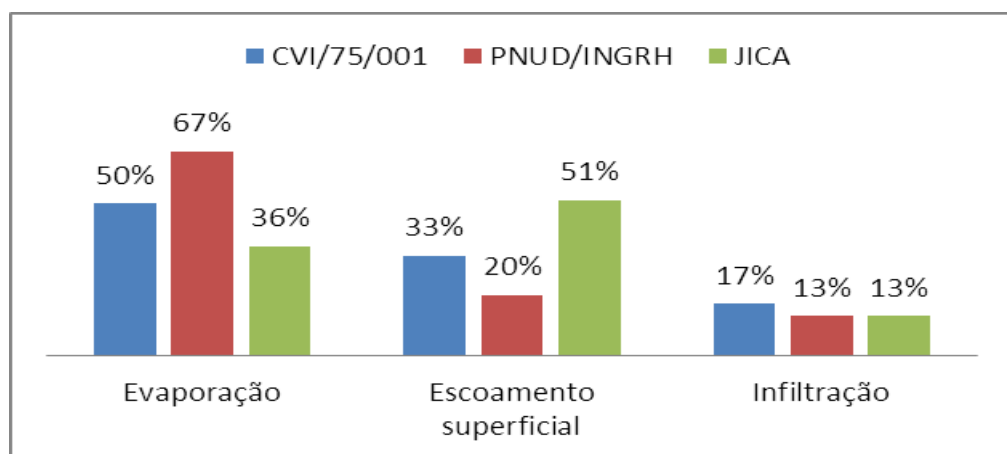
Fonte: Cabo Verde, 1993.

As ilhas com precipitações médias mais elevadas são: Santo Antão, Brava, Fogo e Santiago. Entretanto, outros estudos têm revelado diferentes potencialidades hídricas do arquipélago. A Tabela 2 mostra as discrepâncias de resultados de diferentes estudos que se dedicaram à quantificação do potencial hídrico superficial no arquipélago. Assim, estudo elaborado pelo PNUD indicava um potencial de águas superficiais de 328 milhões de m³/ano; Plano Diretor dos Recursos Hídricos (181 milhões de m³/ano); JICA (1999) (138,4 milhões de m³/ano).

Estes resultados colocam em evidência as fragilidades técnicas, por ventura, institucionais, quanto à definição de uma estratégia que seja eficaz na mobilização de recursos hídricos necessários para atender todas as demandas de múltiplos usuários. Em face destas dificuldades, e de pressão crescente de usuários de água, Cabo Verde tem optado por uma estratégia que visa dar resposta à pressão imposta pela demanda.

Neste sentido, foram adquiridos e instalados perto de uma dezena de dessalinizadores de água do mar, que, neste momento atende a aproximadamente 56% das necessidades da população e da economia (Tabela 2). A Figura 1, que se segue, mostra as discrepâncias na avaliação do balanço hidrológico territorial de Cabo Verde. A figura evidencia as disparidade nos valores dos elementos essenciais que constituem o balanço hidrológico, ou seja: a evaporação, escoamento superficial e infiltração. A componente de evaporação no território variam entre 67% e 36%; escoamento superficial entre 51% e 20% respectivamente e infiltração entre 17% e 13% respectivamente. (CABO VERDE, 2005)

Figura 1 - Potencial hidrológico do arquipélago de Cabo Verde.



Fonte: Adaptado JICA, 1999.

Quanto à origem da água por fontes de captação, a água dessalinizada tem tido um papel importante na provisão de água potável, e atende as necessidades de usuários, em quatro, das nove ilhas habitadas do arquipélago como mostra a Tabela 2, que se segue. A provisão de água dessalinizada em Cabo Verde apresenta custos elevados para a sociedade cabo-verdiana, por causa da dependência do País, em relação à tecnologia e combustível, necessários para dessalinizar a água do mar.

Tabela 2 - Abrangência de oferta de água dessalinizada em Cabo Verde

Ilha	Dessalinizador	Produção (m ³ /ano)	Horas	Produção Nominal (m ³ /h)	Produção Média (m ³ /h)
Ilha de São Vicente	MSF 240	157.331	2.992	100	52,58
	MED 2400	481.197	4.929	100	97,63
	MVC 1200	343.540	7.476	50	45,95
Total		982.068	15.397	250	196,16
Santiago (Praia)	MVC/I 1250	226.953	4.790	52,08	47,38
	MVC/II 1250	207.143	4.607	52,08	44,96
Total		434.096	9.397	104,16	92,34
Ilha do Sal	MVC/I 500	172.076	8.588	20,83	20,04
	MVC/II 500	172.054	8.552	20,83	20,12
Total		344.130	17.140	41,66	40,16
Ilha da Boa Vista	MVC 75	22.561	7.181	20,83	3,14
	MVC 300	3.143	1.304	2,5	2,41
	OI/II	25.704	8.485	25,83	5,55
Total		1.785.998	50.419	422	334

Fonte: Electra S.A, 2007.

A opção do Governo de Cabo Verde, por dessalinização de água do mar, em escala industrial, foi necessária, para atenuar escassez hídrica nos anos de maior estiagem. Entretanto, torna-se necessária uma avaliação dos resultados desta opção. O elevado custo de produção tem gerado elevados custos econômicos e sociais, nomeadamente no Município da Praia, que alberga a capital do País, onde a produção, transporte, distribuição e consumo de água custava em 2007, aproximadamente \$US 11/m³. (MOURA E ARAÚJO, 2014).

2.2 Mudança de paradigmas no setor hídrico cabo-verdiano

A Conferência de Dublin para o Desenvolvimento Sustentável e Conservação dos Recursos Naturais e a sua Agenda 21, organizada pelas Nações Unidas em 1992, definiu o princípio geral da água como um bem econômico, para estimular os países a se engajarem nas reformas políticas, econômicas e sociais para promover o uso eficiente e equitativo, além de encorajar a conservação e a proteção da água (WMO, 1992)

Como será observado mais à frente, este princípio foi visto por alguns especialistas, como uma forma de institucionalizar os mercados de água, algo que já que vinha sendo uma prática corrente em vários países industrializados, entre eles os Estados Unidos da América, Austrália e Canadá.

Por isso, este princípio que consagraria a água como um recurso econômico, em igualdade de circunstâncias com os outros recursos naturais, foi visto também como um instrumento de pressão política, mais amplo, para forçar os países em desenvolvimento da África, América Latina, Ásia, e também os países do antigo Bloco do Leste Europeu, a realizar reformas políticas e econômicas para permitir a abertura de suas economias à iniciativa privada.

O Estado de Cabo Verde aderiu este movimento, de ímpeto reformista, que tinha como objetivos: libertar o Estado dos setores da economia para “promover a eficiência” na administração de gastos públicos. O setor dos recursos hídricos foi incluído no pacote de reformas institucionais e políticas do arquipélago e que se beneficiou de assessoria técnica e assistência financeira do Banco Mundial. Além do setor dos recursos hídricos, foram também incluídos: transportes, energia e telecomunicações.

Neste contexto, foi criado o PEAS (Programa de Reestruturação do Setor de Energia, Água e Saneamento) para coordenar todas as reformas. O Código de Água de Cabo Verde (CACV), que havia sido criado por Lei nº 41/II/84 de 13 de Dezembro foi revisto e aprovado por Decreto Legislativo nº 5/99 de 1999. Esta revisão provocou importantes alterações na definição das modalidades de uso, na alocação, pagamento, cobrança e administração dos recursos da água em Cabo Verde.

Por exemplo, pelo novo código, o artigo 5º do II Capítulo, que trata de benefícios da água para a coletividade, definiu que “a gestão dos recursos hídricos deve ter em vista a obtenção de máximo benefício da coletividade, assegurando, paralelamente, o desenvolvimento e a conservação desses recursos, em condições de utilização racional.”.

O novo artigo 23º do mesmo Capítulo II estabelecia um novo regime quanto ao papel e atribuições do Estado no setor. Neste contexto, este artigo estabeleceu “que incumbe

ao Estado regular econômica e tecnicamente os serviços e atividades relacionadas com a produção e distribuição de água potável e tratada e com a recepção, transporte” (...), e “estimular a sã concorrência nos serviços e atividades de abastecimento público e de saneamento”.

Na prática, uma parte significativa das atribuições, até então do Conselho Nacional de Água (CNAG), órgão interministerial do Estado que coordena as políticas setoriais da água, nomeadamente, com competência para determinar o valor das taxas de concessão de outorgas tarifas de água, foi transferida para a recém-criada Agência Reguladora Multissetorial (ARM), em 30 de dezembro 1999.

Mais tarde, com a criação da Agência de Regulação Econômica (ARE), em seu Artigo 54º, do Código de Água (das atribuições da ARE) ficou estabelecido ainda, que cabe a ARE “(...) regular as concessões e licenças, os procedimentos administrativos de concurso ou obtenção de licença, de fixar tarifas e taxas, de fiscalizar o cumprimento da legislação e dos contratos de concessão e de aplicar sanções por infrações.”.

Mais tarde, esta agência seria transformada, em Agência de Regulação Econômica (ARE) por força do Decreto-Lei nº 26/2003, de 25 de agosto. A ARE tem como uma das principais atribuições “regular as atividades de produção de energia, água, (...) e proteger o equilíbrio econômico-financeiro das empresas reguladas”.(CABO VERDE, 2003).

Portanto, do papel de administrador e posteriormente produtor e regulador, no interior do sistema nacional de gestão dos recursos hídricos, o Estado passou, ainda que temporariamente para o regulador do sistema. Além da ARE, também foram também criados em todos os municípios localizados nas regiões rurais os Serviços Autônomos de Abastecimento de Água e Saneamento (SAAA) para fazer a distribuição de água. Na Cidade da Praia, Mindelo, Ilha do Sal de Boa Vista, a produção e distribuição ficaram com a Electra S.A., empresa de capital público, que também produz e faz a distribuição de energia em todo o território nacional. Ainda na Cidade da Praia, para atender as demandas de consumidores de baixo rendimento, nos subúrbios sem rede de abastecimento de água, foi criada a Agência de Distribuição de Água (ADA) que compra a água na Electra S.A. e distribui, por meio de carros-pipa nos chafarizes que não estavam ligados à rede pública de abastecimento de água.

Ao todo, esta agência administrava 73 chafarizes, que abasteciam mais de 50% da população da cidade, na medida em que a taxa de cobertura de domicílios continuava reduzida.

2.3 Capital público versus capital privado na água e saneamento

Segundo Hanemann (2005), a natureza do tipo de capital das empresas que operam na produção, transporte, armazenamento e distribuição da água é determinada pela natureza de seus custos fixos. Segundo este autor, os custos fixos neste setor podem conter simultaneamente, características que são comuns tanto aos bens públicos, quanto aos bens privados.

Por esta razão, como salienta este autor, os investimentos em projetos de sistemas hídricos, do ponto de vista estritamente financeiro, conservam uma baixa taxa de retorno, fato que seria inibidor para incentivar a participação de privados nestes projetos. Segundo este autor, isto explica a preponderância de empresas do setor público nos negócios da água durante muito tempo. A falta de atratividade financeira deste setor contribuiu para manter o capital privado afastado, sobretudo, nos países em desenvolvimento, até o início da década de mil novecentos e noventa.

De fato, como a poupança interna nestes países ainda se mantém em níveis reduzidos, a pressão para investir neste setor não tinha sido importante até o início da década de 1990.

Entretanto, como salienta o referido autor, para encorajar a adesão da iniciativa privada, alguns Estados nacionais (Cabo Verde p.e.) se comprometeram com o Banco Mundial em tomar medidas de natureza política, para manter o equilíbrio financeiro de empresas de capital privado que aderissem às oportunidades que seriam criadas no setor de água e saneamento, de modo que o ônus dos riscos do negócio se mantivesse no setor público, mesmo após a transferência de gestão, nalguns casos e noutros, após a privatização.

Em Cabo Verde, o Estado se comprometeu a financiar uma parte significativa da estrutura referidos custos fixos (como provam os programas plurianuais de investimento público), nos quais foram inscritas elevadas somas de dinheiro público em projetos de reforço no abastecimento de água, um pouco por todos os municípios do país.

Uma parte importante destes investimentos previstos não foi concretizada. Todavia, uma revisão ao Orçamento Geral do Estado de Cabo Verde para 2007 e 2008 mostra os gastos do governo no setor de saneamento e no abastecimento de água, por exemplo, na Cidade da Praia, Capital do País, embora a gestão de produção e distribuição de água tivesse sido objeto de concessão.

Em Cabo Verde, ao contrário do que aconteceu nos países industrializados, a privatização dos serviços de água surgiu no auge dos programas de ajustamento estrutural de sua economia, que estava endividada. Por esta razão, as reformas no setor foram vistas como uma oportunidade para reduzir o déficit do tesouro nacional.

A economia de Cabo Verde estava em transição, de um modelo de economia centralizada, que vigorou durante 15 anos, para uma economia de base privada que começou no início da década de 1990. Por esta razão, deu-se o início a um amplo processo de privatização do setor dos recursos hídricos. Entretanto, a experiência, ao invés de se traduzir na efetiva de privatização do setor, originou uma simples permuta de capital, do setor público nacional, por capital de empresas estrangeiras do ramo de água e energia, dominadas também por capital público e/ou misto⁴.

O outro argumento recorrente, usado para justificar privatização parcial ou total do setor dos serviços de água, segundo Hanemann (2005) é a alegação que o setor público (governo) não tem sido um bom exemplo de gestão eficiente no setor da água, e, por conseguinte, são os próprios governos os principais responsáveis pela crise que o setor tem vivido nas últimas anteriores.

De acordo com este autor, por causa de experiências menos bem sucedidas em alguns países em desenvolvimento, a gestão dos investimentos públicos no setor hídrico não logrou alcançar os objetivos previstos por ocasião dos contratos de empréstimos que foram concedidos para investimentos em grandes projetos de irrigação.

O entendimento, segundo Hanemann (2005), era que a iniciativa privada seria portadora de ganhos de eficiência na gestão financeira dos sistemas hídricos e de provedora de recursos financeiros a custos menores para investir neste setor, ao mesmo tempo os governos seriam liberados para outras atribuições, como por exemplo, na regulação.

Em Cabo Verde, são paradigmáticos os projetos públicos na Galeria de Bota Rama no Município de Ribeira Grande de Santiago, e também a menos bem sucedida Galeria de Fajã de Águas, na Ilha de São Nicolau. A repercussão destes projetos falhos começou a suscitar na opinião pública a defesa de reformas para facilitar a privatização dos sistemas nacionais de água.

⁴ Em Cabo Verde, na privatização da Empresa de Electricidade e Água (Electra), 51% das ações da empresa foram adquiridas por um consórcio formado pela Águas de Portugal (AdP) e EdP, Electricidade de Portugal em 2000.

A privatização parcial da Electra deu-se em 2000. Na sua nova configuração, 30,6% das ações foram adquiridas pelo Grupo EDP (Eletricidade de Portugal), 20,4% pelo Grupo ADP (Águas de Portugal), ficando o Estado e os Municípios de Cabo Verde como acionistas minoritários, detendo 41,65% e 7,35% cada.

Entretanto, esta parceria seria desfeita e resultou no abandono da parte portuguesa, fato que ditou a renacionalização da empresa em 2008. Atualmente os seus acionistas são: Estado de Cabo Verde que detém 610.200 ações (63.350%) do capital social; os 22 Municípios de Cabo Verde no seu conjunto possuem 90.000 ações (9.344 %) e Instituto Nacional de Previdência (equivalente ao INSS no Brasil) detém 263.026 ações (27.307%). (ELECTRA, 2014).

A liberalização parcial do setor permitiu o surgimento de novas operadoras, como a “Águas do Porto Novo” e “Águas de Pedra Lume” que operam respectivamente na Ilha de São Antão e Sal, fornecendo água dessalinizada para a Cidade de Porto Novo e na Ilha de Sal e Boa Vista.

Os resultados deste movimento de idas e recuos são ainda patentes na sociedade cabo-verdiana. Os Serviços de Autônomos de Abastecimento Autônomos de Água criados foram mantidos na dependência de governos municipais, que, sem capital para investir na expansão e melhoria de seus serviços, não conseguiram garantir o acesso universal à água e saneamento aos seus moradores. Neste momento, apesar de avanços, a taxa de cobertura de ligações à rede é ainda muito reduzida e as principais formas de abastecimento continuam sendo os chafarizes e carros-pipa.

Somente 39,4% dos domicílios estavam conectados às redes de abastecimento pública de abastecimento, sendo que a média nas áreas urbanas era 58,1%, contra 22,0% nas áreas rurais. Em média 39,2% das famílias eram abastecidas por carros-pipa, sendo 29% nas regiões urbanas e 48,8% nas áreas rurais do arquipélago.

Entre 1999 e 2007, o acesso à água potável por parte de moradores nas cidades e no campo continuava crítico. Os principais responsáveis por abastecer as famílias são mulheres e crianças do sexo feminino, em idade escolar, que fazem o percurso entre suas casas e um ponto de água mais próximo, gastando entre 15 e 30 minutos. (CABO VERDE, 2007).

Segundo os dados de um estudo denominado QUIBB (Questionário Unificado Indicador de Bem-Estar), que foi realizado pelo Instituto de Nacional de Estatísticas de Cabo Verde (Cabo Verde, 2007), 76,5% das famílias declararam gasta 15 minutos no trajeto entre

suas casas e uma fonte de água potável mais próxima. Nas cidades, surpreendentemente esta taxa é 85,4%, contra 72,3% nas áreas rurais do arquipélago.

Os dados do Censo Populacional de 2010 (Cabo Verde, 2013) mostram que a percentagem das famílias com água canalizada passou de 39,4% para 42,5% e 45,4% entre 2007 e 2010. Já 8,3% das afirmaram que recebem a água de vizinhos e 25,1% das famílias nos chafarizes; 7,5% das famílias abastecem-se por meio dos carros-pipa, e 8,6% afirmaram que se abastecem nas levadas, poços abertos, nascentes, galerias e condutas de água que são destinadas para irrigação.

Portanto, as reformas no setor dos recursos hídricos não parecem ter trazido muitos benefícios sociais para os moradores das grandes cidades, sem conexão às redes, onde o abastecimento era feito em dias alternados. A principal empresa do setor de abastecimento de água, a Electra S.A. continua descapitalizada e endividada, sem capacidade financeira para investir na expansão de seus serviços e atender as demandas dos moradores de baixa renda que moram os bairros periféricos, sobretudo, nas cidades de Praia, Mindelo.

2.4 Tarifas de água e suas implicações em Cabo Verde

Uma das principais atribuições da Agência de Regulação Econômica (ARE) é proteger o equilíbrio econômico-financeiro das empresas reguladas. O sistema tarifário é progressivo e compreende atualmente 3 faixas no consumo doméstico (Tabela 3), porém o valor da tarifa do metro cúbico pode variar de município para município (Tabela 4).

Nos chafarizes, onde a maioria da população pobre é abastecida, o valor médio das tarifas é de \$ECV 20/30 litros de água. Ou seja, \$ECV 667/m³, que equivale 2,36 vezes o valor da tarifa mínima que é paga por consumidores domésticos do primeiro escalão.

Tabela 3 - Tarifa de água dessalinizada em Porto Novo

Escalões de Consumo	Tarifa Base (\$ECV ⁵)	IVA ⁶ (15%)	Tarifa (+15%)
Doméstico			
≤ 6 m ³	245,2	36,78	281,98
> 6 ≤ 10 m ³	359,86	53,979	413,839
< 10 m ³	478,9	71,835	550,735
Industrial	421,36	63,204	484,564
Turismo	545,36	81,804	627,164
Inst. de carácter social	271,31	40,6965	312,0065
Comércio & Serviços			
≤ 20 m ³	439,83	65,9745	505,8045
> 20 m ³	512,91	76,9365	589,8465
Vendas para camiões-pipa (i)	263,79	39,5685	303,3585
Vendas para camiões-pipa (ii)	456,97	68,5455	525,5155

Fonte: Adaptado ARE, 2014.

Tabela 4 - Tarifa de água noutros municípios

Escalões de Consumo	Tarifa Base (\$ECV)	IVA (15%)	Tarifa (+15%)
Doméstico			
≤ 6 m ³	253,72	38,058	291,778
> 6 ≤ 10 m ³	359,98	53,997	413,977
< 10	470,3	70,545	540,845
Industrial	416,96	62,544	479,504
Turismo	531,89	79,7835	611,6735
Inst. de carácter Social	277,92	41,688	319,608
Comércio & Serviços			
≤ 20 m ³	434,13	65,1195	499,2495
> 20 m ³	501,87	75,2805	577,1505
Vendas para camiões-pipa (i)	280,12	42,018	322,138
Vendas para camiões-pipa (ii)	449,97	67,4955	517,4655

Fonte: Adaptado ARE, 2014.

2.5 Atributos físicos e características econômicas da água

Embora a Conferência de Dublin (WMO, 1992) tivesse recomendado aos Estados e Governos membros das Nações Unidas a adoção do princípio da gestão econômica da água,

⁵ 1 \$ECV = 0,00906 Euro (paridade fixa Euro/\$ECV)

⁶ Imposto Valor Acrescentado.

a aplicação efetiva deste princípio depende de fatores de natureza política, econômica e cultural. A adoção deste princípio depende também, da forma como atributos físicos e características econômicas da água são vistos em diferentes sociedades.

Aspetos conceituais

Young (2005), apesar de defender a introdução de instrumentos econômicos na gestão dos recursos hídricos, de forma quase irrestrita, salienta a singularidade da água em relação a outros bens econômicos. Para este autor, um conjunto de atributos físicos e características econômicas da água fazem dela um recurso específico.

Mobilidade - Enquanto recurso natural, em seu estado líquido e gasoso, a mobilidade permite à água se fluir livremente no espaço, a partir de lugares situados à montante para lugares situados em cotas inferiores à jusante. Este atributo de natureza física permite seu transporte a partir de um ponto de captação para o seu consumo outros lugares.

Este atributo assume particular importância em regiões de clima árido e semiárido, em virtude da irregularidade em suas precipitações e aleatoriedade especial e temporal das chuvas, fazendo que com a captação e o consumo possam ocorrer em lugares diferentes. As consequências do transporte de água serão analisadas mais à frente nesta seção.

A água pode também infiltrar-se, evaporar-se e originar as precipitações e nascentes chuvas em lugares distintos. Um dos grandes desafios enfrentados por autoridades consiste na definição de direitos de uso, haja em vista as pressões políticas que são exercidas por diferentes setores sociais.

Economia de escala - A captação, armazenamento, transporte e distribuição da água bruta proporcionam condições que favoreçam a criação de monopólios naturais, públicos ou privados por causa de economias de escalas que podem ser otimizadas. Ao contrário de outros bens econômicos que oferecidos seguindo a lógica de mercados, no caso da água, os elevados custos de captação, transporte e outros aspectos associados à definição de direitos de propriedade não permitem que sua oferta e sua demanda sejam feitas segundo os padrões tradicionais no mercado.

Variabilidade na oferta - A disponibilidade da água bruta na natureza segue padrões altamente variáveis e aleatórios, seja em termos espaciais e temporais que associados com a qualidade para atender às diferentes finalidades, impõe serias restrições na sua oferta. Em regiões onde existe a regularidade e previsibilidade nas estações do ano, o ciclo anual de

precipitações pode prover água em abundância para abastecer rapidamente seus reservatórios e mananciais e atender as demandas ao longo do ano.

Noutros casos, porém, como no semiárido cabo-verdiano, a disponibilidade, distribuição e o acesso à água só poderão ser estabelecidos com auxílio das técnicas de probabilidade na previsão da sua oferta, e ainda assim, os desafios são enormes.

Diluyente universal - A disponibilidade de forma contínua da água na natureza faz dela um diluyente quase universal que absorve e assimila quase todos os tipos de poluentes industriais e não só. A administração dessa característica assimilativa impele o Estado para fazer a sua alocação criteriosa e impõe a necessidade de introduzir a dimensão qualitativa na definição do próprio uso oferta da água.

Uso sequencial - Por se deslocar fisicamente de pontos mais altos para os mais baixos na superfície terrestre, a água dos mananciais, nomeadamente as águas superficiais, podem potencializar conflitos no uso. Sua qualidade é alterada por usuários situados à montante e as consequências serão suportadas por usuários localizados à jusante.

Complementaridade - A água pode ser usada de diversas formas. No abastecimento humano, na dessedentação dos animais, nas atividades de lazer e recreação, na irrigação e na indústria. Muitas vezes, estes usos podem originar a competição entre esses usuários, em função da quantidade (usos subtrativos/consumptivos) ou alteração na sua qualidade (usos não consultivos).

Problemas espaciais específicos - Young (2005) salienta que, em decorrência de variações na demanda e oferta de água ao nível local, alguns problemas relacionados com o abastecimento, assumem um caráter local e regional, embora exista a tendência para que as soluções sejam encontradas localmente. Contudo, a abordagem local deve levar em conta as especificidades regionais, nacionais e muitas vezes internacionais (caso de bacias transnacionais).

Baixo valor - Desde os remotos, a água bruta sempre foi cotada com um recurso natural de baixo valor de troca, por grande parte dos seus usuários. Depois de captada, tratada, armazenada e transportada para os locais de consumo, próximos de seus usuários finais, o custo da oferta tende a aumentar consideravelmente afetando o seu valor de uso e de troca. Porém, nas sociedades onde a água exerce uma importante função social, cultural e religiosa, o seu valor global pode ultrapassar valores estabelecidos pelos mecanismos econômicos de oferta e demanda.

Valores sociais e culturais - Além de ser usada em múltiplos usos (consumptivos e não-consumptivos), a água é considerada em muitas sociedades um símbolo de pureza, e ocupa um lugar místico no centro das principais religiões do Mundo, onde seus traços culturais são marcantes. Por esta razão, as abordagens que enfatizam somente a alocação econômica de água podem evidenciar, nessas condições, uma prática ineficaz. Nesses casos, especificamente, são os valores sociais e culturais a determinar a disponibilidade para pagar pelo uso ou pelo não uso da água.

2.6 Benefícios criados por água

Nesta pesquisa, o conceito de valor é sinônimo de benefícios e vice-versa, sendo usado para representar em termos monetários, o quanto de um estado, tempo ou condição pode ser sacrificado na aquisição de outro estado. No contexto de sistemas hídricos construídos, seus benefícios são determinados em função de seus objetivos. Por esta razão, os benefícios estão relacionados com os resultados de objetivos planejados. (JAMES E LEE, 1971). Segundo estes autores, que estão entre os mais conceituados na economia e planejamento dos recursos, as principais categorias de benefícios da água compreendem: benefícios primários e benefícios secundários.

Benefícios primários

Os benefícios primários de um projeto de sistema hídrico são agrupados em benefícios tangíveis, que resultam em consequências positivas para os terceiros (benefícios externos ou externalidades positivas). O cálculo do montante destes benefícios é feito termos monetários e sua estimativa traduz o valor líquido de benfeitorias que são incorporadas favoravelmente pelos efeitos da água no bem-estar de pessoas ou de grupos beneficiários do projeto de sistema.

Os benefícios diretos incluem ganhos em decorrência de redução perdas físicas por inundações, o aumento do rendimento de beneficiários diretos dos agricultores por causa de aplicação de maior quantidade de água nas plantações, além de redução de custos de produção, além da satisfação que é obtida por pessoas que buscam o lazer através paisagens cênicas dos recursos da água.

Os benefícios indiretos incluem a percepção de indivíduos acerca dos efeitos e das consequências tecnológicas, econômicas e sociais que são apropriados pelos usuários dos sistemas hídricos. Esses efeitos resultam na produção de outros bens e serviços que usam a água.

Ainda de acordo com James e Lee (1971), benefícios secundários da água de barragens resultam do aumento do valor que é adicionado às atividades econômicas influenciadas por projetos dos sistemas hídricos nas bacias hidrográficas, em razão de ligações econômicas que resulte em efeitos pecuniários externos.

Fazem parte de conjunto de benefícios o aumento de rendimentos, em atividades que se beneficiaram da existência dos sistemas hídricos e que possibilitaram o surgimento de novas oportunidades, como reação à implantação de projetos de sistemas hídricos na região e seus impactos na sua economia como sugerem (PIERCE, et al., 2006).

O seu montante é igual à soma do rendimento líquido no processamento dos produtos do projeto de sistemas hídricos que seriam obtidos com a deslocação do processamento desses produtos em outros lugares. Os benefícios secundários (também chamados benefícios induzidos) resultam de atividades associadas com a produção agrícola de um projeto de sistema hídrico. (JAMES E LEE, 1971).

2.7 Aspectos gerais e específicos do custo da água das barragens

Neste capítulo são analisados os custos associados aos empreendimentos hídricos. Os custos associados de sistemas hídricos podem ultrapassar o montante dos investimentos usados na sua construção, por incluir os montantes das perdas de benefícios, em caso de roturas nas obras e/ou também, em caso de ocorrência de uma alocação ineficiente da água das mesmas. (ROGERS *et. al.*, 1998).

O julgamento sobre os custos, normalmente é feito em função dos objetivos na conceção do sistema hídrico, bem como de acordo com a ótica pública ou privada. Segundo James e Lee (1971), do ponto de vista do poder público, a análise dos objetivos de sistemas hídricos incorpora todos os custos e benefícios diretos e indiretos incorridos pelos beneficiários e não beneficiários do projeto de sistema hídrico, incluindo os seus efeitos externos (economias e deseconomias) e custos de oportunidade.

Ainda, segundo estes autores, do ponto de vista público, a análise das taxas de desconto que são usadas na projeção dos fluxos de benefícios e custos são menores que as

taxas usadas na perspectiva do setor privado, devido os efeitos de substituição nas preferências ao longo do tempo e seu impacto na variação do custo do dinheiro.

Como os preços mercado não tem sentido normativo, por causa, nomeadamente, das características específicas da água, o setor público, ao contrário do privado, procura avaliar o mérito econômico de cada insumo e produto, ao contrário do privado, que avalia o seu mérito, numa ótica financeira. Para estes autores, a análise e avaliação de projetos hídricos que geram bens e serviços cujo valor de benefício não é avaliado nos mercados tracionais (p.e. vista cênica e paisagística), o montante de valor destes bens poderá ser avaliado por meio da análise das necessidades e seu impacto no bem-estar das coletividades.

Hanemann (1998) salienta que um dos fatores que mais tem contribuído para o elevado custo da água é o seu transporte, sempre que o consumo ocorre fora do lugar de sua captação ou produção. Segundo este autor, infraestruturas de transporte de água de um lugar para outro são geralmente de baixa intensidade em uso de capital de que o transporte de outros recursos naturais como o petróleo, gás natural e eletricidade. Por esta razão, sempre que o consumo ocorre longe do local de produção, os custos de transporte ocupam o lugar de variável-chave para determinar quais os modelos e estratégias para enfrentar a demanda em um contexto de escassez. (HANEMANN, 1998).

2.8 Custo total e valor total da água

Conforme salienta Young (2005), a água é um recurso natural dotado de características econômicas e atributos físicos diferentes de todos os outros recursos. Por esta razão, o processo de avaliação de valores a ela associados também deve ser diferente. A problemática do valor em geral e o valor de água não é recente. Ela têm suas raízes em Platão, três mil anos antes da era cristã, quando os filósofos gregos se detiveram as suas reflexões em torno do conceito filosófico do valor. (GRIFFIN, 2006).

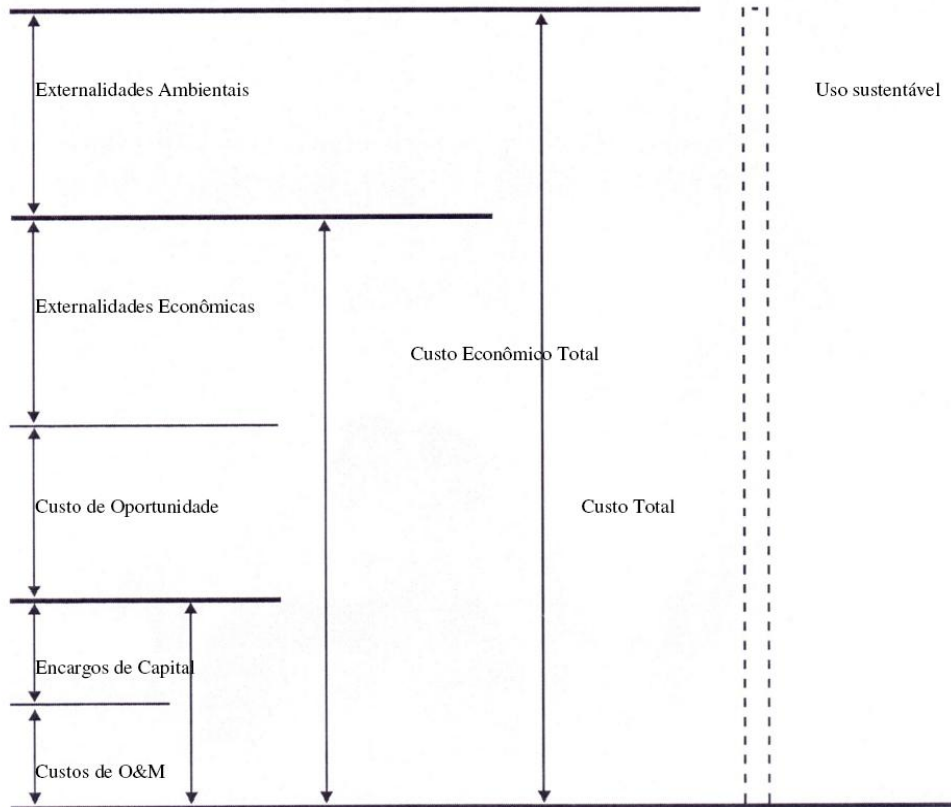
No caso do valor da água, conforme salienta Rogers *et. al.* (p. 1998), existem várias metodologias para avaliar a água, na perspectiva de um bem que gera valor e custos econômicos. A maioria das metodológicas, segundo este autor procura avaliar os custos da água focando a sua atenção em usuários de sistemas individualmente considerados, enquanto que a abordagem de 'valor total da água' foca sua análise em valor, mas de forma agregada, abrangendo o máximo possível dos múltiplos usuários do sistema hídrico ao longo de uma bacia hidrográfica.

A análise benefício-custo (ABC) tem sido usada com muita frequência na avaliação do desempenho de projetos de infraestruturas hídricas. Esta análise compara os benefícios de projetos antes e depois de sua implantação.

A noção de benefícios e custos incrementais está associada com as variações que ocorrem no montante de custos e benefícios, em razão de alterações nos projetos de sistemas hídricos. Seu princípio se baseia no mérito de mudanças na magnitude dos custos versus variações na magnitude dos benefícios.

O método do custo total e valor econômico total que é adotado nesta pesquisa utiliza uma abordagem econômica global e de conjunto, para avaliar a estimativa dos montantes do custo e valor total de água produzidos por um sistema hídrico em seus usuários múltiplos. Este método foi desenvolvido por Rogers *et. al.* (1998), e inicialmente foi usado para calcular o valor e o custo totais da água em duas regiões, uma semiárida e outra não semiárida do Nordeste da Índia e da Ilha turística de Phuket, na Tailândia respectivamente. (HANSON, 2004). Este método também foi usado para avaliar o custo total do sistema de abastecimento de água no Município da Praia em Cabo Verde, tendo como fundamento a noção que métodos mais complexos nem sempre são eficazes, haja a vista os custos para sua operacionalização; quantidade de dados necessária; e alguns vieses que possam eventualmente apresentar. Esquemáticamente, o modelo de custos, na abordagem de Rogers *et. al.* (1998) é apresentado a seguir, na Figura 2.

Figura 2 - Componentes gerais do custo total no manejo da água bruta



Fonte: Adaptado Rogers *et. al.*, 1998.

Implicações dos custos no manejo da água

O intensivo uso de capital na construção de sistemas de abastecimento de água, principalmente das águas superficiais, têm profundas implicações econômicas e sociais na estrutura dos custos e dos benefícios da água. (HANEMANN, 1998). Em primeiro lugar, segundo este autor, essas condições tendem a favorecer o surgimento de monopólios naturais públicos ou privados quando a finalidade da água é o consumo humano, industrial e nos serviços. Entretanto, como salienta Young (2005), a intensidade e a longevidade de capital facilitam o surgimento do fenômeno do “gigantismo” em sistemas hídricos, fato que desencoraja o surgimento da competição na oferta da água.

A intensidade e a longevidade do capital colocam igualmente outros desafios aos profissionais da água. Os sistemas de abastecimento de água podem levar vários anos, ou décadas para atingir a capacidade instalada, o que pode condicionar a capacidade de

financiamento por parte da sociedade e usuários em particular, e ocasionar custos de ociosidade. Não sendo a água bruta um recurso natural, igual às outras *commodities* cujo valor pode ser encontrado em mercados, por meio de tarifas que podem ser avaliadas por meio uma função de demanda, no caso da água, o montante das tarifas nem sempre reflete o verdadeiro o valor do conjunto de todos os benefícios econômicos e sociais que da água cria. Porém, uma vez atingida a capacidade instalada, o investimento nesses sistemas hídricos tende a ofertar a água a um custo menor. (HANEMANN, 1998).

O “verdadeiro” custo da água

Alguns estudos têm demonstrado que, na melhor das hipóteses, as tarifas de água cobrem parcialmente alguns itens de custos relacionados com produção, operação e manutenção de sistemas hídricos. Rogers *et. al.* (1998) e Revenga (2004) enfatizaram a necessidade de abordagens mais holísticas para calcular todos os componentes do custos que estão “escondidos” no interior das estruturas dos custos da água, entre eles os custos da degradação da própria água na fonte, no meio ambiente, as externalidades econômicas e o custo de oportunidade.

Outras abordagens defendem que quanto mais a tarifa cobrada aproximar do montante de benefícios econômicos totais da água, maior seria o incentivo para evitar o desperdício e a ineficiência por parte de usuários menos precavidos. (ROGERS *et. al.*, p. 1998).

O que estas abordagens omitem com frequência é o fato de grande parte de custos de ineficiência que é repassada por meio de tarifas aos usuários, resultam de perdas na produção e transporte de água. Um estudo sobre o custo total de sistemas de abastecimento de água no Município de Praia, em Cabo Verde, de 2007, indicava que as perdas na rede chegaram a 33%. (MOURA, E PEREIRA, 2014).

A discussão sobre a garantia de um acesso equitativo de água, em quantidade e qualidade aceitáveis e a custos também razoáveis por parte de famílias de menores recursos deve ser vista caso a caso. A manutenção do *status quo* atual em que os custos de acesso nessas famílias que já elevados, significa a manutenção da iniquidade no acesso e perpetuação da injustiça tarifária.

Tarifas mais elevadas que considerem apenas os custos financeiros da água podem aumentar ainda mais as desigualdades no acesso, enquanto que tarifas menores também

tendem a manter essas desigualdades, porquanto beneficiam ainda mais as famílias de maiores rendimentos, cujas casas atualmente estão conectadas a uma rede municipal de abastecimento de água.

As tarifas que são baseadas na abordagem do custo e valor econômico total da água, por considerar todos os componentes do custo e do valor, tenderiam a aumentar também as tarifas de água. Porém, considerando as famílias de baixo rendimento, sem água canalizada estão estariam a pagar uma grande percentagem destes custos, em forma de tempo e outras perdas sociais, ao contrário de famílias de maiores rendimentos. Portanto, tarifas baseadas no custo total e valor econômico total da água, acompanhadas de políticas públicas voltadas para universalização do acesso de água em quantidade e qualidade aceitáveis podem resultar na diminuição dos custos de acesso à água nas coletividades de menor rendimento.

Fatores que influenciam os custos da água

Além das suas características econômicas e atributos físicos que já foram estudadas anteriormente, o custo de água depende também, em grande medida, de características dos usuários, condições de acesso e da afluência dos consumidores, renda, espaço, tempo e clima. Além desses fatores, o custo da água é influenciado por um conjunto de outros fatores como a *tecnologia*: a decisão sobre a escolha de tecnologias apropriadas para captação, armazenamento e distribuição da água nos usuários múltiplos pode afetar diretamente a amplitude do custo e valor finais de um de sistema hídrico. Esta decisão é uma função que relaciona o tipo de fonte da água, relevo, clima, fontes de financiamento (exógeno ou endógeno) e tipo de propriedade onde o sistema está localizado. *níveis e garantias de serviço*: o nível de serviço que é desejado para um sistema hídrico pode ter como indicadores de referência o número, a tipologia de usuários, além de garantias de fornecimento sem riscos de falha; *custos de material e de trabalho*: a natureza do custos e a sua composição variam de país para país, e, não raras vezes, de uma região para outra dentro do mesmo país.

O custo dos materiais que é usado na construção, operação e operação de sistemas hídricos tem relevância e determina a composição final dos custos totais da água e pode indicar o grau de dependência em relação à mão de obra especializada estrangeira, a importação dos equipamentos e peças de reposição; *a acessibilidade e qualidade da fonte de oferta da água*: a acessibilidade incluiu as fontes de captação da água bruta, que podem inclui poços, furos, nascentes, galerias, barragens e, no caso de Cabo Verde, inclui locais e sistemas

de dessalinização e os processos de tratamento da água destinada, sobretudo ao consumo humano e aos processos industriais específicos.

O custo social da água

As discussões sobre quem paga mais pelo acesso à água não é nova. Em seu relatório sobre o desenvolvimento humano, dedicado à água em 2006, as Nações Unidas (PNUD, 2007) calcularam, em mais de um bilhão, o número de pessoas sem acesso à uma fonte de água potável, por falta de recursos financeiros disponíveis para serem investidos nos projetos de sistemas hídricos, falhas na gestão de projetos de abastecimento de água e os custos dos mesmos projetos que tornam as tarifas praticadas proibitivas para determinados camadas sociais em alguns países.

A tarifa, como referida anteriormente nesta pesquisa, representa um peso relativo no conjunto do custo total da água, até porque, são os outros custos invisíveis que mais pesam e determinam o acesso à água de qualidade em quantidade satisfatória. Em alguns países da Ásia, a tarifa cobrada aos pobres pelos vendedores informais chega a mais de 100 vezes a “tarifa normal” paga pelas famílias com água canalizada nos centros urbanos. Tendência contrária se verifica nos países desenvolvidos, onde as tarifas variam entre US\$ 1,98/m³ (Alemanha) e USD 0,47/m³ (Canadá). O único país do hemisfério sul com tarifas ao nível dos países desenvolvidos é África do Sul, USD 0,47/m³: (PNUD, 2006).

Em Cabo Verde, dados de uma pesquisa empírica que usou o método do custo total da água, feito por Moura e Pereira (2014) no município da Praia, indicou que famílias de baixa renda, cujas casas não estavam ligadas a uma rede pública de abastecimento de água gastavam entre quinze e trinta minutos no percurso entre as suas casas e um ponto de água mais próximo. Sem incluir o tempo de espera e o tempo que era gasto no percurso entre suas casas e um chafariz, a tarifa que é paga por trinta litros de água por essas pessoas era \$ECV 666,67 por metro cúbico (\$EU 6,05) enquanto que o valor das tarifas pago por cada metro cúbico de água canalizada em média chega a \$ECV 441/m³.

Abordagens em defesa de alocação eficiente da água

A água é um bem essencial para a vida na Terra, indispensável para a manutenção da qualidade de saúde das pessoas e um importante indicador de bem-estar humano segundo a ONU. (PNUD, 2007). Por isso, um número crescente de pessoas está a advogar o abandono de

mecanismos econômicos na decisão sobre a alocação ótima da água entre os seus usos múltiplos.

O argumento usado para rejeitar o uso de instrumentos econômicos na decisão sobre a alocação da água, em detrimento de abordagens “mais regulamentares” refere que algumas metas e objetivos de políticas públicas e ambientais que são necessárias para a sociedade, mas, raramente são compatíveis com a busca a qualquer custo, da eficiência econômica. Por isso, advogam que devem ser estes objetivos “superiores” a determinar a escolha das instituições, mecanismos e instrumentos de alocação e manejo da água na sociedade.

Além dos objetivos e metas sociais e ambientais (Young, 1996) observa, que a natureza “sagrada” da água como um símbolo de um ritual de pureza, também seria o argumento suficientemente robusto para isentar a água da menor interferência da ‘racionalidade’ de mercados. Por esta razão, intuitivamente, as pessoas seriam impelidas a rejeitar a tarifa de um recurso que é essencial à vida, e que, por sua vez, não tem preço, argumenta o autor.

Visão contestatória têm os economistas neoclássicos, afirma Young (2005) para quem esta visão busca colocar ênfase exclusivamente em aspectos sociais e culturais da água, para, a partir desses pressupostos propor modelos de alocação da água, e, deste modo, desvirtuar a realidade que mostra somente uma pequena percentagem da água disponível é destinada diretamente para o consumo humano direto.

De acordo com as estatísticas mundiais, a Europa e América do Norte são as regiões onde há um maior consumo de água na agricultura e nessas regiões as extrações para a agricultura representaram 70%, enquanto que as extrações municipais e industriais representaram 10% e 20% respectivamente. Quanto ao consumo, 93% da água é usada na agricultura; 3% em usos municipais; e apenas 4% na indústria. (TURNER *et. al.*, 2004).

Contudo, reconhece Young (2005), é grande o número de considerações objetivas e subjetivas que estão envolvidas no desenho de modelos institucionais de manejo, alocação e valorização da água, que escapam a lógica da abordagem de mercado. Diante da complexidade destes problemas, conclui este autor, torna-se necessário recorrer a alternativas para fazer a avaliação do valor da água em usos múltiplos.

Turner *et. al.* (2004) sugerem que, diante da complexidade de questões econômicas, sociais, culturais e ambientais que são enfrentados na alocação de água em consumos que competem entre si, faz-se necessário encontrar soluções de abrangência maior.

A abordagem funcional da água será objeto de análise oportunamente nesta Tese é uma proposta conceitual que visa dar respostas à multiplicidade de questões objetivas e subjetivas em torno da alocação da água em usos múltiplos.

2.8.1 Conceito de valor

O termo valor foi associado, inicialmente à Filosofia, desde os tempos da Grécia Antiga. Atualmente valor está associado a vários significados, conforme as finalidades.

Pode expressar a ética de uma conduta social, a utilidade de um objeto particular, o poder aquisitivo de um bem ou serviço, em relação a outros bens, entre outras conotações possíveis. (YOUNG, 2005).

Nesta pesquisa o conceito de valor, é usado como a quantidade de benefícios da água, para simbolizar o poder aquisitivo da mesma em termos de sua utilidade. Portanto, neste sentido, a pesquisa preocupa-se principalmente com a perspectiva de valor que discute quanto de um bem, estado de natureza ou qualidade de vida, deve ser renunciado na obtenção de estados, qualitativamente melhores proporcionados atributos, qualidades e qualidades serviços da água.

Valorização econômica da água

Discussões em torno do conceito de valor associado à água são antigas. Na atualidade essas discussões ganharam importância e visibilidade, em razão de sua crescente escassez em várias partes do globo, sobretudo, nos países em desenvolvimento, sob a influência direta de clima árido e semiárido. Se bem que na natureza a quantidade de água no ciclo hidrológico é mantida constante, atribui-se a esta crescente escassez, de um lado a diminuição no volume das precipitações, crescimento demográfico, expansão das atividades produtivas, poluição das fontes naturais de água, e, recentemente, possíveis efeitos de mudanças climáticas sobre a quantidade e qualidade de água está a preocupar muitos governos, organizações e pesquisadores.

As primeiras preocupações de que há memória, a cerca do valor da água, datam de pelo menos, cerca três mil anos A. C., e são atribuídas ao filósofo grego Sócrates, a quem também é atribuído a seguinte discussão.

“Os diamantes são vistos como uma *commodity* especialmente valiosa, mesmo sabendo que o seu uso tem sido, na melhor das hipóteses, decorativo. Entretanto, a água embora sendo fundamental para a vida, tem sido transacionada a preços excepcionalmente baixos. Seus preços são baixos relativamente ao preço dos outros bens de luxos como, por exemplo, os diamantes”. (GRIFFIN, 2006, p. 7).

Com o surgimento e desenvolvimento da disciplina econômica, por volta de 1776, a discussão do valor da água é retomada, mas, segundo Griffin (2006), somente com a contribuição dos economistas ‘marginalistas’ em 1700, com destaque para o economista fisiocrata francês Turbot⁷, quando os avanços importantes na compreensão do valor na economia começaram a ter reflexos no contexto dos recursos hídricos.

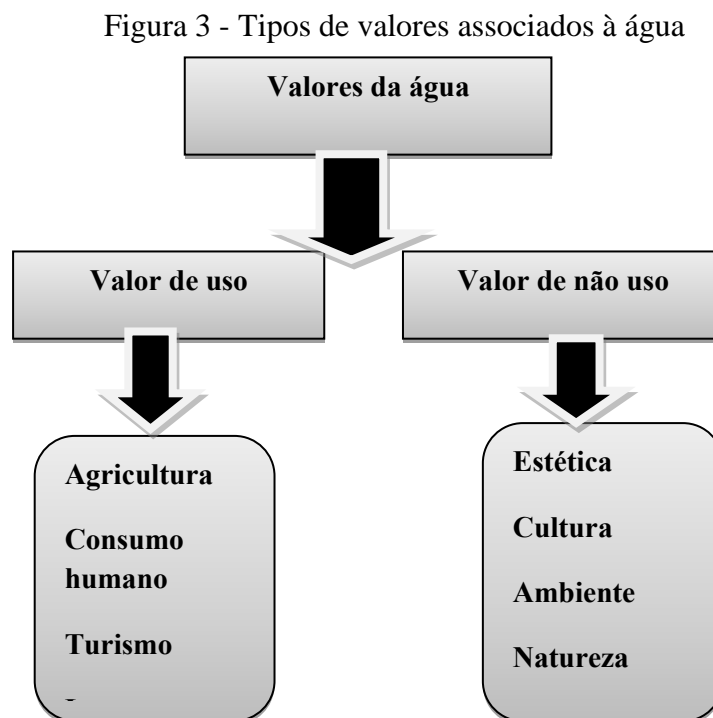
Segundo Griffin (2006), a abordagem econômica de valor, muito embora não seja a única, tem sido usada com muita frequência, por permitir a compatibilização entre a alocação eficiente da água, em termos econômicos, em face das necessidades de usos múltiplos, sobretudo, no contexto em que: (i) o crescimento da população aumenta a demanda de água e contribui para aumentar a pressão sobre as reservas de água potável disponível, nas regiões de clima árido, onde a oferta da água não é uniforme; (ii) o crescimento da atividade econômica continua a pressionar a demanda de água para níveis superiores, fazendo com que as pessoas sejam cada vez mais afluentes em relação ao consumo da água, devido o acesso aos novos bens, serviços e equipamentos que demandam de forma crescente por maiores níveis de consumo domésticos; (iii) as pressões sobre a demanda da água serão sentidas por que novas abordagens que apelam ao reforço de políticas ambientais poderão contribuir para aumentar as “demandas ecológicas” da água e serão orientadas, provavelmente mais no sentido de a água permanecer no local de sua captação; (iv) a oferta da água será pressionada para níveis decrescentes, em virtude dos efeitos da poluição das fontes de água superficiais e da degradação das fontes de água subterrânea, a exemplo do que ocorreu com os furos que foram abandonados no Município de Santa Cruz em Santiago (Cabo Verde), por causa da intrusão da água salina; (v) as novas preocupações quanto às alterações climáticas vão pressionar demandas da água futuras e essas demandas poderão incluir possíveis deslocamentos de pessoas, produção agrícola, além de implicações na distribuição espacial das demandas; (v) a localização do futuros sistemas hídricos, incluindo as barragens tenderá a ser orientada para fixar-se nas bacias hidrográficas de maior captação, onde os benefícios líquidos são maiores e os custos relativamente menores.

⁷A. R. J. Turbot pertence ao grupo dos economistas “marginalistas” que mais contribuiu para solucionar o paradoxo. Contudo, devido o foco na administração pública, terá ficado impedido chegar a soluções plausíveis e que fossem aceites pelos seus colegas (Schumpeter 1954, *apud* Griffin, 2006).

As bacias hidrográficas menos atrativas para a construção de novas barragens serão, provavelmente, rejeitadas em função de custos elevados, podendo condicionar o acesso de água às coletividades de menores rendimentos, poder econômico e capacidade de barganha política ou peso eleitoral; (vi) os países desenvolvidos que iniciaram e concluíram nas décadas anteriores a construção de seus sistemas de abastecimento de água, poderão vir a enfrentar o problema da depreciação das suas infraestruturas, e ter de iniciar um processo de substituição desses, um processo esse que envolve custos elevados; (vii) as preocupações com a saúde e, sobretudo, com propagação das doenças hídricas poderão afetar os custos da água nos países pobres, onde a substituição ou a construção de novos sistemas hídricos envolve custos de oportunidade na alocação de verbas entre as prioridades sociais.

2.8.2 Tipos de valor de água

A Figura 3, que se segue, apresenta os valores que podem ser associados com a água em usos múltiplos. O valor de água pode desmembrado e agrupado em duas grandes categorias: o valor de uso e valor de não-uso. O valor de uso corresponde aos usos comuns, em atividades onde, a água pode assumir função de bem de consumo ou bem de produção, usado como intermediário na produção de outros bens. O valor de não-uso, se refere aos usos que não implicam em extração física de água (usos não consumptivos).



Fonte: adaptado Hansson, 2001.

Valor de uso

Como foi referido anteriormente, a água é um recurso econômico, porém, dotado características econômicas diferentes das dos outros recursos. Neste sentido, a água tem dois tipos de valores: o valor de uso, que compreende os valores dos benefícios que são gerados pelo seu uso agricultura, indústria, e o valor de não-uso, que compreende todos os benefícios criados na produção de estética, na cultura, educação.

Os valores de uso se referem aos benefícios criados por água nas atividades ou usos produtivos de que faz parte. São benefícios que resultam do consumo direto da água. Os usos, por sua vez, poderão ser classificados segundo três categorias, conforme esses usos resultem na sua subtração, locação e seu papel na economia. (HANSSON, 2001).

Valor de não-uso

O valor de não-uso de um recurso se refere ao valor dos benefícios que recai sobre ele pelo mero fato de se tomar conhecimento da sua existência e sem experimentá-lo diretamente ou indiretamente. Este tipo de benefícios não está associado a qualquer uso específico, mas por se acreditar no caráter sagrado da água, seu aspecto cultural ou valor simbólico como herança cultural. (HANSSON, 2001).

A avaliação do valor de não uso, no contexto da economia dos recursos hídrico é objeto de muita controversa. O seu caráter sagrado em muitas sociedades seria o motivo suficiente para afastar dela toda e qualquer influência das “impurezas do mercado”. Outro exemplo de valor de não-uso são as contribuições pecuniárias e não só, que voluntariamente algumas pessoas se dispõem a fazer, com o intuito apenas ajudar a preservar fontes de água, tidas como de alto valor cultural, científico, ecológico e/ou religioso. (HANSSON, 2001).

Componentes do valor intrínseco da água

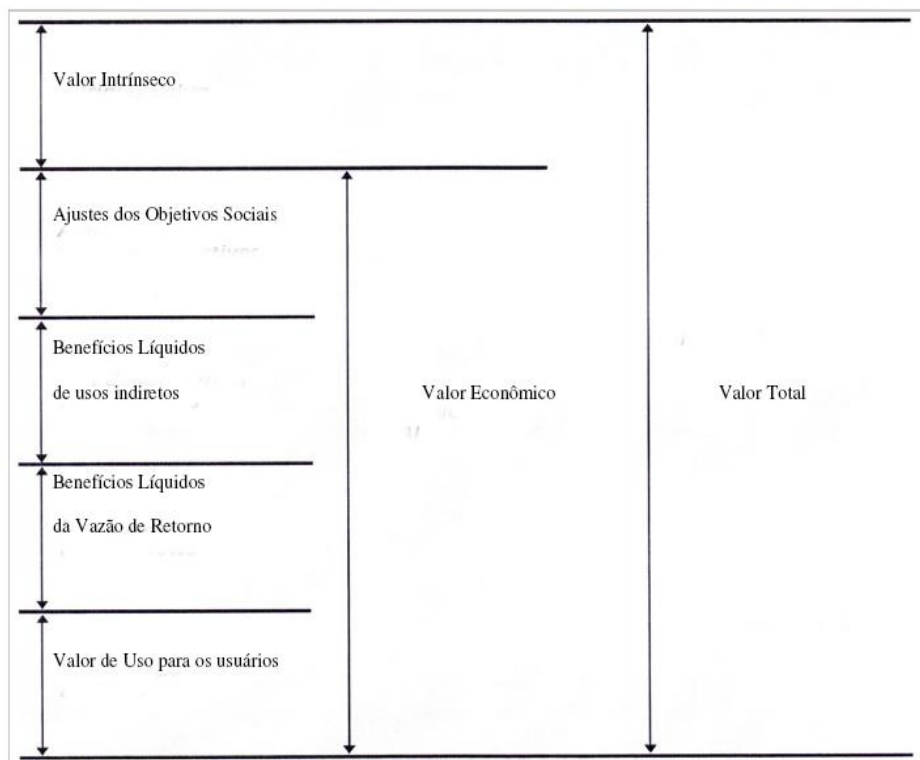
O valor intrínseco da água é uma característica simbolizada pela própria existência de água e não resulta de nenhum uso específico. Ao contrário de muitos recursos naturais, a água tem valor em si, mesmo quando não seja possível fazer a avaliação deste valor. Os componentes do valor intrínseco podem ser de uso direto e de uso indireto. Entretanto, Turner *et. al.* (2004, p.56), referem-se uma nova categoria de valores “valores suplementares”.

Este tipo de valor está dividido em: valor inerente, sem os quais não teria condições para produzir os outros bens e serviços; valor de contribuição. Estes valores têm relevância econômica e ecológica, em razão da sua importância para o ecossistema, e estão à contribuição da água na criação de outros valores associados com espécies vegetais e animais, e também com estéticas paisagísticas.

Valor total de água

Rogers *et. al.* (1998) conceberam uma abordagem de valor total, constituído de dois componentes: valor econômico total (VET), e valor intrínseco da água (VIA), como mostrado na Figura 4. Por este modelo, o valor econômico total da água é a soma de todos os valores que são criados por bens e serviços nos usuários diretos e indiretos, mas incluem também, valores que são criados pela vazão de retorno (parte da água que não consumida num determinado processo e que retorna ao ciclo natural).

Figura 4 - Esquema geral do valor total da água



Fonte: Adaptado Rogers *et. al.*, 1998.

Nesta pesquisa, a abordagem proposta por Rogers *et. al.* (1998) é adotada, como alternativa, para exteriorizar variáveis importantes de custo fixo e custo variável de sistemas hídricos e, também, de importantes variáveis que compõem os benefícios diretos e indiretos da barragem. Essas variáveis que não são comuns a outros bens econômicos derivam das características econômicas intrínsecas da água.

No caso de outros bens e serviços, no ponto em que a curva de oferta se encontrar com a curva de demanda, as abordagens econômicas tradicionais tenderiam a concluir que o bem-estar econômico e social é maximizado. No caso da água, entretanto, nem sempre isto é verdadeiro. Como salientam Rogers *et. al.* (1998), a provisão de água, por parte do poder público, nem sempre deve ser motivada por busca constante de eficiência econômica, sentido estrito.

Muitas vezes a provisão de água é motivada por pressão de grupos de interesses, desejosos de controlar as fontes de água, para manter as tarifas sob seu controle; outras vezes, o Poder Público é motivado a prover água, objetivando melhorar determinados indicadores sociais, que podem não ser traduzidos em termos econômicos, imediatos.

Estas propriedades resultam de um conjunto de atributos físicos ou propriedades específicas da água, cuja relevância, mas frequentemente é ignorada por outras abordagens econômicas, resultando valores que podem estar superestimados ou subestimados. Esta problemática pode estar na origem de sobredimensionamento ou subdimensionamento de sistemas hídricos.

2.9 A abordagem funcional no manejo da água

As primeiras tentativas para desenvolver uma abordagem que fosse capaz de integrar elementos do meio físico natural na abordagem econômica pertenceram a Young e Gray em 1972. (TURNER *et. al.*, 2004). Seu surgimento está relacionado ao fluxo do valor de bens e serviços criados por água não se adequar a metodologia que não fosse muito abrangente em seus propósitos. (TURNER, *et. al.*, 2004).

Esta abordagem vem sendo incentivada em escala global e local de acordo com Turner *et. al.*, (2004) e visa proporcionar o uso mais racional da água, sobretudo, nas regiões de clima árido e semiárido, onde a escassez deste recurso é acentuada, mas em regiões

tropicais, onde a quantidade de água disponível não constitui uma restrição, mas seu acesso em qualidade e a custos aceitáveis, constituem entraves ao bem-estar econômico e social.

Segundo Turner *et. al.* (2004), a abordagem funcional aplicada ao desenvolvimento dos recursos hídricos apresenta três interfaces: interface economia/recursos; interface recursos/economia; e interface economia/sociedade, conforme a figura.

Na interface economia/recursos, as atividades humanas, seja em escala local ou global, exercem algum tipo de pressão sobre o meio ambiente, que tem efeitos sobre os recursos hídricos disponíveis. Em reação a esses distúrbios, as funções/atributos da água se ressentem desses efeitos, repercutindo, seja a sua qualidade, seja também a quantidade da água.

Na interface recursos/economia, trata da quantificação dos benefícios econômicos, diretos e indiretos da água, junto dos usuários. Certos benefícios são de âmbito local e regional, mas alguns desses benefícios podem alcançar âmbitos ou escalas globais para os usuários. É caso das doenças hídricas. Na terceira interface, economia/sociedade, o dilema a enfrentar pelas sociedades é quanto ao método de valoração dos benefícios que são criados pela água.

2.9.1 Funções hidrológicas

Controle das cheias

A função de controlar as cheias, diz respeito aos custos evitados na prevenção dos efeitos das inundações, e seus impactos no ambiente, economia e sociedade. A avaliação deste tipo de custos depende da amplitude de danos e da grandeza da área inundada (aspecto ambiental); depende também da amplitude dos estragos provocados por inundações em infraestruturas produtivas e sociais, no patrimônio público e privado (aspecto econômico).

O potencial de inundação de um sistema hidrológico relaciona a capacidade de transporte, absorção com aumento do volume vazão dos rios e cheias. Depende também, do uso e ocupação dos solos, da natureza e composição química e mineralógica dos mesmos, da taxa de cobertura vegetal e do tipo de vegetação e do declive dos terrenos. (JAIN; SINGH, 2003).

A vazão das cheias determina o modo como estas provocam inundações a jusante, e determina as características hidrológicas da bacia hidrográfica, cuja variável chave é a

capacidade de armazenamento (*storage capacity*). A componente econômica da função do controle de inundações se refere à dimensão econômica e a frequência que os danos podem ser evitados, por meio de construções e obras de controle das inundações. Seu montante é calculado em função do valor dos benefícios que são criados ou ameaçados por estas inundações nas bacias hidrográficas.

Recarga do lençol freático

A recarga de lençóis freáticos fornece um fluxo de benefícios diretos e indiretos para a sociedade e para a natureza. Dentre os benefícios diretos estão incluídos a provisão da água subterrânea para o abastecimento doméstico e para a agricultura irrigada. Os benefícios da recarga do lençol freático podem também incluir a manutenção do lençol freático, prevenção contra a salinização da água subterrânea e a atenuação dos efeitos da poluição. No cálculo do montante de benefícios ou custos evitados por manutenção da função de recarga dos lençóis freáticos, está inclusa a componente do valor de uso e a componente do valor de não uso. (TURNER *et. al.*, 2004, p. 22).

Função geração de águas superficiais

Em geral, a opção pelas barragens superficiais visa reter, armazenar e distribuir a água das chuvas para aumentar a oferta da água para os usos múltiplos sejam eles consumptivos ou não consumptivos. A avaliação econômica desta função dos recursos hídricos é dinâmica, e a sua sustentabilidade depende da adoção de critérios de otimização na alocação e dos níveis de garantia que são adotados.

2.9.2 Funções biogeoquímicas da água

Além das funções hidrológicas, mais comuns, a água bruta também desempenha funções de natureza biológica, geológica e química agrupadas em cinco categorias.

Retenção e exportação de nutrientes

Uma das funções biogeoquímicas mais importantes associadas aos recursos hídricos é a sua habilidade para proporcionar o intercâmbio de nutrientes no interior do ciclo hidrológico ao longo de uma bacia hidrográfica. Este intercâmbio ocorre com maior ou menor eficiência se todas as condições estão reunidas no ambiente do entorno (TURNER *et. al.*, 2004).

A função de reter e posteriormente exportar os nutrientes nos solos, por ação dos recursos da água, é determinada por seguintes fatores: localização e natureza dos algum efeito adverso que aumenta a quantidade de nutrientes na água; nível em que variação de nutrientes ocorre e sua retenção e exportação nos cursos da água; e impactos que fazem aumentar ou diminuir os níveis de concentração de nutrientes que afetam a saúde, atividade produtiva, produção agrícola e o bem-estar econômico e social. O fenômeno da eutrofização dos corpos de água por algas, poluição da água potável, a salinização dos cursos de água e danos econômico e ecológico nas reservas de pesca comercial e esportiva estão entre as restrições mais importantes desta função.

Retenção de sedimentos

Segundo Turner *et. al.*, (2004) e Araújo *et al.*, (2006), as águas superficiais transportam sedimentos e outras partículas em suspensão, a partir de pontos situados a montante para os pontos situados à jusante que acumulam nos reservatórios. A sedimentação acontece onde a velocidade da vazão é reduzida ou nula. As partículas resultam da ação de fenômenos erosivos nas margens dos rios e ribeiras e córregos.

O balanço entre a desintegração, o transporte e a acumulação de sedimentos até uma barragem determina o índice de erosividade hídrica. Localmente, a retenção de sedimentos pode ocasionar danos nas estruturas e nos processos dos recursos hídricos e afetar a capacidade de sobrevivência de algumas espécies animais e vegetais, e também contribuir para reduzir a capacidade de armazenamento de reservatórios, reduzir as possibilidades de realização de algumas atividades econômicas e esportivas náuticas.

O Quadro 1 que se segue mostra a interação entre as funções dos ecossistemas, benefícios socioeconômicos e suas ameaças.

Quadro 1 - Funções do ecossistema associados aos benefícios socioeconômicos

Estruturas e processos do Ecossistema que produzem funções	Funções	Benefícios Socioeconômicos da função	Ameaças às funções
Capacidade de armazenamento de água no curto e longo prazo; retenção da água superficial das cheias	Hidrológica: retenção da água das cheias e inundações	Proteção natural contra as inundações, redução dos danos nas infraestruturas econômicas, propriedades e perdas agrícolas	Conversão de terras para uso na agricultura, redução da capacidade de armazenamento e remoção da vegetação
Infiltração da água nos subsolos, seguida de percolação para os aquíferos	Recarga dos lençóis freáticos	Abastecimento da água	Redução nas taxas de recargas, sob exploração dos aquíferos e poluição.
Retenção dos sedimentos em suspensão carregados pela água das margens ou na superfície das enchentes	Biogeoquímico: Retenção de sedimentos e depósitos	Melhoria na qualidade da água a jusante e aumento da fertilidade do solo no local	Excesso de redução dos sedimentos
Estruturas e processos do Ecossistema que produzem funções	Funções	Benefícios Socioeconômicos da função	Ameaças às funções
Retirada de nutrientes (N e P) pelas plantas usadas como fertilizantes, absorção dos nutrientes pelo solo em forma de matéria orgânica	Retenção de nutrientes	Melhoria na qualidade da água	Remoção das vegetações e cultivo dos solos
Lixiviação através do sistema hídrico e exportação de N	Exportação de nutriente	Melhoria na qualidade da água e deposição de dejetos	Remoção das vegetações
Provisão de espaços para peixes, invertebrados, mamíferos e diversidade da estrutura da paisagem	Ecológica: Habitat para as espécies (biodiversidade)	Pesca, caça amenidades recepcionais e turísticas	Sobrexploração, congestionamentos, distúrbios no na vida selvagem, poluição, e manejo inadequado
Produção de biomassa, importação de biomassa via processos físicos e biológicos	Suporte a teia de alimentação	Produção Agrícola	Conversão do uso de terras, excessivo uso dos insumos

Fonte: Adaptado Turner *et. al.*, 2004.

2.9.3 Funções ecológicas

Além das funções hidrológicas e biogeoquímicas revistas nas seções anteriores, Turner *et. al.* (2004) salientam a importância das funções de natureza ecológica. As preocupações recentes em relação aos possíveis efeitos de mudanças climáticas e seus impactos na sobrevivência das espécies animais e vegetais, e as repercussões sobre a possível extinção de alguns recursos naturais não renováveis, originaram debates em torno do valor dos benefícios das funções ecológicas dos recursos da água.

A abordagem funcional aplicada aos recursos hídricos pressupõe a necessidade de um conjunto de estratégias para proteger a integridade das fontes dos recursos hídricos contra os fatores que alteram a qualidade, e se possível, a quantidade da água e dos serviços que ela, com o foco na otimização constante dos benefícios. Segundo Turner *et. al.* (2004), a diversidade dos ecossistemas hídricos sugere a relação entre as estruturas e processos dos recursos hídricos de um lado, e as funções e os processos por outro.

As estruturas e os processos são divididos em categorias. As categorias ambientais podem ser classificadas em: características das rochas e processos geológicas; propriedades atmosféricas e processos climatológicos; processos e propriedades geomorfológicos; processos e propriedades hidrológicos; processos e propriedades do solo; características do habitat e da vegetação; dinâmica da população e propriedade das espécies; interações na cadeia alimentar e vida comunitária e; características integradas do ecossistema. A alteração em um desses processos pode ocasionar desequilíbrios em todo o sistema e afetar a cadeia de valor dos benefícios que a água.

Por sua vez, as categorias ecológicas são agrupadas em: função de regulação, que significa a capacidade dos recursos da água para regular os processos ecológicos e todo o sistema de suporte à vida; função de transporte, que consiste na provisão de espaço e de meios para as atividades humanas que incluem pesca recreação, entre outras atividades produtivas e de deslocamento; função de produção, que consiste na provisão de recursos como a água, alimento, matéria prima para indústria, energia e toda a gama de material genético; funções de informação, que consistem na contribuição para a manutenção da saúde mental das pessoas, através das oportunidades para reflexões, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo e experiências de estética e beleza natural. (HUTTON e HALLER, 2004).

Alterações nessas categorias podem afetar a qualidade e quantidade de água disponível para os usos humanos no curto e no longo prazo. No longo prazo, entretanto, a própria quantidade de água será também determinada pelos níveis de poluição, taxas de recarga dos mananciais de água superficial e subterrânea, e taxas de extração e uso.

Turner *et. al.* (2004, p. 19), recomenda que no processo de avaliação e quantificação do montante de benefícios criados por água, sejam considerados alguns aspectos importantes. São eles:

- (i) Escala espacial e temporal. Os processos naturais e físicos associados aos recursos hídricos operam em escala espacial e temporal, e devem ser estes processos a guiar

decisões em matéria de decisão sobre as políticas de gestão de curto, médio ou longo prazo. Isto porque, salientam estes pesquisadores, muitas opções aplicadas na gestão dos recursos hídricos, podem ter efeitos indesejáveis no longo prazo;

- (ii) Os recursos hídricos são sensíveis às dinâmicas do espaço e do tempo. Por esta razão, distúrbios naturais ou provocados por ação humana criam uma cadeia de mudanças interligadas umas nas outras. Estas mudanças afetam os recursos hídricos em amplitudes que variam em função do espaço e do tempo, assumindo estes a condição de variáveis sensíveis nas mudanças que afetam os processos hídricos;
- (iii) Incertezas, irregularidade e riscos são inevitáveis no processo de avaliação do valor dos benefícios da água. As políticas tarifárias, alocação e acesso à água por parte de usuários devem ser associadas a determinados níveis ou graus de probabilidade (ou desempenho), devido, sobretudo à complexidade das interações aleatórias e não lineares que ocorrem e que podem inviabilizar as previsões iniciais.

2.9.4 Aplicação da abordagem funcional

A abordagem funcional é sistêmica. A avaliação dos benefícios da água à luz da abordagem funcional sugere validade da *teoria dos sistemas* como arcabouço metodológico na avaliação do desempenho das opções de alocação da água.

Na Europa, uma Diretiva da União Europeia para o setor das águas (Directive 2000/60/EC), passou a exigir que todos os Estados membros adotem este tipo de abordagem no desenvolvimento de políticas para o setor dos recursos hídricos, como ferramenta de planejamento, para fazer face à ameaça de escassez de água no continente. (TURNER *et. al.*, 2004).

Turner *et. al.*, (2004), salientam que a visão holística nos recursos hídricos ao nível das áreas de captações (bacias hidrográficas) deve combinar três dimensões: (i) considerar que, em termos de sistemas ecológicos, os componentes do sistema hídrico influenciam e são influenciados por outros componentes do sistema na bacia hidrográfica; (ii) necessidade de considerar os sistemas hidrológico, biogeoquímico e físico, bem como suas interações com o sistema hídrico e com os outros componentes de outros sistemas naturais; (iii) em termos socioeconômico, social, cultural e político, existem ligações relevantes com o

manejo dos recursos hídricos que devem ser potencializados para auxiliar na mitigação dos problemas e na maximização das estratégias de solução.

O Quadro 2 que se segue apresenta as funções dos recursos hídricos e seus impactos no bem-estar.

Quadro 2 - Impacto das funções dos recursos da água no bem-estar

Bens e Serviços Providos	Impactos no Bem-estar	Técnicas de avaliação
Água potável para uso doméstico	Mudanças no bem-estar provocadas pelo acesso à água e mudanças na saúde	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Água para a agricultura irrigada na produção de alimentos	Mudanças no valor dos produtos e nos custos de produção dos mesmos	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Água para a irrigação das paisagens	Mudanças nos custos de manutenção das áreas de propriedades públicas e privadas	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Bens e Serviços Providos	Impactos no Bem-estar	Técnicas de avaliação
Água para o gado	Mudanças no valor dos produtos da pecuária ou nos custos de produção	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Água para processamento de alimentos	Mudanças no valor dos produtos alimentares ou nos custos de produção	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; BT
Água para outras manufaturas	Mudanças no valor dos produtos manufaturados ou nos custos de produção	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; BT
Água para geração de energia hidroelétrica	Mudanças nos custos de produção de geração de eletricidade	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; BT
Prevenção contra a erosão dos solos	Mudanças nos custos de manutenção das áreas de propriedades públicas e privadas	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; BT
Proteção contra erosão, inundação e desastres tempestades	Mudanças nos custos de manutenção das áreas de propriedades públicas e privadas	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Transporte e tratamento de dejetos líquidos da atividade humana, econômica e industrial	Mudanças nas condições de saúde das pessoas; mudanças nas condições de saúde animal; mudanças na produção econômica e mudanças nos riscos para a saúde	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Melhorias na qualidade do ar e suporte à vida dos organismos vivos	Mudanças nas condições de saúde das pessoas; mudanças nas condições de saúde animal	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Esporte aquático pesca e caça e herança genética	Mudanças na qualidade e quantidade nas atividades esportivas, recreativas e culturais ligadas ao ambiente.	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; TC; AB; HP/W; BT
Pecas e caças comerciais e jardinagem	Mudanças no valor comercial das safras e nos seus custos, mudanças nos riscos para a saúde.	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; BT
Estudos, pesquisas e pesquisas para fins científicos.	Mudanças na quantidade e qualidade do conhecimento e outras atividades científicas	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; TC; BT
Regulação climática	Mudanças nas condições de saúde das pessoas; mudanças nas condições de saúde animal; mudanças na produção econômica.	MP/DF; SCF; C/PCS; CV/CR; AB; HP/W; BT
Serviços de não-uso	Mudanças no bem-estar pessoal	CV/CR; BT

Fonte: Turner *et. al.*, 2004.

MP, a preço de mercado; **DF**, função de demanda; **SCF**, abastecimento ou função de custo; **C/PCS**, poupanças no consumidor/produtor; **CV/CR**, avaliação contingente/priorização contingente; **TC**, custo de viagem; **AB**, comportamento desviante; **HP/W**, preço hedônico/salário; **BT**, Transferência de benefícios.

III PARTE

3 CLIMA E PRECIPITAÇÃO EM SANTIAGO

Este capítulo apresenta as principais características do clima de Santiago, e também analisa a precipitação anual, com base em dados de uma série temporal de registros feitos em aproximadamente uma dúzia de estações pluviométricas instalados na ilha.

3.1 Análise do clima de Santiago

De uma forma geral, o clima de Cabo Verde se aproxima do tipo de climas desérticos quentes, com pequenas oscilações, ao nível das amplitudes térmicas anuais, umidade e periodicidade das suas chuvas. Em Santiago, podem ser distinguidas duas estações de ano: a estação subúmida, ventosa e seca, que se estende normalmente de dezembro a julho; e a outra, uma estação mais úmida e quente que se estende de agosto a outubro e que corresponde à estação das chuvas. (PINTO, 2010).

Analisando especificamente o clima de Santiago, Pinto (2010) salienta que é possível identificar alguns fenômenos regionais específicos, caracterizadores de microclimas locais, tais como: *climas do litoral*, que se estende por uma área que vai da Cidade da Praia, até a localidade de São Francisco, ambas no Município da Praia, no litoral sul da ilha; *climas de altitudes*, típicas da região das serras de Pico de Antónia e Serra Malagueta; e o *clima de vertentes*.

O clima de vertentes é característico das regiões de Santiago que estão expostas à influência dos *Ventos Alísios* e corresponde ao tipo de clima encontrado desde a localidade de Porto dos Mosquitos e Chuva-Chove, ambas no Município da Ribeira Grande de Santiago, na região sul-sudeste da Ilha.

Além desses tipos de microclimas, também existem várias outras manifestações climáticas, cujas características não se encaixam em nenhum dos subtipos anteriores, e por isso, são denominados de *microclimas pontuais*, tipicamente do interior dos grandes vales de Santiago, nomeadamente no Vale dos Engenhos (Município de Santa Catarina), Ribeira Seca (Santa Cruz) e Ribeira Principal (Tarfal). (PINTO, 2010).

Pinto (2010, p. 40), acrescenta que, em termos mais globais, o clima de Santiago tem as seguintes características: o ciclo anual de temperatura de pequena amplitude térmica, em torno de 4°C em qualquer uma das duas estações do ano (seca e úmida) e o ciclo anual da umidade é similar ao da temperatura.

Os valores máximos são registrados em setembro, e os mínimos em março. Por último, analisando a insolação durante o ano, verifica-se que suas médias máximas de dias ensolarados são registradas no período compreendido entre abril e maio, enquanto que as médias mínimas, registradas entre julho e agosto.

O padrão das chuvas na Ilha de Santiago é diversificado, e varia de lugar para lugar, conforme as condições do microclima e do relevo dominantes. Contudo, nas regiões mais altas, predomina o tipo de chuvas convectivas, que se formam a partir de correntes térmicas ou convectivas.

São chuvas que se caracterizam por sua grande intensidade, porém, de curta duração, podendo ou não ser acompanhadas descargas elétricas, trovoadas e vento, sobretudo no mês de outubro, mas sem a formação de granizo. Em Santiago, ao contrário das chuvas convectivas típicas, este tipo de chuvas não cai predominantemente durante a noite ou no período da tarde. (PINTO, 2010).

3.2 Análise de precipitação em Santiago

Segundo dados que foram cedidos por INMG (Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica) de Cabo Verde, na Ilha de Santiago estão instaladas 75 estações pluviométricas. Deste total, o INMG disponibilizou registros de chuva de doze estações, porém, as séries são incompletas.

A análise estatística de chuvas é tanto mais robusta quanto a densidade e localização da rede de estações meteorológicas, orientada para três finalidades específicas: (a) a aquisição de dados, que consiste na concepção do modelo de rede de coleta de dados e a transmissão de dados; (b) o processamento de dados, que consiste na conservação, processamento e análise de dados; e, (c) processo de tomada de decisões, que consiste na concepção e operação de modelos de decisão com dados e a sua disponibilização para os diversos públicos interessados. (JAIN ; SINGH, 2003, p. 49).

Nesta seção, são sumarizadas as informações sobre a chuva em Santiago a partir de dados das chuvas que foram registradas em doze das setenta e cinco estações

pluviométricas da ilha. O tratamento estatístico, que incluiu: número de registros; falhas; soma média; desvio padrão; coeficiente de variação; mínimo; máximo; e os limites superior e inferior. A seguir, são apresentadas as principais conclusões desta análise estatística, por estação.

Estação de ‘Flamengos

Esta estação, está localizada na localidade de Igreja no Município de São Miguel e fornece registros de uma série com médias mensais, compreendido entre 1981 e 2001. Os pontos de falha correspondem aos anos compreendidos entre 1991 e 1996 e 1998 e 2000. As duas estações do ano são perfeitamente delimitadas. A estação da seca compreende os meses de dezembro a junho e uma curta estação chuvosa entre julho e outubro de cada ano.

Nesta estação o ano de maior registro é 1987, com 62,81 mm e o ano mais seco é 1982 com 5,59 mm de chuva. O maior volume de chuva registrado é 741,70 mm, em 1986 e o ano em que se registrou a menor quantidade de chuva é 1982 com apenas 67,10 mm. Agosto é o mês mais chuvoso da série, com 115,49 mm registrados.

Estação de Faveta/Pico Babosa

Esta estação serve de referência para a Barragem de Faveta no município de São Salvador do Mundo. A estação tem as seguintes coordenadas geográficas: 23°37,40’’ Sul e 15°04,40’’ Leste. A estação fornece registros de uma série de 29 nove anos compreendidos entre 1981 e 2012.

A época chuvosa começa em julho e geralmente termina em novembro, isto, cinco meses. Porém, há registros de episódios esparsos de chuvas relativamente abundantes (112,90 mm) em dezembro (1995). O mês mais chuvoso da série é setembro, com média de 182,46 mm, e o ano de maior registro de chuva é 2010, com 786,40 mm. O ano de menor volume de chuva é 1994, com 142,30 mm.

Estação de Pico Leão

A estação pluviométrica de Pico Leão está localizada no Município da Ribeira Grande e tem as seguintes coordenadas geográficas: 23° 38’ 47’’ de longitude Sul e 15° 01’

39'' latitude leste, colocada a uma altitude 475 metros. Os seus registos formam uma série ininterrupta que começa 1997 e prolonga-se até 2012. O período chuvoso na região tem três meses, e prolonga-se de agosto a outubro, embora a estação tivesse tido registos de episódios de chuvas esparsas em julho e novembro respectivamente.

O ano de maior chuva é 2006, com média de 51,25 mm e o que menos em que teve 1998, com apenas 10,48 mm em média. O maior volume médio por mês foi 162,17 mm, em agosto. Em termos de acumulado médio anual, em 2006 choveu 615,00 mm e 1998 choveu apenas 115,80 mm.

Estação de Ponte Ferro

A estação de Ponte Ferro está localizada no Município de São Lourenço dos Órgãos e tem as seguintes coordenadas geográficas: 23° 35'53'' latitude Sul e 15° 03'52'' leste, implantada na altitude de 230 metros. Esta estação fornece dados de registos de 30 anos consecutivos. O período chuvoso se prolonga de julho a outubro, com episódios esporádicos de chuvas esparsas em novembro, janeiro e também em fevereiro e a média anual mais alta foi registrada em 2010, com 51,71 mm. A menor média anual foi em 1994, com 12,56 mm. Dentre os meses normalmente considerados de chuva em Cabo Verde setembro tem a média mensal mais alta (138,05 mm) e julho com 19,95 mm.

Estação de Santana

A estação de Santana está localizada no Município da Ribeira Grande e seus dados serviram de referência para o dimensionamento da Barragem de Salineiro, na Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago.

A estação tem as seguintes coordenadas geográficas: 23° 38'05'' de longitude Sul e 14° 59'13'' de latitude Este. Foi implantada numa altitude de 388 metros. O período chuvoso começa, normalmente, em agosto e termina em outubro, mas a série mostra que com relativa frequência ocorrem episódios de chuvas esporádicas em julho e novembro. O valor médio anual de chuva mais alto foi registrado na estação de Santana é 88,21 mm de chuva em 1985 e o valor mais baixo é 1,00 mm em 1991. A média mensal de maior registro de chuva é 330 mm em setembro. A média da chuva acumulada no período é 210,79 mm.

Estação da Ribeira da Barca

A estação da Ribeira da Barca, localizada no Município de Santa Catarina de Santiago, tem as seguintes coordenadas geográficas: 23° 45'22'' de longitude Sul e 15° 08'15'' de latitude Este. Está implantada numa altitude de 40 metros. A estação fornece registos de uma série temporal que compreende os anos de 1981 e 2011, com exceção de 2005, em que não há registos de quaisquer informações de ocorrência de chuva.

A chuva média anual máxima é de 41,86 mm, que ocorreu no ano de 1987. Naquele ano, o maior volume acumulado alcançou 502,30 mm. A média anual menor é 6,94 mm registrada em 1996. Agosto é mês da série que registrou maior volume de chuva, com média de 112,00 mm, enquanto setembro registrou 45 mm de chuva na média da série. Em termos absolutos, o ano de maior precipitação foi 1987, ao qual se seguiram 2010 com 418 mm; 2009 com 371,50 mm; 1999 com 351,50 mm e 1983, com 300 mm de precipitação e a média anual de acumulação das chuvas foi de 227,90 mm.

Estação de Escola Agropecuária/Poilão

Situada no Município de São Lourenço dos Órgãos a uma latitude de 15° 02' 58'' N e longitude 23° 36' 55'', a uma altitude 325 metros. Esta estação forneceu registos do período compreendido entre 1983 e 2012, perfazendo 29 anos, correspondentes a 348 meses de registos. 2010 é o ano de maior precipitação pluviométrica com 786,70 mm, enquanto que o registro maior foi em 2003 com 745,50 mm; 2011 com 738,40 mm e 1996 com 727,60 mm.

Em termos de médias anuais, 2010 registrou 65,56 mm; 2003 com 62,12 mm e 2011 com 61,53 mm. Esta estação tem uma particularidade que merece atenção especial dos meteorologistas: é das poucas que registra precipitação durante todo o ano, ao longo da série, sendo por isso, um caso atípico no mapa das precipitações históricas em Cabo Verde.

Analisando a série mensal, verifica-se que, em média, chove em janeiro (2,46 mm); fevereiro (1,86 mm); março (0,26 mm); abril (0,05 mm); maio (0,10 mm); junho (0,07 mm); julho (24,64 mm); agosto (147,65 mm); setembro (193,94 mm); outubro (76,95 mm); novembro (9,64 mm); e, dezembro (4,25 mm). Em termos de média dos anos, 2010 com 786,70 mm de chuva se destaca como ano em que mais choveu na série anual, seguido de 2012 com 738,40 mm e de 2003 com 745,50 mm de chuva.

Estação de Igreja São Miguel

A estação pluviométrica de Igreja São Miguel está localizada no Município de São Miguel. Suas coordenadas geográficas são: 23° 38'19'' Sul e 15° 10'49'' Leste e foi instalada a uma altitude 142 metros. A série de seus registros mostra chuva em janeiro de 1981 e continua até 1990, quando não há registros durante um período de seis anos, entretanto, retomado em 1997, um novo lapso de três anos sem quaisquer registros e terminando a série com dados do ano de 2001, o último da série.

Os registros indicam o início do período chuvoso em junho e término em outubro com chuvas esporádicas em novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Os anos de 1986 e 1987 são anos da série com maior precipitação acumulada, 742,20 mm e 513,20 mm, respectivamente. Analisando separadamente a média dos anos com 61,85 mm e 42,77 mm de respectivamente, 1986 e 1987 são os anos de médias maiores.

A média acumulada de chuva ao longo da série é de 165,48 mm. A média do mês mais seco dentro do período de chuvas corresponde é 15,14 mm em junho e 106,43 mm em agosto, o mês mais chuvoso na localidade. Os extremos anuais são 309,80 mm em 1986 e 48,90 mm em 1982.

Estação de Ribeirinha

A estação pluviométrica de Ribeirinha está instalada numa localidade com as seguintes coordenadas geográficas: 23° 34'51'' de longitude Sul e 15° 04'03'' de latitude Leste, a uma altitude de 194 metros. A série compreende registros que vão de 1983 a 2011, com uma interrupção em 2007.

De acordo com os dados analisados, o período das chuvas, que em Santiago é também chamado pelos agricultores de “tempo das águas”, começa, em geral no mês de julho, podendo prolongar-se até outubro, havendo registros de chuvas esparsas e esporádicas em novembro.

Em termos de precipitação pluviométrica, 2009 foi o ano de maior precipitação acumulada com 585,40 mm de chuva, seguido do ano 2000 com 500,01 mm de chuva. Em termos médios, 2009 é o ano de maior precipitação pluviométrica anual com 48,78 mm seguido de 2000 com 41,68 mm. Os meses de maior precipitação pluviométrica acumulada

são setembro com 304,00 mm, seguidos de outubro com 287,50 mm e agosto com 221,00 mm respectivamente. A média da série é de 309,36 mm.

Estação de São João Baptista

A estação pluviométrica de São João Baptista está instalada numa área com as seguintes coordenadas geográficas: 23° 39'29'' Sul e 14° 56'43'' Leste, no Município da Ribeira Grande Santiago, a uma altitude de 50 metros.

A estação fornece registro de dados dispersos no tempo e pouco sistemáticos. Os dados são de 1981 até 1992; retoma em 1997; registra dados de 1999; retoma de 2001 a 2004 e 2006. A análise dos registros mostra que na estação, choveu durante quase todos os meses na média, embora o período das chuvas comece, efetivamente, em julho e termine em novembro, onde os dados indiquem quedas regulares de chuva.

Assim, em termos de precipitação pluviométrica acumulada, 1989 registra o maior valor, com 361,40 mm, seguido de 1985 com 219,30 mm. Na média, 1989 também acumula o registra de maior valor, seguido de 1985 com 30,12 mm e 18,27 mm respectivamente.

Quanto ao mês mais chuvoso, setembro lidera com 311,00 mm e chuva, seguido de agosto com 203,00 mm e 132,50 mm, respectivamente. Os meses da série em que choveu maiores volumes de chuva são julho, com 72,70 mm; novembro com 40,80 mm; e Dezembro com 8,30 mm. Janeiro aparece na série com mês chuvoso, com média 5,76 mm de chuva. A média da precipitação pluviométrica acumulada na série é de 101,05 mm.

Estação da Várzea Santana

A estação da Várzea Santana está localizada no Município de Santa Catarina, e tem as seguintes coordenadas geográficas: 23° 36'48'' de Longitude Sul e 15° 04'48'' de Latitude Leste, e foi erguida a uma altitude de 320 metros.

A estação da Várzea Santana armazena dados do período compreendido entre janeiro de 1984 e dezembro de 2012. O período chuvoso é perfeitamente delimitado, tendo seu início em julho, prolongando-se até novembro, embora a série registrasse chuvas em dezembro, ainda que de forma esporádica e esparsa.

A análise mostra que a média acumulada da série é de 394,55 mm de chuva e o ano de chuva acumulou foi 1986, com 764,10 mm, seguido de 2010 com 627,10 mm, 2011

com 579,60 mm, e 2003 com 567,90 mm de chuva. Em média, 1986 foi também o ano que mais choveu com 63,67 mm, seguido de 2010 e 2011 com 52,26 mm e 48,30 mm, respectivamente.

Analisando apenas os meses da série, verifica-se que em termos absolutos, setembro com 429,40 mm; agosto com 295,50 mm e outubro com 248,50 mm que são os meses mais chuvosos. Janeiro registra 62,70 mm, que seria incomum para o regime de chuvas em Cabo Verde; fevereiro 30,80 mm; 2,50 mm em março; abril 17,50 mm; maio 25,30 mm; junho 0,00 mm; novembro 99,10 mm e dezembro 29,50 mm. Na média dos meses da série, julho teve 20,16 mm; agosto 128,03 mm; setembro 162,00 mm; outubro 62,87 mm; novembro 12,14 e dezembro 2,68 mm.

Estação Meteorológica de São Jorge

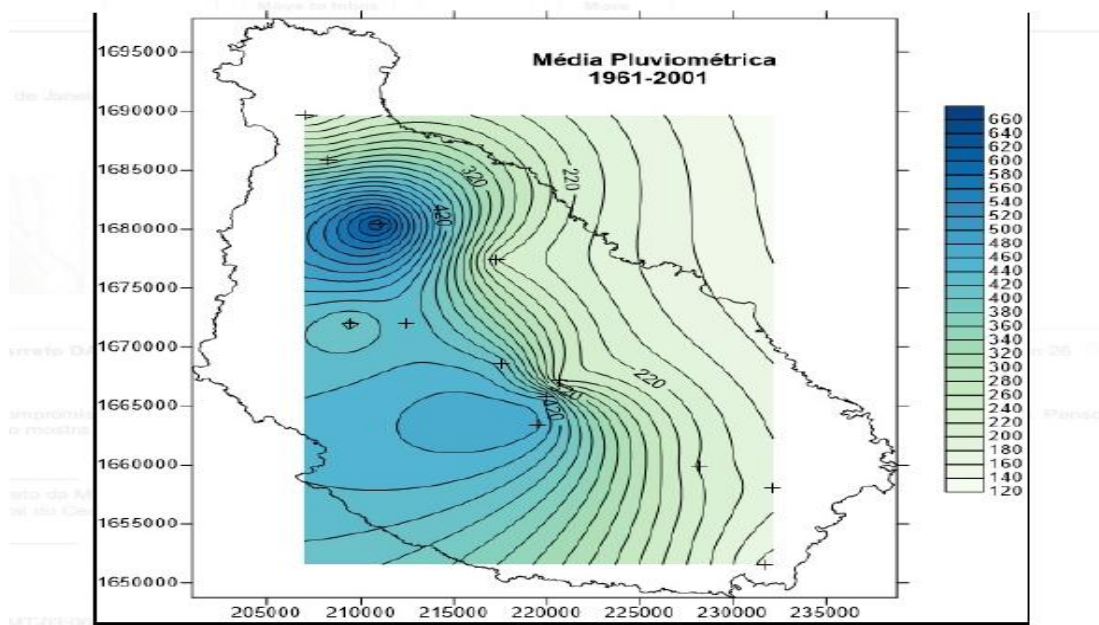
A estação meteorológica de São Jorge está localizada no Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário (INIDA). É uma estação de referência em Cabo Verde e uma das mais completas. Em termos de chuva acumulada ao longo de período em análise, verifica-se que o valor o maior volume registrado é 841,7 mm, em 1986, enquanto que o menor é 143,7 mm, registrado em 1994. São Jorge registra chuva durante todos os meses, na média do período. O mês menos chuvoso é maio com 0,15 mm e o mês mais é setembro, com 197,79 mm. Em termos de anos, a média estatística 70,14 mm em 1986 e a mínima de 14,48 mm em 1994.

O valor médio anual da evapotranspiração potencial (ETP) nesta estação, no período compreendido entre 1981 e 2001, é 3,52 mm, e o valor anual mais elevado é de 3,74mm, em 1998. Em termos de média mensal no período, junho é o mês em que se registrou 3,96 mm e, no extremo oposto, janeiro teve registro de 3,21 mm.

Quanto à temperatura, a estação registrou neste período uma média abaixo de 25 graus centígrados, mas nos anos de 1990, 1995, 1998, 1995, 2001 e 2004 os valores superam 25°, enquanto que a umidade relativa do ar, em termos da média durante o período de análise, é de 75,25%, mas em 1981, ela chegou a 89,83% e no extremo oposto, 71,58% em 1983. A análise mostra que existe uma correlação perfeita entre a temperatura e a umidade relativa nesta estação. Sempre que aumenta a temperatura do ar, aumenta também a umidade do ar. O vento é um importante elemento climático na concepção de sistemas hídricos e sistemas de rega. Em São Jorge, que é referência para a Barragem de Faveta, a velocidade média anual,

segundo os dados da série, varia entre 0,7 m/s a 1,7 metros por segundo. A Figura 5 mostra mapa de precipitação média em Santiago entre 1961 e 2001.

Figura 5 – Mapa de precipitação média em Santiago (1961 – 2001)



Fonte: Pesquisa (2014)

3.3 Processos erosivos em Santiago

Em Cabo Verde, a Bacia Hidrográfica da Ribeira Seca, onde foi construída a Barragem de Poilão, é uma das bacias hidrográficas mais pesquisadas. A partir de registros da precipitação média acumulada - 389, 370 e 652,7 mm, respectivamente ocorridos em 2007, 2008 e 2009, Baptista e Tavares (2012) avaliaram que a erosão média nesses anos foi 211, 540 e 115 t/km⁻² respectivamente. A massa de terreno que foi erodida pela força das águas, nesse período, foi 51, 72 e 60 toneladas respectivamente.

Nesta mesma bacia hidrográfica, Teixeira (2011) usou os dados de precipitação entre 1973 e 2000 calculou a erosão total em 29.818 toneladas/por ano e a massa assoreada

em 27.730 toneladas por ano, o que resultou na produção de 1.055 t/km^{-2} ano de sedimentos. O valor da taxa de erosão hídrica no Arquipélago de Cabo Verde, contudo, é variável, conforme os autores de estudos, metodologias usadas e também sua abrangência espacial e temporal dos dados de referência.

Costa (2002) inventariou onze pesquisas sobre a erosão hídrica em Cabo Verde. Dentre estas pesquisas, Silva (1990) calculou a erosão hídrica entre 50 e 60 t/ha/ano, considerando todo o território nacional Marques (1984) também calculou a erosão hídrica na Ribeira Seca, optou pelo método de coeficiente de massividade das bacias.

Os resultados obtidos mostraram a erosão hídrica entre 43,4 e 103,9 t/ha/ano, entre 1980 e 1985. Em outra pesquisa, que adotou a equação universal da perda de solos (USLE - Wischemeier), Faures e Morais (1988) calcularam a erosão hídrica na localidade de Longueira (Santiago) em 275 ton./ha/ano. Nas bacias hidrográficas de Trindade e São Filipe, ambas em Santiago, com base em registros de precipitação entre 1985 e 1990, Mannaerts (1986), estimou a erosão hídrica entre 50 a 200 ton./ha/ano.

Os mesmos valores foram obtidos por Norton (1986), que analisou a erosão hídrica na bacia hidrográfica de Trindade, também na Ilha de Santiago, usando os mesmos registros de precipitação. Outros estudos, abrangendo outras ilhas do arquipélago, entre 1975 e 1997 são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Estudos sobre a erosão hídrica em Cabo Verde.

Bacia Hidrográfica de Referência	Condições	Resultados obtidos	Obs:
Cabo Verde	Carga sólida de cursos de água	50 a 60 ton./ha/ano	
Bacia Rib. Seca; Ilha de Santiago	Reg. Pluviom 1980-1985, S. Jorge dos Órgãos, S. Jorge dos Órgãos	24.6 ton./ha/ano (média da bacia) 43.4 a 103.9 ton/ha/ano	
Bacia Rib. Longueira Ilha de Santiago	Registros pluviométricos 1981-1987	275 ton./ha/ano	USLE - Wischemeier
Bacias Rib. S. Filipe e Trindade Ilha de Santiago	Registros pluviométricos 1980-1985	50 a 200 ton./ha/ano	USLE - Wischemeier
Bacia Rib. Longueira Ilha de Santiago	Carga sólida de c. Água 1981-1987	100 ton./ha/ano	Carga sólida de c. água
Bacias Rib. S. Filipe e Trindade Ilha de Santiago	Carga sólida de c. de água 1984-1985	2 a 40 ton./ha/ano	
Bacias Rib. S. Filipe e Trindade Ilha de Santiago	Carga sólida de c. de água 1984-1985	2 a 40 ton./ha/ano	Medições em bacias
Bacias Rib. Grande e Brava	Carga sólida de c. de água 1978-1983	5.5 - 430 ton./ha/ano	Medições em bacias
Planalto Leste Ilha de Sto. Antão	Dimensão média e densidade de sulcos na sequência de chuva da diques transversais de vales	160 ton./ha/ano	Medições de sulcos
Bacias da Ilha de Santiago	Diques transversais de vales 1975-1989	7,5 ton./ha/ano	Taxa de sedimentação
S. Jorge dos Órgãos S. Domingos, Ilha de Santiago	Diferentes ocupações solos 1991-1992	1 a 1,5 ton./ha/ano	Parcelas experimentais
Godim, Ilha de Santiago	Diferentes ocupações solos 1995-1996	37,7 ton./ha/ano	Parcelas experimentais
Godim, Ilha de Santiago	Diferentes ocupações solos 1995-1996	30 a 100 ton./ha/ano	Parcelas experimentais
Godim, Ilha de Santiago	Diferentes ocupações solos 1995 a 1997	4,2 a 107,7 ton./ha/ano 10,8 a 87,1 ton./ha/ano	Solo a nu cultura milho / feijão

Fonte: Costa, 2002.

Processos erosivos hídricos em Cabo Verde

Segundo Costa (2002), os processos erosivos em Cabo Verde podem ser classificados em: (a) processo erosivo pela ação da força gravídica, que ocorre pela ação da força de gravidade. O mesmo é resultado da ação de movimentos de solo nas vertentes, do tipo de fluxos secos que acabam em desabamentos de solo e que posteriormente é careado pela força das águas; (b) processo erosivo que resulta da ação do escoamento superficial. São

processos erosivos onde a intervenção hídrica é o fator principal e também ocorrem vertentes, durante a estação das chuvas.

A reduzida ou nula taxa de cobertura vegetal, de um lado, a elevada taxa de declividade dos seus solos, normalmente pouco evoluídos, facilita a ação das chuvas torrenciais, sobretudo, nas vertentes onde esta declividade é significativamente maior. Em muitas regiões de Santiago, essa taxa varia entre 27,7 e 30%. (COSTA, 2002) ; (TEIXEIRA, 2011).

A contribuição da ação humana é outro fator que contribui direta ou indiretamente nos processos erosivos em Cabo Verde. Segundo Baptista e Tavares (2012), a erosão de causas antrópicas constitui num importante fator erosivo em Cabo Verde, devido à pressão que é exercida pelo crescimento da população sobre o seu frágil ecossistema.

Neste sentido, Costa (2002), salienta que o número de habitantes residentes em Cabo Verde cresceu, e desde os meados do século passado, a partir da década de 1950, com a densidade populacional do país ultrapassa 100 habitantes por quilometro quadrado. Considerando apenas as áreas cultiváveis do arquipélago, a densidade populacional nos solos agricultáveis no país aumentou, e alcançou 1.039,2 hab/km², concluiu este autor.

Erosão hídrica

A erosividade hídrica corresponde à quantidade de solo que se perde pela erosão provocada pela chuva (Beltrame, 1994). De acordo com Blanco e Lal (2010), a erosão hídrica é um complexo processo de três etapas que envolvem o desprendimento, o transporte e a deposição de material sólido ao longo de uma bacia hidrográfica, em que a força da água é seu principal agente.

As primeiras duas etapas do processo erosivo hídrico envolvem a dispersão e remoção das partículas do solo, que definem, igualmente, a quantidade de solo erodido, enquanto a que a deposição determina a distribuição espacial do material erodido na paisagem. Segundo estes autores, a ação de cada um desses processos pode ser sumarizada no fluxo seguinte:

a) desprendimento: o desprendimento dos solos ocorre, após o solo absorver as gotas de chuva que preenchem os poros. Estas gotas de chuva se perdem e dão origem a agregados; os agregados mais fracos são os primeiros a separarem-se; as partículas mais finas são levadas na superfície das cheias; as partículas secas formam a crostas de baixa

permeabilidade; a taxa de desprendimento varia proporcionalmente com o aumento da cobertura vegetal;

b) transporte: partículas de solo desprendido são transportadas pelas cheias; partículas menores são transportadas em primeiro lugar; remoção seletiva provoca mudanças na textura e estrutura das propriedades originais das rochas; a quantidade de solo transportado depende da rugosidade do solo;

c) deposição: partículas transportadas são depositadas nas posições inferiores da bacia; sedimentos transportados pelas cheias podem chegar aos corpos de água e provocar sua poluição.

A erosividade hídrica se refere à capacidade intrínseca da chuva para provocar erosão, e, segundo Blanco e Lal (2010), é afetada por seguintes fatores: quantidade de chuva, intensidade, velocidade terminal, tamanho das gotas e distribuição espacial das chuvas. Dependendo do tipo de clima, os efeitos da erosividade hídrica são sentidos de forma diferentes.

3.4 Incertezas em recursos hídricos

O planejamento econômico em recursos hídricos é uma atividade por meio da qual, o profissional da água avalia, compara e quantifica as consequências futuras de escolhas feitas no presente. (GREEN, 2003). A eficácia destas escolhas é condicionada por restrições inerentes ao próprio método usado, pelas incertezas ambientais e pelos riscos que são as probabilidades de o benefício líquido ficar aquém do valor esperado.

Nesta visão econômica, é assumida a hipótese de que a escolha individual não difere das escolhas sociais e ignoram que a alocação da água não se baseia na interação entre a oferta e demanda em mercados hipoteticamente perfeitos, de livre acesso à informação completa por parte de consumidores omniscientes que assim decidem sobre o valor marginal do seu consumo ignorando as imperfeições do mercado, custo da informação e custos de transação.

No contexto dos recursos hídricos, as incertezas não têm apenas importância econômica. Elas estão associadas à irregularidade espacial e temporal da distribuição das precipitações, aleatoriedade na ocorrência dos eventos naturais extremos (secas prolongadas e chuvas torrenciais), nível de conhecimento científico e deficiências no processo de coleta, tratamento e interpretação de dados hidrológicos. (CHOW, 1954).

O nível de compreensão das consequências futuras do curso da ação presente varia em função da capacidade de previsão dos eventos que atuam perturbando ou melhorando a habilidade dos sistemas hídricos para prover os benefícios esperados que superem os custos associados. (JAMES E LEE, 1971, p. 477).

Segundo estes autores, neste processo, dois tipos de eventos futuros são comuns: os eventos que proporcionam a otimização dos benefícios por unidade de saídas do projeto e que são determinados por uma sequência de outros eventos de natureza econômica, social e política que, atuando individual ou coletivamente influenciam a variação na demanda das necessidades de água entre os setores usuários. E, outro tipo de eventos, que atua na variação quantitativa e qualitativa de saídas produzidas pelo sistema hídrico, determinado por eventos ambientais hidrológicos e climáticos não controlados, mas previsíveis.

O modo como as autoridades e profissionais de água lidam com eventos futuros devido às incertezas do próprio sistema, segundo Vieira (2005) é o resultado do caráter aleatório. Por isso salienta a necessidade da substituição de cálculos convencionais, de natureza determinística, por avaliações baseadas em probabilidade.

As incertezas quanto ao desempenho econômico no contexto de sistemas de recursos hídricos, segundo James e Lee (1971, p. 9), são decorrências da própria incerteza na escolha dos objetivos do projeto de sistemas hídricos, sujeito à ação de eventos presentes e futuros.

Os principais fatores externos que afetam a realização dos objetivos do sistema hídrico são a variação no preço unitário dos componentes do sistema hídrico e preocupações quanto a reação futura dos próprios beneficiários do sistema, que podem ampliar ainda mais os níveis de incerteza definidos para o sistema hídrico.

Outras fontes de incerteza quanto aos objetivos do sistema hídrico são as mudanças na tecnologia que inviabilizam no curto os objetivos do projeto, em razão dos custos de recomposição e readaptação dos mesmos às novas tecnologias e a dificuldade em prever o curso de ações futuras de outros eventos sobre os quais não há qualquer tipo de controle e cuja ocorrência não segue um padrão determinístico. (JAMES E LEE, 1971).

3.4.1 Modelagem como ferramenta de monitoramento de riscos

Até o ano de 2005, em Cabo Verde, a matriz de produção e fornecimento de água, para atender as demandas de múltiplos usuários, era constituída de dois componentes: água

subterrânea, que é extraída de poços, furos e nascentes; e água do mar dessalinizada. Desde 2006, quando foi concluída a construção da Barragem de Poilão, que a nova matriz hídrica do País passou a incluir a água de origem superficial, em grande escala. Esta barragem está localizada na Bacia Hidrográfica de Ribeireta, que fica localizada entre o Município de Santa Cruz e o Município de São Lourenço dos Órgãos em Santiago.

Em 2011, Estado de Cabo Verde avançou com o programa de infraestrutura hídrica do país, que prevê, entre outras atividades, a construção de duas dezenas de barragens superficiais, para captar, armazenar e fornecer água de chuvas para ser distribuída na irrigação de produção agrícola.

Entretanto, em Cabo Verde, verifica-se que, uma vez construídas e operacionalizadas, algumas barragem não tem sido alvo de monitoramento sistemático. Este é o caso da Barragem de Poilão, cujo desempenho físico tem sido altamente deficitário. A inexistência de competências humanas locais, altamente treinadas, tem sido apontada, como uma das principais causas pela falta de controle destes reservatórios.

A única pesquisa estudo abrangente, sobre o desempenho físico de barragens superficiais em Cabo Verde pertence a Teixeira (2011). Este estudou a hidrosidementologia e disponibilidade de água da Barragem de Poilão. Usando o modelo VYELAS segundo Araújo et al (2006), Teixeira conclui por uma possível redução de vazão de retirada no período entre 2006 e 2026, e também uma possível redução na capacidade de armazenamento de 1,8% ano, até 2026, devido ao assoreamento, provocando uma redução de 41% da disponibilidade de água inicialmente prevista.

3.5 Algumas medidas de probabilidade em recursos hídricos

Os fenômenos hidrológicos estão envoltos em incertezas que são providas de duas fontes: a aleatoriedade natural associada às possíveis ocorrências (ou realizações) de certo fenômeno e as imperfeições/insuficiências do conhecimento humano sobre os processos que determinam tais ocorrências. (NAGHETTINI E PORTELA, 2011).

As incertezas associadas à primeira fonte são aleatórias e podem ser mensuradas em função da maior ou menor variabilidade das variáveis do fenômeno, enquanto que as incertezas da segunda fonte resultam da interpretação imperfeita subjacente ao estudo do fenômeno em referência.

O conceito de probabilidade aplicado em diferentes aspectos associados à hidrologia assume diferentes formatos que incluem a intensidade das chuvas, inundações, cheias e a frequência de ocorrência destes eventos.

Campos e Studart (2006) salientam que “incertezas são as fontes de riscos”, classificados em três tipos: tipo i: incertezas que derivam do limitado nível de conhecimento da realidade por parte das pessoas e das limitadas capacidades de modelos hidrológicos e matemáticos para retratar o mundo real; tipo ii: dificuldades de amostragem. A estimativa de parâmetros estatísticos a partir de uma única fonte de informação disponível a série histórica, ainda guarda elevado grau de incertezas: e tipo iii: incertezas associados aos processos naturais que não capturados por modelos criados matemáticos e hidrológicos.

Com base em Ali (2010), são discutidos alguns conceitos de uso comum em hidrologia e no planejamento dos sistemas hídricos e que serão usados no contexto das previsões na barragem de Faveta e Saleiro.

Período de retorno (PR)

Segundo Naghettini e Portela (2011), o ponto de partida para a adoção do conceito de período de retorno (P) em hidrologia é a compreensão que este conceito não se aplica ao tempo cronológico, mas sim, uma medida de tendência central dos tempos cronológicos associado a certo acontecimento. Em hidrologia, segundo estes autores, o conceito de tempo de retorno é usado no estudo probabilístico de eventos máximos anuais, mas também no estudo probabilístico de acontecimentos instantâneos como vazão máxima diária ou chuvas máximas anuais de uma dada duração.

O período de retorno, também chamado de intervalo de recorrência, é definido como o período médio, medido geralmente em anos, dentro do qual um evento (cheia ou inundação) de uma específica magnitude será igualado ou excedido. O tempo de retorno é, portanto, uma medida de risco hidrológico aplicado no estudo de estruturas hidráulicas como barragens de retenção da água das cheias, controle de inundações ou desvios provisórios de cursos de água durante a construção de barragens. (NAGHETTINI E PORTELA, 2011).

Probabilidade de excedência

A probabilidade de excedência é um conceito de probabilidade que indica que um dado evento chuvoso ou uma chuva de uma dada magnitude ou descarga de cheias serão excedidos dentro de um certo período de tempo. Tomando como referência o fluxo da vazão das cheias nas barragens de Faveta e Salineiro, constatam-se que cheias de determinadas magnitudes serão excedidas em 5, 10, 100, 200 ou 1000 anos.

Probabilidade anual de excedência (PAE)

Refere-se à probabilidade de excedência de um dado evento no intervalo de tempo de um ano enquanto que risco é sinônimo da probabilidade de excedência, mas refere-se a probabilidade de ocorrência de um evento indesejado dentro de um dado número de observações.

Modelos de distribuição de probabilidade

A partir das características específicas das variáveis hidrológicas torna-se possível elaborar modelos probabilísticos que melhor se adequem às necessidades de previsão de cada dessas variáveis nas barragens de Faveta e Salineiro em Santiago. De acordo com Naghettini e Portela (2011) os modelos mais importantes usados nas análises de previsão em hidrologia são divididos em três categorias: a primeira categoria, de Distribuição Normal e log-Normal ou Galton, usa as variáveis aleatórias contínuas que podem ser aplicadas em situações em que haja de séries de registros de valores anuais de precipitação e escoamento superficial.

O modelo de Distribuição Normal tem potencial para estimar as probabilidades de ocorrência de chuvas máximas e escoamentos superficiais esperados nas áreas das bacias hidrográficas das barragens de Faveta e Salineiro e nas restantes nove estações pluviométricas da Ilha oferecendo elementos de decisão sobre a alocação da água entre os usuários múltiplos nas duas bacias, em função da disponibilidade predita ou esperada.

O segundo conjunto de modelos de função de distribuição de probabilidades inclui as distribuições log-Normal, de Gumbel para máximos, a Pearson III, log-Pearson III e o modelo Generalizado de Valores Extremos (GEV) para valores máximos anuais ou vazões

instantâneas máximas anuais. Este modelo será usado como um complemento na aferição da análise probabilística de log-Normal referida anteriormente.

Por fim, o terceiro conjunto de modelos probabilísticos mais importantes em hidrologia é formado de Gumbel para Mínimos e Weibull. Estes modelos são usados para valores mínimos de pluviometria em tempos de estiagem, típicos de Cabo Verde, para vazões diárias ou de sete dias e mínimos anuais. A aplicação do modelo probabilístico de Weibull é favorecida por oferecer condições para operacionalizar os valores extremos que caracteriza a pluviometria em Santiago.

3.6 Atividade agrícola em Cabo Verde

A produção agrícola é atividade que relaciona entre os fatores, a disponibilidade de água com os outros insumos e processos. Na Ilha de Santiago, a maior do arquipélago de Cabo Verde em extensão, a superfície de 1.007 Km² equivale a 25% da área total.

A disponibilidade de água para a agricultura, medida na forma de balanço hidrológico, segundo Cabo Verde (1997), se distribui da seguinte forma: provém em 18% das chuvas que caem sobre Santiago formam o escoamento superficial, 13% infiltram-se e 69% evaporam-se, sendo que a evaporação potencial possa atingir 1900 mm na ilha. Santiago detém a maior extensão de área irrigada, variando entre 474 hectares (Plano Diretor dos Recursos Hídricos/INGRH, 1993) e 658 hectares Plano Diretor de Irrigação (Cabo Verde, 2004) conforme a Tabela 6 que se segue.

Tabela 6 - Áreas irrigadas e potencialidades

Unidades	Área (ha)		Potencial (ha)		Necessidades (m3/dia)	
	PDRH	MAA	PDRH	MAA	ATUAIS (MAA)	FUTURAS (MAA)
Ilhas						
Santo Antão	910,00	997,00	952,00	1.357,10	36.400,00	54.284,00
São Vicente	56,00	49,00	250,00	250,00	2.240,00	10.000,00
São Nicolau	55,00	72,04	149,00	149,00	2.200,00	5.960,00
Sal	2,00	2,00	4,00	4,00	80,00	160,00
Boa Vista	4,70	10,00	16,00	16,00	188,00	640,00
Maio	29,00	8,15	34,96	34,96	1.160,00	1.398,00
Santiago	475,00	658,00	1.209,00	1.209,00	19.000,00	48.360,00
Fogo	8,00	12,15	16,00	77,72	320,00	3.109,00
Brava	20,00	10,41	11,25	11,25	800,00	450,00
Total	1.559,70	1.818,75	2.642,21	3.109,03	62.388,00	124.361,00

Fonte: Adaptado Cabo Verde, 2004.

3.6.1 Caracterização dos sistemas ambientais no entorno de barragens

O uso e ocupação de solo destinado para a prática de agricultura irrigada e também para as outras atividades econômicas ao longo de uma bacia hidrográfica é fortemente influenciado pelo modo como os seus sistemas ambientais naturais se auto-organizam e também, pelo modo como as atividades antrópicas atuam na criação ou destruição de condições de fixação. Segundo Beltrame (1994), a degradação desenfreada dos recursos naturais nos dias de hoje é um processo que deve ser contido. Esta autora sugere uma abordagem metodológica, denominada de diagnóstico físico-conservacionista de estudo de parâmetros do meio físico, com fins conservacionistas, com vistas um diagnóstico apurado ao longo de bacias hidrográficas.

As duas bacias hidrográficas onde foram implantadas duas barragens superficiais, que são objeto desta pesquisa, apresentam aspectos antrópicos bastante acentuados e de afluência marcantes sobre o estado físico de sua conservação. A cobertura vegetal, que é um fator determinante na manutenção dos recursos naturais é, ao longo da bacia hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago e de Ribeira dos Picos, um dos aspectos que mais condiciona a manutenção dos recursos hídricos.

Rudimentos de vegetação primitiva nas duas bacias hidrográficas evidenciam a presença de água abundante que, entretanto, ao longo dos anos foi desaparecendo, seja redução nos níveis de precipitação, seja eventualmente por causa de ação antrópica que está associada ao uso e ocupação de solos nessas ribeiras. O clima, segundo Beltrame (1994), é outro fator natural relevante, direta ou indiretamente relacionado com a degradação de recursos naturais renováveis.

Com base nesses pressupostos, a seguir, é feita a uma breve caracterização do ambiente físico das duas bacias hidrográficas, onde estão localizadas a Barragem de Faveta e a Barragem de Salineiro. Esta caracterização objetiva fornecer subsídios à compreensão e mitigação de eventuais restrições quanto ao desempenho físico das duas barragens e seus impactos na disponibilidade de água para atender as demandas de múltiplos usuários das mesmas. A caracterização também permite fazer o enquadramento quanto às potencialidades dessas bacias, proporcionando a elaboração de estratégias de uso e ocupação que otimizem os benefícios das barragens.

O exemplo paradigmático é a expectativa de irrigar 88 ha de terrenos agrícolas, repartidos entre Salineiro e Calabaceira, Faveta e Achada Leitão pode esbarrar nas restrições impostas pelas características dos ambientais predominantes na bacia. Como o estudo de impacto ambientais dos projetos de barragens ignoram a importância dos impactos dos sistemas, pode ser que sejam necessárias novas avaliações quanto a viabilidade física e econômica das barragens. Sinais de fissuras que foram observadas na Barragem de Faveta e a infiltração de pouca água que foi acumulada na Barragem de Salineiro em 2014, fazem antever a necessidade dessas reavaliações.

Tais avaliações serão necessárias inclusivamente por imperativo de adequação dos objetivos e metas das barragens em função da disponibilidade de água e taxas de garantias hídricas que serão objeto de análise mais aprofundada ainda nesta pesquisa.

Segundo Oliveira (2012), na Bacia hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago, há quatro sistemas ambientais distintas que são: Planície Fluvial; Patamares ou Achada Parcialmente Dissecada; Superfícies Dissecadas em Cristas; e Complexo Montanhoso Pico de Antónia. Em relação à Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos, segundo esta autora, foram identificados sete sistemas ambientais tais como: Planície Fluvial no litoral, junto à Cidade de Pedra-Badejo; Cones Vulcânicos, localizados próximo à Ribeira de Santa Catarina; Coroamento Rochoso Residual; Patamares Parcialmente Dissecados; Planaltos Interiores de Santa Catarina; Dissecadas em Cristas; e Complexo Montanhoso de Pico de Antónia.

A seguir são mostradas as principais características dos sistemas. A Planície Fluvial é um sistema ambiental onde se destacam as seguintes características naturais predominantes: relevo plano, oriundo da acumulação de sedimentos pouco consolidados do Quaternário, constituídos de materiais finos e grosseiros, e também de cascalhos. Os solos predominantes são os neossolos flúvicos, com cobertura vegetal, que é formada com extratos arbóreo-arbustivo esparsos. São sistemas de transição, com tendência à instabilidade.

Os principais problemas ambientais, segundo Oliveira (2012) são uma intensa ocupação rural de solo em que o indicador biofísico de desertificação (IBFD) atinge um valor de 3,43, portanto um IBDF muito baixo. Em termos de capacidade de suporte, as planícies fluviais de Santiago apresentam algumas potencialidades, nomeadamente para cultivos de irrigação e sequeiro como de bananeiras, milho, mandioca, hortícolas, cana de açúcar e batata doce. As principais limitações deste sistema é a propensão de seus solos para salinização e um rápido escoamento superficial, com alto potencial de riscos de inundações.

Os Cones Vulcânicos pertencem à Formação Monte Vaca, do Quaternário. São cones piroclastos em montes-colinas, que podem ser encontrados por toda Ilha de Santiago. Os solos predominantes são os neossolos litólicos e neossolos rigolíticos, nas vertentes. A cobertura vegetal é rarefeita, constituída principalmente por herbáceas e arbustos/subarbustivos. Em termos de ecodinâmica, pode dizer-se que estes ambientes são fortemente instáveis. Os declives são acentuados e de solos pouco desenvolvidos. O índice de desertificação chega a atingir o nível 2,14 na escala de IBDF.

Os Coroamentos Rochosos são sistemas formados por domos e chaminés que também pode ser vistos em toda a Ilha, onde eles formam montes em topos arredondados, constituídos de rochas fenolíticas e basálticas; mantos subaéreos; brechas e piroclastos de rochas fenolíticas do Policeno-Mioceno. Estes sistemas são caracterizados por condições climáticas áridas litorâneas, semi-áridas sublitôrneas e subúmidas interiores. Os tipos de solos mais importantes são os Neossolos Litólicos e Cambissolos. A cobertura vegetal é feita de espécies arbustivas que estão degradadas. A permanente carência de água é sua característica principal, o que explica a agricultura pouco desenvolvida. Tem um índice de IBDF de 2,71.

Os Patamares ou Achadas Parcialmente Dissecadas, são complexos superficiais de erosão, em forma de planaltos de baixa e média altitude, entalhadas por vales que se seccionam em lombas muito largas com material em mantos subaéreos de basaltos da Formação de Assomada, do Terciário. Os solos predominantes são: neossolos litólicos e cambissolos. Em termos de ecodinâmica, são ambientes instáveis, onde os solos são de baixa produtividade e o seu índice de desertificação atinge o nível de 2,57.

Os Planaltos Interiores de Santa Catarina são constituídos de áreas interiores com topos estruturais aplainados de forma ondulada. São sistemas onde as condições climáticas variam entre semiáridas e subúmidas interiores. Os solos predominantes são os Cambissolos Eutróficos e Neóssolos Litólicos. São ambientes de transição, com tendência a instabilidade. Em termos de ecodinâmica, este sistema é de um uso rural intenso e o índice de degradação atinge o valor 3,14. São sistemas propícios para o cultivo milho e feijão, além de servir para práticas de pastoreio.

Superfícies Dissecadas em Cristas são sistemas caracterizados por seu relevo fortemente dessecado e vales profundos com interflúvios que terminam em cristas constituídas em mantos subaéreos de rochas basálticas do PA do Terciário e (Poliênico) Formação dos Flamengos (mantos e piroclastos) do Terciário (Mioceno – Médio). Seus solos predominantes

são: Neossolos Litólicos e Cambissolos, de ambientes que tendem para a instabilidade. O valor do IBDF nestes sistemas chega a 3,00. São ambientes favoráveis ao turismo ecológico e também ao cultivo de sequeiro nas zonas mais férteis. É possível verificar fontes de água e ressurgências.

Complexo Montanhoso Pico de Antónia, são sistemas onde predominam o relevo montanhoso, dissecado em forma de escarpas, com esporões e morros muito salientes que foram modelados em topografias colinosas com declives acentuados e cristas em rochas resistentes de composição basáltica do Plioceno-Miloceno). Seus solos predominantes são Cambissolos Litólicos Chernossolos e Neossolos. A cobertura vegetal predominante é formada de vegetais de porte arbóreo e arbustivo. São ambientes de transição que tendem a instabilidade.

IVPARTE

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo apresenta a metodologia que foi adotada nesta pesquisa, e está dividido em duas partes. Na primeira parte é feita a apresentação da área de estudo, incluindo as características técnicas das barragens e seus aspectos geomorfológicos, uso e ocupação das bacias hidrográficas, e o diagnóstico da situação dos sistemas de abastecimento de água nas localidades do entorno dessas barragens.

Na segunda parte, são apresentados os métodos e as técnicas operacionais adotados, para determinar o montante de custos e benefícios econômicos e sociais das barragens de Faveta e Salineiro.

4.1 Área de estudo

Nesta pesquisa, a abordagem metodológica adotada para fazer a análise e a caracterização do meio físico, nas áreas das bacias hidrográficas da Ribeira dos Picos e de Ribeira Grande Santiago, é baseada na proposta metodológica de Beltrame (1994). Por meio de aplicação desta metodologia, foi realizado um levantamento de aspectos mais importantes da vegetação dominante, salientando o grau de semelhança entre a cobertura vegetal e o grau de sua espacialização. O clima foi analisado sob o aspecto de sua espacialização, balanço hidrológico, rendimento das barragens e taxas de garantias de uso de água para atender as demandas de seus principais usuários.

As características geológicas e pedológicas segundo Oliveira, (2012) permitiram fazer: identificação, a caracterização e delimitação dos principais sistemas ambientais que são dominantes nas duas bacias hidrográficas do entorno da área de estudos desta pesquisa, onde foi traçado um perfil de potenciais usos e ocupação das bacias, suas ameaças e cenários tendenciais.

A área de estudo é composta por duas barragens superficiais, construídas em Santiago: uma em Faveta, no Município de São Salvador do Mundo; e a outra em Salineiro, Município da Ribeira Grande. Em conjunto, estas barragens têm capacidade para captar e armazenar um volume útil de 1,23 milhões de m³ de água por ano.

As obras de construção das barragens foram concluídas em julho de 2013. Essas duas barragens são as únicas barragens ativas, de um total de 22 barragens que estão previstas para ser construídas em todo território nacional.

O próprio fato de essas duas barragens serem as primeiras a entrar em operação, já justifica a sua escolha como objeto de estudo. Além disso, seu estudo justifica-se ainda pelo fato de o Governo de Cabo Verde ter optado por alocar as águas dessas barragens, exclusivamente na irrigação; os municípios de São Salvador do Mundo e Ribeira Grande de Santiago, onde estas barragens estão localizadas, se encontram entre os mais pobres de Cabo Verde.

4.1.1 Caracterização técnica da Barragem de Faveta

A Barragem de Faveta está localizada na Bacia Hidrográfica de Ribeira dos Picos, em Santiago, entre os municípios de São Salvador do Mundo e de Santa Cruz, e tem como área de influência as localidades de Faveta e Achada Leitão, ambas localizadas no município de São Salvador do Mundo. (CABO VERDE, 2005).

A Barragem de Faveta é um pequeno lago artificial, de 30 metros de altura, foi projetada para captar, armazenar um volume útil de 569 mil metros cúbicos de água pluvial, destinada para atender as demandas da irrigação de 30 hectares de terrenos agrícolas, nas localidades de Achada Leitão e Faveta, que formam a sua área de influência.

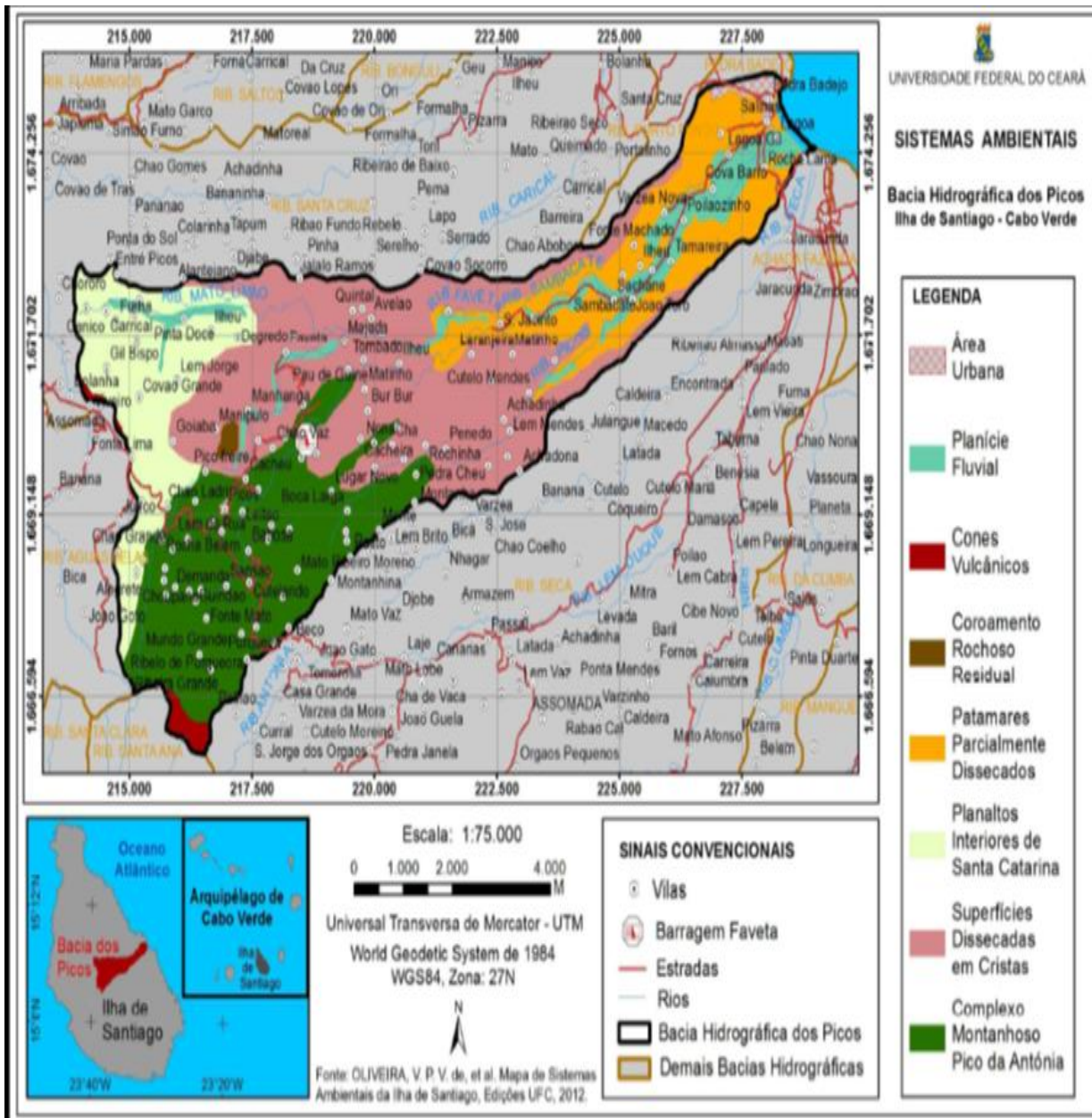
O volume máximo projetado é de 706,5 mil m³. O nível pleno de armazenamento (NPA) da barragem corresponde a uma cota 234,5, enquanto que o volume morto corresponde a uma área inundada de 70,5 m². De acordo com as características de solo, chuvas, cheias, uso e ocupação de terrenos na Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos, o período de retorno da Barragem de Faveta foi fixado em 1.000 anos. Isto significa que a chance de o pico de vazão máxima esperada, fixada em 192,3 m³/s ser igualada ou superada é de uma vez em 1.000 anos (Tabela 7). A Figura 6 que se segue apresenta a localização da Barragem de Faveta e Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos.

Tabela 7 - Tempo de retorno, vazão e volume das cheias na Barragem Faveta

Tempo de retorno (T em anos)	Vazão (m ³ /s)	Volume (hm ³)
5	69,3	0,7951
10	90,4	1,0530
20	108,8	1,2849
100	144,5	1,7393
1.000,00	192,3	2,3305

Fonte: Cabo Verde, 2011.

Figura 6 - Localização da Barragem de Faveta



Fonte: Pesquisa, 2012.

Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos

A Bacia Hidrográfica de Ribeira dos Picos possui extensão de 50,6 Km² de superfície e perímetro de 43,8 Km (Figura 8). Esta bacia tem uma linha de água com comprimento de 6,9 Km e tempo de concentração de 1,5 horas. A altitude média da bacia é 488,53 metros, ficando entre a altitude mínima de 210 metros e uma altitude máxima 1.167 metros.

Esta bacia hidrográfica fica localizada entre o Município de São Salvador do Mundo e de Santa Cruz. Sua morfologia é caracterizada por relevo muito acidentado e com predomínio de encostas de declives acentuados nas margens das ribeiras.

A Barragem de Faveta foi implantada em área da bacia hidrográfica que está sobre um complexo vulcânico, formado séries vulcânicas mais espessas e mais extensas da Ilha de Santiago, que estão intercaladas por material piroclástico do Maciço do Pico da Antónia. (CABO VERDE, 2011).

Segundo Oliveira (2011), a Bacia Hidrográfica de Ribeira dos Picos possui oito sistemas que definem o uso e ocupação e os riscos e incertezas quanto às potencialidades agrícolas da bacia hidrográfica. Uma parte considerável da superfície da área da Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos é usada por pequenos agricultores na produção agrícola de sequeiro, praticada entre agosto e outubro. A cultura de sequeiro destina-se a produzir grãos e cereais, sobretudo, feijão e milho, batata doce, abóbora e mandioca.

A produção de sequeiro, normalmente, é destinada para atender as necessidades das demandas familiares, mas em anos de boa safra, o excedente costuma ser escoado no mercado de Santa Catarina e da Cidade da Praia. De acordo o Recenseamento Geral Agrícola (RGA), a agricultura de sequeiro é responsável por geração centenas de empregos sazonais, beneficiando moradores desta localidade e de outras localidades vizinhas. (CABO VERDE, 2004).

A agricultura de sequeiro emprega trabalhadores, em atividade não mecanizadas de preparação e limpeza de terrenos, sementeira, e capinagem (localmente chamadas de sementeira e monda). Devido aos declives acentuados, grande parte do trabalho, agrícola, é feito em regime de mutirão.

Apesar de sua contribuição na geração de empregos temporários, renda para os trabalhadores e benefícios para os proprietários de terra, a eficácia desta atividade tem sido questionada, em função da erosão antrópica resultante. As práticas tradicionais de cultivo

ocasionam rápido desprendimento da camada superficial dos solos, principalmente durante a fase de limpeza e capinagem. E essas camadas subsuperficiais do solo ficam expostas à ação mecânica dos ventos e de chuvas, normalmente torrenciais. (TEIXEIRA, 2011).

Agricultura irrigada é praticada nas zonas mais baixas da bacia hidrográfica, sobretudo, nas proximidades do Município de Santa Cruz, ao longo da Ribeira dos Picos, e próximo ao estuário desta bacia.

No passado, esta atividade era responsável pelo sustento e renda de um grande número de agricultores, mas a atividade foi reduzida drasticamente a um pequeno número. Este tipo de agricultura é destinado ao cultivo e produção de hortaliças, legumes, frutas e tubérculos, quais são escoados, principalmente para os mercados da Ilha de Santiago.

A agricultura irrigada tem sido estimulada pelo Governo de Cabo Verde, por meio de subsídios aos agricultores que venham a adotar práticas eficientes de uso da água. Os subsídios podem chegar a 50% de desconto em taxas de concessão de direito de uso de água. Na Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos, a população também cria animais domésticos para consumo e formação da renda familiar. A pecuária é feita nos quintais de própria residência.

Município de São Salvador do Mundo

O Município de São Salvador do Mundo ocupa uma área de 31 Km² e foi criado em 19 de maio de 2005, a partir do desmembramento do antigo Município de Santa Catarina de Santiago. Do total de domicílios, apenas 15,7% delas têm acesso à água potável por meio da rede pública de abastecimento. A população residente declinou 5,4%, passando de 9.172 habitantes em 2000 para 8.677 habitantes em 2010, os quais se distribuem em 20 povoados. Os agregados familiares somam 1.701, possuindo em média 5,1 pessoas por família, segundo dados do Censo Populacional de 2010. (CABO VERDE, 2013).

Os povoados de Faveta e Achada Leitão, no Município de São Salvador do Mundo constituem a área de influência direta da Barragem de Faveta. Faveta é um pequeno povoado, situado entre pequenas elevações, no Município de São Salvador do Mundo. De acordo o último Censo Populacional de 2010 (INE, 2013), 247 pessoas viviam nesta localidade, sendo 122 homens e 125 mulheres. Das 46 famílias existentes 2,2% são abastecidas por água dos chafarizes e 97,8% recorrem a fontes inseguras como poços, nascentes, galerias e levadas.

A provisão de água, para o consumo de doméstico, é feita, por mulheres e crianças do sexo feminino, que fazem de 4 a 6 viagens diárias, gastando entre 20 e 40 minutos de suas casas à fonte de água mais próxima.

As principais atividades produtivas na localidade de Faveta são a agricultura de sequeiro e a pecuária de pequeno porte. Os principais produtos agrícolas cultivados, entre julho e outubro, são feijão, milho, batata doce, mandioca e abóbora. A chuva proporciona também aos pequenos agricultores a possibilidade de cultivo de fruteiras de sequeiro, como mangueira, bananeira, goiabeira, além de pequenos cultivos de cana de açúcar que é usada na produção artesanal de aguardente e mel.

A localidade de Achada Leitão está situada numa região planáltica, entre Achada de Igreja e Faveta. Esta localidade tem população residente composta de 1.160 habitantes, 509 homens e 651 mulheres. Do total de 227 famílias, 0,9% delas são abastecidas por água dos chafarizes, 33,9% por água de nascente, levada ou poço aberto, 64,8% por meio de carros-pipa da prefeitura. Em geral, as famílias gastam de 20 a 60 minutos de suas casas à fonte de água mais próxima.

Nesta localidade, a agricultura é predominantemente de sequeiro, destinada ao consumo familiar. Os produtos cultivados são milho, feijões, batata doce, mandioca, fruteiras e, dentre outras. A pequena pecuária é destinada à subsistência da família. As famílias se baseia na criação de aves, suínos, caprinos, bovinos e ovinos.

4.2 Barragem de Salineiro

A Barragem de Salineiro está localizada na Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande Santiago, no município de mesmo nome e tem como área de influência as localidades de Salineiro e Calabaceira.

Características técnicas da barragem

A Barragem de Salineiro é um reservatório artificial de 25 m de altura, que ocupa uma área de 82.618 m² e possui comprimento de 162 metros. Esta barragem foi construída na região central da Bacia Hidrográfica da Ribeira Grande de Santiago, a norte de Salineiro no Município da Ribeira Grande Santiago.

Esta barragem foi projetada para armazenar um volume útil de 579 m³ de água proveniente das cheias e irrigar 58 ha de terrenos agrícolas nas localidades de Salineiro e Calabaceira. Também tem como finalidade regularizar a oferta de água para a agricultura durante o período de estiagem, que varia de nove a dez meses ao ano.

A Barragem tem altura mínima de exploração de água de 7,2 m, área inundada de 15,6 mil m² e um volume de 41,6 mil m³ de água.

O tempo de retorno da barragem adotado da Barragem de Salineiro foi de 1000 anos, para uma vazão de 217,6 m³/s e o volume de 3,3 hm³. (CABO VERDE, 2011). Isto significa que a chance da barragem alcançar o de pico 217,6 m³/s ser igualada ou superada é de uma vez em 100 anos (Tabela 8).

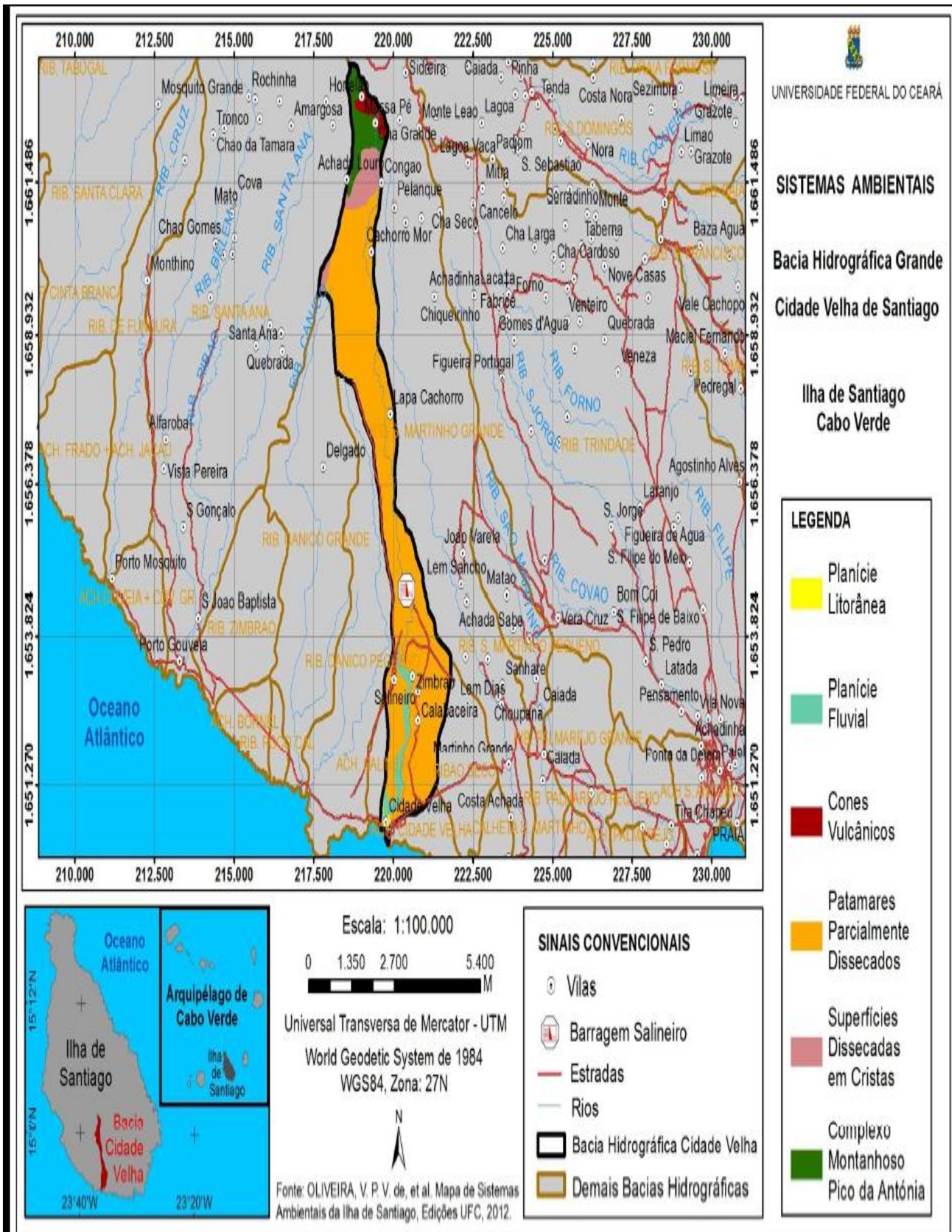
A Figura 7 apresenta o mapa da Barragem de Salineiro e Bacia Hidrográfica da Ribeira de Santiago, onde se localiza a Barragem de Salineiro.

Tabela 8 - Período de retorno estimado para a Barragem de Salineiro.

Período Retorno T(Anos)	Vazão de Ponta (m ³ /s)	Volume (h/m ³)
5	46,40	0,6778
10	66,6	0,9848
20	88,1	1,3148
100	142,6	2,1746
1000	217,6	3,3432

Fonte: Cabo Verde, 2011.

Figura 7 - Mapa da Bacia Hidrográfica da Ribeira Grande.



Fonte: Pesquisa, 2012.

Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago/uso e ocupação

A Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago tem superfície de 8,36 km², localizada na região sudeste desta Ilha, entre as cotas 240 e 950 m. A bacia tem comprimento da linha de água 11.977 m. (CABO VERDE, 2011). Esta bacia hidrográfica é caracterizada por solos pobres, declives acentuados nas margens das ribeiras, e reduzida disponibilidade de água para atender as necessidades. O regime fundiário caracteriza-se pelo pequeno número de grandes proprietários, e um grande número de pequenos arrendatários.

Esta bacia hidrográfica dispõe de duas nascentes, a de Águas Verdes, que até 2006 abastecia mais de 131 mil moradores da Cidade da Praia, Capital de Cabo Verde, e a nascente de Convento, junto ao atuério da bacia hidrográfica.

Durante a estação chuvosa, de agosto a outubro, a agricultura de sequeiro cultiva milho, feijão, batata-doce, abóbora, de entre outras. A horticultura e fruticultura são exploradas durante todo o ano.

Cerca de 40% da área desta bacia hidrográfica é ocupada por terrenos desnudos, que assim permanecem durante grande parte do ano. A área restante, denominada de ‘achadas’, é ocupada por pastagem e vegetação esparsa. A pecuária é formada pela criação de gado bovino, caprino e ovino.

Município de Ribeira Grande de Santiago

O Município da Ribeira Grande de Santiago está localizado no extremo sudeste da Ilha de Santiago. Este município foi criado em 2005, tendo sido desmembrado do Município da Praia. Em termos administrativos, este município está dividido em duas freguesias: Freguesia de Santíssimo Nome de Jesus e São João Baptista. O Município tem sede administrativa localizada na Cidade da Ribeira Grande de Santiago (Cidade Velha), que constitui seu principal núcleo populacional, cultural e econômico.

De acordo com dados provisórios do Censo de 2010 (Cabo Verde, 2013), viviam em Ribeira Grande 1.676 famílias, sendo 784 em Santíssimo Nome de Jesus e 892, em São João Baptista. O tamanho médio das famílias era de 5 pessoas, sendo que 14,6% da população viviam em áreas urbanas e 85,4%, nas áreas rurais.

A agricultura irrigada e de sequeiro, juntamente com a pesca e pecuária de pequeno porte, constituem as principais atividades econômicas do Município da Ribeira Grande. Especificamente, no Vale da Ribeira Grande, a agricultura irrigada é favorecida pela existência de água em abundância, proveniente de duas nascentes: a nascente de Águas Verdes com vazão diária de 12 mil m³ de água; e a nascente do Convento que debita 18,4 mil m³ de água.

A agricultura irrigada produz uma grande variedade de hortaliças, legumes, tubérculos e fruteiras, que é destinada para abastecer o mercado da Cidade da Praia. A cana de açúcar irrigada é utilizada como matéria prima na produção de aguardente, sendo esta uma importante fonte de renda no município.

A agricultura de sequeiro é responsável pela produção de grãos, sobretudo, milho, feijão; batata-doce, batata comum, mandioca, e abóbora. O cultivo é feito nas regiões mais altas de Daca Balaio, Loura e Mitra, a norte da Barragem de Salineiro, em Pico Leão, Santana, Tronco e Mosquito de Horta, mais a ocidente.

O setor de serviços é incipiente. Na última década, o turismo passou a dinamizar a economia do município, porque o Sítio Histórico da Cidade Velha, primeira capital da então província ultramarina portuguesa de Cabo Verde foi tombado como Patrimônio Mundial da Humanidade pela UNESCO, em 2009. Entre os anos de 2009 e 2013, o número de visitantes ultrapassou 71 mil pessoas.

A Barragem de Salineiro tem influência direta sobre as localidades de Salineiro e Calabaceira. Salineiro está situado na extremidade Sul da Ilha de Santiago. De acordo com o Censo Populacional de 2010, viviam na localidade 1.113 habitantes, sendo 44,3% homens e 55,7% mulheres, agrupados em 210 famílias, com tamanho médio de 5 pessoas por família.

Segundo o Cabo Verde (2013), em termos de abastecimento de água, 89% da população de Salineiro esta ligada à rede pública, 9,5% obtém água da casa de vizinhos e 1,5% por meio de chafariz e outras fontes, tais como nascentes e levadas.

A principal atividade econômica de Salineiro é a agricultura irrigada e de sequeiro. A agricultura é praticada no Vale da Ribeira Grande e constitui importante fonte de renda e de subsistência das famílias. A agricultura de sequeiro é praticada nas zonas úmidas altas de Daca Balaio, Mitra e também Loura. Os principais produtos cultivados são milho e feijão. A pecuária é formada pela criação de bovinos, ovinos, caprinos, e suínos, além de aves domésticas. A pecuária é a segunda mais importante fonte de renda e subsistência da população.

Calabaceira está situada na margem oriental do Vale de Ribeira Grande, no extremo sul de Santiago, onde residem 74 famílias. Destas famílias, somente 1,4% tem água canalizada. As restantes famílias são abastecidas por meio de chafarizes (60,8%) e levadas e nascentes (33,8%), no Vale de Ribeira Grande; carros-pipa da prefeitura municipal de Ribeira Grande (4,1%). (Cabo Verde, 2013). Em média, as famílias gastam de 1 a 1,5 hora no percurso de casa à fonte.

A agricultura, irrigada e sequeiro, e a pecuária constituem as principais atividades econômicas nesta localidade. A agricultura irrigada produz mandioca, batata comum e batata doce, abóbora e hortaliças e legumes. O cultivo de cana sacarina no Vale de Ribeira Grande é uma importante atividade agrícola, e destina-se a produção de aguardente, que também tem constituído uma relevante fonte de renda.

A agricultura de sequeiro é praticada nas zonas úmidas altas de Achada Mitra e Daca Balaio, onde são cultivados milho, feijão e batata doce. A atividade agrícola de sequeiro consiste na cultura de milho e de feijão e batata doce, enquanto que a agricultura irrigada produz mandioca, batata comum e batata doce, abóbora e hortaliças e legumes. As árvores fruteiras mais comuns são a mangueira, o coqueiro, laranjeira, limoeiro e papaieira. A pecuária constitui-se da criação de gado bovino, caprino, ovino, suíno e aves.

4.3 Método empírico

Nesta parte são apresentados os métodos e técnicas operacionais que foram usados para quantificar: o balanço hidrológico; rendimento; garantias hídricas. Também são apresentados os métodos utilizados para calcular o custo total de água e os benefícios econômicos esperados de barragens, na área de estudo desta pesquisa.

4.3.1 Procedimentos metodológicos

A disponibilidade de água de boa qualidade, e em quantidade necessária para atender as necessidades de seus múltiplos usuários, sem riscos ou falha no fornecimento, constituiu um das maiores preocupações na gestão dos recursos hídricos (Araújo et al 2006).

4.3.1.1 Modelo hidrológico – econômico

O modelo é alimentado por variáveis do meio físico, sobretudo hidro-climáticas, mas também as variáveis econômicas. No âmbito desta pesquisa, de acordo com a abordagem de Campos (1996) o balanço hidrológico é avaliado no componente hidro-climático. Um conjunto de procedimentos matemáticos e estocásticos é desencadeado para quantificar o rendimento da barragem; taxas de garantias hídricas; evaporação; retiradas; e sangria da barragem.

As simulações estocásticas foram feitas por VYELAS (Araújo et al, 2006). Com base nos resultados destas simulações estocásticas, cenários de alocação de água são elaborados em função da disponibilidade de água e das garantias associadas. O rendimento e respectivas taxas de garantias hídricas permitem antever as possíveis restrições ou as potencialidades associadas a cada categoria de uso de água da barragem e antever também os usos ou conjugação de água onde seus benefícios líquidos são otimizados.

Com base nessas premissas, os cálculos econômicos determinísticos são substituídos por cálculos econômicos probabilísticos. Nesta pesquisa, a abordagem econômica adotada é uma proposta de Rogers *et. al.* (1998), que divide o custo total de água em econômico total e custo de externalidades ambientais. O custo econômico total, por incorporar os custos de oportunidade e custo externo de água, normalmente ignorados por outras abordagens, permitiu avaliar o custo do tempo que moradores da área de entorno da barragem estão sendo forçados a consentir para fazer a provisão de água para o consumo de suas famílias.

Este estudo propõe um método hidrológico-econômico para auxiliar a tomada de decisão sobre a alocação de água e avaliar os impactos econômicos e sociais de uma barragem superficial no semiárido. O modelo tem três componentes: hidro-climático; econômico; e de gestão.

O *componente hidro-climático* tem como funções, entre outras: permitir determinar o valor de precipitação; escoamento superficial; erosividade hídrica; evaporação; e balanço hidrológico da barragem. Na barragem, este componente permite fazer o cálculo do rendimento da barragem; taxas de garantia hídrica; retiradas; evaporação, e sangrias. Estes últimos podem ser operacionalizadas por meio de métodos estocásticos. Nesta pesquisa, é utilizado o modelo hidrológico VYELAS (Araújo, et al 2006), que utiliza o modelo de balanço hidrológico de reservatórios no semiárido que foi desenvolvido por Campos (1996).

A outra função deste componente consiste em determinar a probabilidade de excedência de vazão. Ou seja, a probabilidade de que um determinado nível de vazão de deflúvio ou rendimento seja igualado ou superado. Muitos métodos estão disponíveis para esta finalidade. Nesta pesquisa, a probabilidade de um volume regularizável ser igualado ou superado é calculada por meio de função discreta de distribuição de probabilidade, nomeadamente distribuição binomial que usa processos de Bernoulli. Estes processos ocorrem quando existem somente dois resultados possíveis: sim ou não; 1 ou 0. (NAGHETTINI E PINTO, 2007) ; (JAIN E SINGH (2003).

O cálculo do valor de erosividade hídrica, que corresponde à quantidade de solo que se perde pela erosão hídrica pode ser feito de acordo com os métodos que melhor se ajustam às características do local. Nesta pesquisa foi adotado no cálculo de erosividade é baseado em (Beltrame, 1994). A opção por este método deriva da sua praticidade porquanto o que utiliza somente as informações sobre precipitação mensal e anual. O cálculo do valor global e do valor mínimo da demanda completa este conjunto de procedimentos.

O *componente econômico* foi concebido para permitir o cálculo do montante de benefícios econômicos líquidos da barragem. Este componente é formado por dois subcomponentes o componente de custo total e componente de valor econômico total da água. O montante de custo e valor de água é determinado pelo método de Rogers *et. al.* (1998), que divide os custos em: custos econômico e custo de externalidades ambientais. O montante de custo de externalidades ambientais intrínseco não é objeto desta pesquisa. O custo econômico é constituído de: custo total de provisão, que é formado por custo de operação e manutenção e de custo de capital; custo de oportunidade; e custo econômico externo.

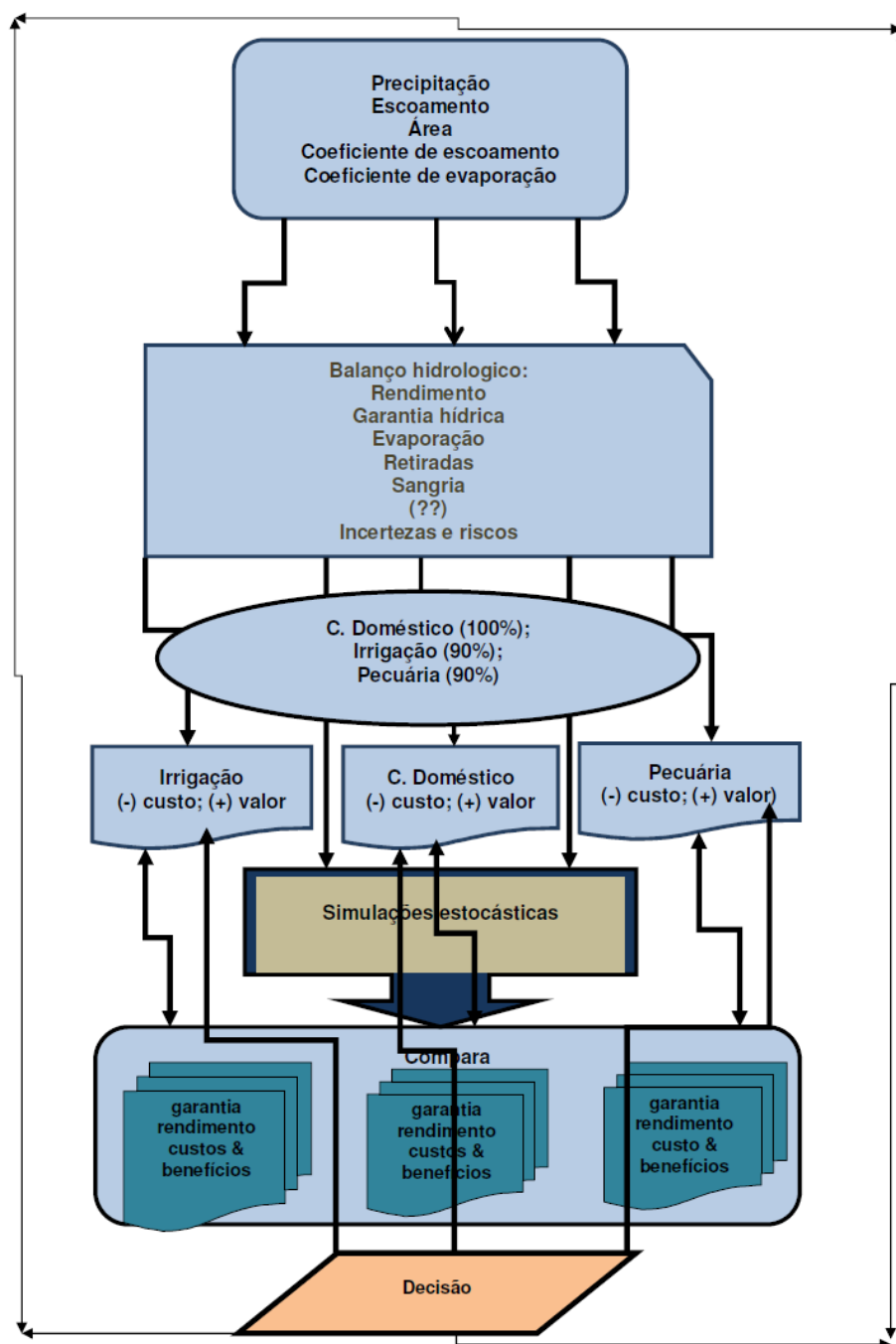
O subcomponente de valor é constituído de: valor econômico e valor intrínseco de água. O valor intrínseco de água não é objeto desta pesquisa. O valor econômico total somatório de: valor de uso; valor de benefícios de vazão de retorno; valor de benefícios indiretos; valor de objetivos associados com a água. Nesta pesquisa o valor de objetivos sociais e valor intrínseco de água não é determinado.

O *componente de gestão* foi concebido para fazer a integração e a interação de dados de saída dos componentes anteriores, permitindo realizar simulações e projeções de resultados e de impactos, antes da decisão sobre a alocação de água. A decisão sobre a alocação de água ou liberação de outorgas passa por um processo transparente de avaliação, baseado numa avaliação probabilística de ocorrência de benefícios.

Por essa razão, a projeção de benefícios da barragem substitui os cálculos econômicos determinísticos por cálculos econômicos probabilísticos para incorporar as incertezas inerentes à ocorrência de rendimentos na barragem. O objetivo final é alimentar um processo decisório sobre alocação de água da barragem que tenha capacidade para capturar a sensibilidade entre rendimento (variações no volume acumulado), taxas de garantias (riscos ou falhas) e benefícios econômicos.

Em seus estudos, Vieira (2005) adotou o número de frequências de inundações como padrão de probabilidade na ocorrência de danos provocados por inundações para deduzir os benefícios indiretamente, em razão de custos de inundações evitados. Nesta pesquisa, ao contrário, o valor médio esperado é obtido pela soma do produto dos benefícios dos i usuários de água, por respectiva probabilidade de ocorrência destes benefícios. O modelo de gestão da barragem pode ser visualizado por meio do fluxograma da Figura 8.

Figura 8 - Modelo hidro-econômico de a alocação da água de barragem



Fonte: Pesquisa, 2015.

Este modelo integra um fluxo dinâmico de interações entre variáveis e fatores naturais que compõem o balanço hídrico; variáveis de natureza econômica e social que estão associados com o acesso físico aos serviços de abastecimento de água, e, por fim, elementos associados com o rendimento e garantias hídricas nas barragens. O mesmo poderá ser adotado

para auxiliar no processo decisório associado ao contexto de escassez hídrica na alocação de água das barragens de Faveta e Salineiro, na Ilha de Santiago em Cabo Verde.

4.4 Componentes do método

Nesta secção são apresentados os principais componentes que constituem o método técnico adotado nesta pesquisa bem como sua caracterização e composição. Como foi salientado anteriormente, este trabalho combina técnicas da disciplina de hidrologia, economia e análise estatística avançada para derivar os valores de custos e benefícios económicos e sociais das barragens atrás referidas.

4.4.1 Componente hidro-climático

O modelo de balanço hidrológico de reservatórios em regiões do semiárido, proposto por Campos (1996), foi adotado nesta pesquisa para quantificar a disponibilidade de água nas barragens de Faveta e de Salineiro.

Este modelo é constituído de suas partes: entradas de água; e saídas de água. As entradas são formadas por água das chuvas que caem sobre a barragem (Q_H), pela água do rio que chega à barragem (Q_R); e pelo fluxo lateral de água subterrânea que chega à barragem (Q_G). As saídas são compreendem as retiradas de água para atender as necessidades de usuários (Q_U); infiltração (Q_I); Evaporação (Q_E); e Sangria, que composta por volume de água que vertida, quando a barragem atingir seu nível máximo de armazenamento (Q_S). Segundo Campos (1996), o modelo simplificado de balanço hidrológico é expresso pela seguinte equação:

$$\frac{dM}{dt} = \dot{M}_{\text{entra}} - \dot{M}_{\text{sai}}$$

(1)

onde: dM é variação de fluxo massa ao longo do tempo; \dot{M}_{entra} é o fluxo de massa de água que entra no reservatório; \dot{M}_{sai} é o fluxo de massa de água que sai do reservatório. A variação do fluxo de massa pela variação de tempo ρ pode ser escrito em termos de variação de massa (M) por velocidade (v) e expresso pela equação seguinte:

$$\rho = \frac{M}{v} \quad (2)$$

$$\frac{d(\rho v)}{dt} = (\rho Q_{entra}) - (\rho Q_{sai}) \quad (3)$$

Substituindo na expressão 2 tem-se que:

$$\rho \frac{dV}{dt} + v \frac{d\rho}{dt} = \rho(Q_{entra} - Q_{sai}) \quad (4)$$

Então admitindo-se $\frac{d\rho}{dt} = 0$, o fluxo de massa pode ser escrito em forma variação de volume por tempo, dada pela expressão é:

$$\frac{dV}{dt} = Q_{entra} - Q_{sai} \quad (5)$$

A expressão 4 pode agora ser escrita em forma de variação de volume por variação de tempo mostrando as duas componentes do balanço hidrológico.

$$\frac{dV}{dt} = (Q_R + Q_H + Q_G) - (Q_E + Q_I + Q_S + Q_U) \quad (6)$$

onde: Q_R é volume do rio; Q_H é volume de chuva; Q_G é volume de contribuição de água subterrânea; Q_E é volume de evaporação; Q_I é volume de infiltração; Q_S é volume que sangra; e Q_U é o volume destinado aos múltiplos usos;

Nota-se que a quantidade de água que é evaporada é a diferença entre a quantidade evaporada no período úmido (Q_{EU}) pela quantidade evaporada durante o período seco (Q_{ES}) e expressão pela seguinte expressão:

$$Q_E = Q_{EU} + Q_{ES} \quad (7)$$

Para a região semiárida do Brasil, admite-se:

$$(Q_H - Q_E) + (Q_G - Q_I) \quad (8)$$

Portanto,

$$\frac{dV}{dt} \cong Q_R - (Q_{ES} + Q_S + Q_U) \quad (9)$$

$$V_{t+\Delta t} - V_t = Q_R \Delta t - Q_{ES} \Delta t - Q_S \Delta t - Q_U \Delta t \quad (10)$$

Na Equação 11: $V_{t+\Delta t} - V_t$ é a diferença entre o volume no início dos meses $t+\Delta t$ e t ; $Q_{ES} \Delta t$ é volume de evaporação da estação seca no período Δt ; $Q_S \Delta t$ é volume que sangra no período Δt ; e $Q_U \Delta t$ é volume que é destinado aos usos múltiplos no período Δt .

Garantia hídrica e rendimento de barragem

A garantia hídrica representa a probabilidade de o reservatório prover sem restrições em um ano qualquer, volume anual regularizado (Campos, 2006). Concretamente, as taxas de garantia hídrica informam numa escala de 0 a 100%, quais são chances que um volume regularizado tem para atender, sem riscos ou falhas, as demandas de seus usuários (ARAÚJO *et. al.*, 2006). A taxa de garantia é calculada pela expressão:

$$G \approx \frac{N_{Sucessos} - 0,5}{N_{Eventos} + 0,5} \quad (11)$$

onde: $N_{Sucessos}$ é o número em que o fornecimento foi feito sem falhas; e $N_{Eventos}$ é o número de fornecimentos.

Volume regularizado é entendido como o volume programado para retirar anualmente do reservatório sempre que houver disponibilidade. Este volume está associado a uma determinada garantia hídrica. (CAMPOS, 2006).

O modelo VYELAS (Volume-Yield Elasticity – Araujo, 2006) é utilizado nesta pesquisa para simular vazões regularizáveis das barragens com diferentes garantias. O método

de simulações, em termos de balanço hidrológico da barragem é longo prazo (1000 anos), dado pela equação (Araújo, 2006) é igual à Equação 10.

$$V(m^3) \cong \alpha \cdot Y^3 \quad (12)$$

$$(13)$$

onde: V é o volume do reservatório; t é o tempo;.

Método de cálculo

Esta etapa consistiu em selecionar as alturas de referência, a partir das quais será calculado o parâmetro morfológico e estrutural do fundo da barragem ($\bar{\alpha}$). Nesta pesquisa, o parâmetro morfológico do reservatório ($\bar{\alpha}$) está definido nas equações (19) e (20) (Araújo, 2006):

$$V(h) \approx \bar{\alpha} h^3 \quad (14)$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum V_i}{\sum (h_i^3)} \quad (15)$$

onde $V(h)$ é volume da reserva quando a superfície do lago encontra-se na altura h; h é medido em relação ao ponto mais profundo da barragem, acima do nível mínimo (m), e i é subscrito que se refere nível discreto da água. Este parâmetro é calculado da seguinte forma:

- (1) somatório do volume e altura de água compreendidos entre o nível máximo e no nível mínimo de exploração da barragem (Tabela 9);
- (2) somatório de volume e altura compreendidos entre o nível mínimo de exploração e o nível zero;
- (3) somatório dos volumes por da altura.

O nível mínimo de exploração, a partir do qual a Barragem de Faveta entra em inatividade, corresponde ao volume armazenado de 38 mil m^3 e a altura de água alcançar 8,5

m. O nível mínimo de exploração da Barragem de Salineiro corresponde ao volume armazenado de 42 mil m³.

Neste nível, a altura de água no reservatório atingirá 7,2 m. O nível máximo de exploração, a partir do qual, a Barragem de Faveta começa a verter a água, correspondente ao volume armazenado de 0,706 hm³, quando a altura de atingir 27 m. Em Salineiro, porém, o nível máximo de exploração da barragem é alcançado quando o volume e altura de água chegar 719 mil m³ e 21,7 m respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9 - Altura e volume de água Barragem Faveta

Faveta			Salineiro		
h (m)	(hm ³)	Volume (10 ³ x m ³)	h(m)	(hm ³)	Volume (10 ³ x m ³)
30,50	28.372,63	980,00	23,20	12.487,17	850,00
28,50	23.149,13	815,00	21,70	10.218,31	719,00
27,00	19.683,00	706,00	21,20	9.528,13	676,00
26,50	18.609,63	669,00	19,20	7.077,89	525,00
24,50	14.706,13	541,00	17,20	5.088,45	396,00
22,50	11.390,63	429,00	15,20	3.511,81	290,00
20,50	8.615,13	333,00	13,20	2.299,97	205,00
18,50	6.331,63	254,00	11,20	1.404,93	135,00
16,50	4.492,13	189,00	9,20	778,69	80,00
14,50	3.048,63	136,00	7,20	373,25	42,00
12,50	1.953,13	94,00	5,20	140,61	17,00
10,50	1.157,63	62,00	3,20	32,77	4,00
8,50	614,13	38,00	1,20	1,73	0
6,50	274,63	23,00	0,2	0,008	0
4,50	91,13	12,00	0	0	0
2,50	15,63	4,00			
0,50	0,13	0			
0	0	0			

Fonte: Adaptado DGASP, 2010.

A Tabela 10 que se segue apresenta os procedimentos de cálculos anteriormente referidos, bem como o valor do parâmetro morfológico $\bar{\alpha}$, enquanto que a Tabela 11 resume os principais parâmetros do modelo VYELLAS que foram adotados nesta pesquisa.

Tabela 10 - Cálculo do parâmetro alfa (Barragem Faveta)

	Faveta		Salineiro	
Parâmetros	h^3	Volume ($10^3 \times m^3$)	h^3	Volume (10^3 $\times m^3$)
Σ Volume morto	995,63	73.400,00	548,36	63.000,00
Σ Volume exploração	90.983,25	3.486.400,00	39.908,17	3.026.000,00
	Faveta		Salineiro	
Σ Vol. Total exploração	91.978,88	3.559.800,00	40.456,53	3.089.000,00
α (Vol. morto)	73,72		114,89	
α (Vol. exploração)	38,32		76,35	
α (soma)	112,04		191,24	

Fonte: Pesquisa, 2015.

Tabela 11 - Parâmetros do modelo

Variáveis do modelo Faveta			Variáveis do modelo Salineiro	
Nomes	Unidade	Valor	Unidade	Valor
Área da bacia de drenagem	Km ²	7,9	Km ²	8,4
Precipitação média	mm	435,25	mm	461,22
Alfa (α)		112,4		119,24
Coefficiente escoamento		0,194*		0,194*
Evaporação	m/ano	1,574**	m/ano	1,574**
Volume anual escoado	hm ³ /ano	0,667	hm ³ /ano	0,697

Fonte: Adaptado e pesquisa, 2015. *Teixeira, 2011. ***Teixeira, 2011.

O modelo VYELAS calcula o balanço hidrológico anual, com base nas seguintes variáveis: vazão afluente média anual; coeficiente de variação de escoamento superficial afluente; coeficiente morfológico (alfa); evaporação no período seco; capacidade de armazenamento; volume mínimo volume operacional; volume de início de operação; valores mínimos e máximos de vazões regularizáveis; número de vazões regularizáveis; e numero de procedimentos estocásticos, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Dados de entrada do modelo VYELAS

Faveta			Salineiro		
Unidades	Valor		Unidades	Valor	
hm ³ /a	0.667	* escoamento médio *	hm ³ /a	0.697	
	0.397	* coeficiente de variação anual de escoamento *		0.397	
	112.04	* coeficiente morfológico de reservatório (alfa) *		191.2	
m/a	1.574	* evaporação no período seco	m/a	1.641	
hm ³	0.706	* capacidade máxima de armazenamento *	hm ³	0.719	
hm ³	0.038	* mínimo operacional volume *	hm ³	0.042	
hm ³	0.012	* volume inicial no primeiro ano *	hm ³	0.017	
N	1000		N	1000	
		* número de extrações *			

Faveta			Salineiro		
hm ³ /a	0.006	* garantia mínima *	hm ³ /a	0.697	
hm ³ /a	0.667	* garantia máxima *	hm ³ /a	0.00697	
N	10000	* número de simulações estocásticas *	N	10000	

Fonte: Pesquisa, 2015.

Segundo Araújo (2006), o processo estocástico consiste de geração de uma série sintética de vazões anuais afluentes. Para gerar as series de vazões sintéticas, o VYELAS usa o método de Monte Carlo, para reproduzir a média histórica e o coeficiente de variação de escoamento superficial anual.

Parametrização da demanda de água de barragem

Nesta pesquisa, assume-se que a água da barragem é alocada para a agricultura irrigada, consumo doméstico, pecuária e turismo, visando otimizar os benefícios líquidos. Esta suposição amplia o uso de água, além de daquele que é proposto pelo Governo de Cabo Verde, que prevê o uso da água, exclusivamente na irrigação de um total de 88 ha de terrenos agrícolas.

Função de distribuição de probabilidade/processos de Bernoulli

Naghattini e Portela (2011, p. 18) definem um modelo de distribuição de probabilidade como “uma forma matemática abstrata capaz de representar, de modo conciso,

as variações contidas numa amostra de variável aleatória”. Ainda, segundo estes autores, por prova de Bernoulli entende-se um evento aleatório em que somente duas possibilidades dicotômicas são possíveis: sim ou não, sucesso ou falha.

Por esta razão, salientam que os processos de Bernoulli têm aplicação em hidrologia para analisar e estimar a probabilidade de ocorrência de eventos tais como tempo de retorno. A taxa de risco que um volume aleatório tem de ser ou não igualado ou ultrapassado é dada por meio da expressão matemática. (JAIN E SINGH, 2003, p. 220).

$$P_{r,n} = nC_r P^r q^{n-r} = \frac{n!}{r!(n-r)!} p^r p^{r-n}$$

(16)

onde $P_{r,n}$ é a probabilidade de ocorrência de um evento aleatório ou exceder uma determinada magnitude; P probabilidade de excedência; r é o tempo em n sucessivos anos.

Cálculo de necessidades de água

O cálculo para determinar as necessidades de água de todos os setores usuários da barragem visa estabelecer os limites de vazão mínima e vazão máxima da barragem, e a partir destes limites, estabelecer vazão mínima operacional da barragem. Em seguida são apresentados os métodos de cálculo que foram usados para determinar o consumo de cada setor de usuários da barragem.

Cálculo do consumo de água de irrigação

Os cálculos para determinar a quantidade de água de irrigação foram feitos, em função de especificidades e requisitos de cada planta cultura agrícola. Um total de dez das culturas agrícolas foi selecionado, a partir do Plano Diretor de Horticultura de Cabo Verde (Cabo Verde, 2004). As culturas selecionadas são: beterraba; cebola; repolho; tomate; pimentão; abóbora; batata comum; alface; cenoura; e milho. O critério adotado foi maior rentabilidade. (CABO VERDE, 1999).

Inicialmente foi assumido que o cultivo e a irrigação são feitos numa área de 1 ha de extensão, que serviu para determinar o valor dos custos operacionais e receita bruta por

hectare de terreno plantado. Posteriormente, a área cultivada foi ampliada para 30 ha, compreendendo as localidades de Faveta e Achada Leitão; e para 58 ha, abrangendo Salineiro e Calabaceira. O cálculo das necessidades de água da planta é feito, seguindo o normativo técnico da FAO (1977) e seu valor dado pela expressão:

$$CWR_i = \sum_{t=0}^m (ET_{0t} * K_{ct}) \quad (17)$$

onde: CWR é necessidade de água para a planta no período i , em mm; ET_i é valor de evapotranspiração específica da planta, durante o período de crescimento; t é o intervalo de tempo em dias; m é o número dias de maturidade fisiológica da planta; ET_{0t} é evapotranspiração do local de referência (São Jorge dos Órgãos) do dia t em milímetros; e K_{cr} é igual ao coeficiente específico da planta, no período de tempo t , que é dado por FAO (1977).

Método de cálculo

Para calcular os requisitos de água da planta é necessário determinar o valor de evapotranspiração potencial do local de referência. Os valores de evapotranspiração potencial do local de referência foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde (INMG). A média mensal da série, entre 1981 e 2001 foi estimada em 23,37 mm.

Cabo Verde calcula a EVP pelo método padrão método Pennan-Monteith, (1965) pelo método Hargreaves & Samani (1985). Segundo Pereira *et. al.* (2007), este método superestima o valor de ETP. Por esta razão, os referidos autores recomendam o método de Hargreaves & Samani (1985), que foi desenvolvido especificamente para atender as especificidades climáticas do semiárido. A ETP é calculada pela seguinte equação (Hargreaves & Samani, 1985):

$$ETP = 0,0023Q_o (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T_{med} + 17,8) \quad (18)$$

onde: ETP é evapotranspiração potencial; T_{max} é temperatura máxima; T_{min} é a temperatura mínima; T_{Med} é a temperatura média; e Q_o é a irradiância solar extraterrestre, expressa em mm de evaporação equivalente. O valor de Q_o é obtido por meio da coordenada da latitude

Sul, da localização da área, e padronizado em tabelas específicas, conforme Camargo e Camargo (1985). A título de exemplo, faz-se cálculo da necessidade de água do tomate.

A Tabela 13 mostra os dados utilizados na Fórmula do método de Hargreaves & Samani (1985).

Tabela 13 - Cálculo de ETP

Parâmetro	Valor
Latitude da Estação de São Jorge	15,03° Sul
Temperatura média	22,33°C
Temperatura máxima	24,9°C
Temperatura mínima	19,3°C

Fonte: Pesquisa, 2014.

O valor da evapotranspiração potencial (ETP) foi estimado 3,342 mm., aproximadamente igual ao valor obtido pelo método Penman-Monteith (3,27 mm). Para a área, a ETP pode ser calculado por qualquer um dos métodos.

$$ETP = 0,0023 Q_0 (T_{max} - T_{min})^{0,5} (T_{med} + 17,8)$$

$$ETP = 0,0023 \times 15,3 \times (24,9 - 19,3)^{0,5} \times (23,33 + 17,8)$$

$$ETP = 3,342 \text{ mm}$$

A produção agrícola também depende do tempo de crescimento de planta, o qual depende da espécie, do clima, solo, entre outros fatores. A FAO determinou um conjunto de diretrizes para o cálculo de tempo de crescimento da planta. O coeficiente específico da planta (K_{cr}) é definido com base nos coeficientes estimados pela FAO. Neste trabalho é adotado o período de crescimento é 140 dias, referência da FAO. A Tabela 14 mostra o período de crescimento do tomate em dias, e o coeficiente de cada ciclo de planta.

Tabela 14 - Ciclo de crescimento do tomate (*Lycopersicum esculentum*) em dias

Espécies	Tempo total	Inicial	Desenvolvimento	Médio	Fim
Tomate	140	15	40	60	25

Coeficiente (Kc)	0,45	0,75	1,15	0,8
------------------	------	------	------	-----

Fonte: FAO, 1997.

O período de 140 dias inclui as fases de semeadura em berçário e replantação, crescimento, desenvolvimento e maturação. A Tabela 15 que se segue mostra essas fases e o número de dias. Por mera opção de praticidade, nos cálculos, é admitido que o ciclo do tomate se iniciou em primeiro de outubro⁸. Os 140 dias são distribuídos da forma como se mostra a seguir.

Tabela 15. Ciclo fases de crescimento do tomate.

Data plantação (01-10-2014)	De	Para
Fase inicial, 15	01 outubro	15 outubro
Fase desenvolvimento, 40	16 outubro	30 outubro
	01 novembro	25 novembro
Médio, 60	26 novembro	30 novembro
	01 dezembro	30 dezembro
Fim, 25	01 janeiro	26 janeiro
	25 janeiro	17 fevereiro

Fonte: Pesquisa, 2014.

O cálculo do K_{ct} mensal:

$$\begin{aligned}
 K_{ct} \text{ (outubro): } & \frac{15}{30} (0,45) + \frac{15}{30} (0,75) & = 0,6000 \text{ mm} \\
 K_{ct} \text{ (novembro): } & \frac{25}{30} (0,75) + \frac{4}{30} (1,15) & = 0,7783 \text{ mm} \\
 K_{ct} \text{ (dezembro): } & \frac{30}{30} (1,15) & = 1,5000 \text{ mm} \\
 K_{ct} \text{ (janeiro): } & \frac{26}{30} (1,15) + \frac{3}{30} (0,80) & = 1,0767 \text{ mm} \\
 K_{ct} \text{ (fevereiro): } & \frac{22}{30} (0,80) & = 0,5867 \text{ mm} \\
 \Sigma K_{ct} & & = 4,8167 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ETO na base diária:

$$\begin{aligned}
 CWR_i = ET_i & = \sum_{t=0}^m (ET_{0t} * K_{ct}) \text{ mm.} \\
 CWR_i \text{ (outubro)} & = 2,1300 \text{ mm} \\
 CWR_i \text{ (novembro)} & = 2,6696 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

⁸ Nas folhas Anexos são apresentados os cálculos.

CWR_i (dezembro) =	4,8750 mm
CWR_i (janeiro) =	3,4562 mm
CWR_i (fevereiro) =	2,0476 mm

ETO base mensal:

$$CWR_i = ET_i = \sum_{t=0}^m (ET_{0t} * K_{ct})$$

CWR_i (outubro) =	63,9000 mm
CWR_i (novembro) =	80,0871 mm
CWR_i (dezembro) =	146,2500 mm
CWR_i (janeiro) =	103,6862 mm
CWR_i (fevereiro) =	61,4275 mm

A quantidade de água necessária, para todo o ciclo de vida da planta, estimado em 140 dias, foi calculada em 455,25 mm. Isto gera um consumo de 4,55 m³ de água/hectare de terreno cultivado. Este procedimento foi repetido para as restantes nove culturas agrícolas, conforme suas próprias especificidades. A Tabela 16 que se segue mostra o valor das necessidades de água que foi calculado para cada uma das dez culturas agrícolas.

Tabela 16 - Necessidades de água de culturas agrícolas selecionada

Cultura	Nome	Valor(mm)	m ³ /ha
Beterraba	<i>Beta vulgaris</i>	496,05	4,91
Cebola	<i>Allium cepa</i>	470,04	4,70
Repolho	<i>Brassica oleracea</i>	346,65	3,47
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	455,25	4,55
Pimentão	<i>Capsicum annum L</i>	255,65	2,56
Batata inglesa	<i>Solanum Tuberosum.</i>	284,86	2,85
Cenoura	<i>Daucus carota</i>	283,68	2,84
Abóbora	<i>Curcubita pepo</i>	294,5	2,95
Alface	<i>Lactuca sativa</i>	494,35	4,94
Milho	<i>Zea mays</i>	224,15	2,24

Fonte: Pesquisa, 2014.

Cálculo do consumo de água nas famílias

O cálculo do valor do consumo doméstico de água, nas três localidades do entorno das duas barragens que não são atendidos por nenhum sistema de abastecimento de água

potável, foi feito a partir das seguintes premissas: o consumo de água nestas localidades é condicionado por acesso dificultado às fontes alternativas nas ribeiras, nascentes e poços; as pessoas não pagam diretamente uma tarifa, mas consentem custo de oportunidade para obter a água que é consumida em suas residências pode ser elevado.

Método de cálculo

O valor de consumo doméstico de água é determinado em função do consumo atual, por famílias que não têm acesso aos sistemas formais de abastecimento de água potável. Estes moradores percorrem trajetos de ida e volta entre suas residências e as fontes de água, carregando vasilhames. O consumo é o número de vezes, pelo volume transportado que é dado pela expressão.

$$Q(m)^3 = N_{vi} \times V \times F \times 365 \quad (19)$$

onde: $Q(m)^3$ é o valor do consumo projetado de toda a localidade; N_{vi} é número de voltas por família; V é capacidade do recipiente usado no transporte de água (em litros); F é número de famílias; 365 é o número de dias de consumo no ano. Por este método, o valor do consumo diário das famílias, é encontrado, multiplicando-se o número de voltas/família/dia pelo o volume do recipiente usado no transporte de água entre a fonte e suas residências.

Entretanto, o volume de água de consumidores domésticos no semiárido pode apresentar variações importantes. Estas variações têm impactos na estrutura de custos totais de água e na estrutura de valor dos benefícios que são criados por bens e serviços da água. Os moradores que não têm acesso aos sistemas formais de abastecimento de água potável disputam as fontes existentes com outros usuários da irrigação e da pecuária. Durante a estação chuvosa, novas fontes temporárias de água podem surgir.

Por causa da umidade do ar, a demanda de irrigação é reduzida e pode ocorrer aumento na demanda de consumidores domésticos. Durante a estiagem, quando as fontes

temporárias são esgotadas, a demanda de moradores é reduzida, porque são forçados a fazer percursos mais longos e transportar menor quantidade água.

Consumo de água na pecuária

Segundo Vieira (2005), a demanda de água na pecuária é calculada por meio do ‘método BEDA’ desenvolvido por Engecorp (1998) e amplamente empregado no Brasil. BEDA é a sigla para Bovinos Equivalentes para Demanda de Água, que é medido em litros/dia. Este método empírico relaciona as necessidades de água de todos os animais em relação às necessidades de água do gado bovino. A demanda total é dada pela seguinte fórmula:

$$BEDA = \sum_{i=1}^n f_i P_i \quad (20)$$

onde: f_i é a taxa de consumo de água do animal; P_i é o número de cabeças por espécie de animal. Para operacionalizar a fórmula, faz-se necessário selecionar os animais de interesse para o cálculo da demanda de água:

$$bov + equ + asi + \frac{cap}{5} + \frac{ovi}{5} + \frac{sui}{4} \quad (21)$$

onde: *bov*, é o número de bovinos; *equ*, é o número de equinos; *asi*, é igual o número de asininos; *capri*, é o número de caprinos; *ovi* é o número de ovinos; e, *sui* é o número de suínos.

O volume global de consumo, constituído por demanda de irrigação; consumo doméstico; e pecuária constituem a variável independente (Q_U), na equação do balanço hidrológico proposto por Campos (1996).

Determinação do parâmetro erosividade da chuva

O cálculo do parâmetro de erosividade da chuva objetiva avaliar os impactos da entrada e acumulação de solo no leito da barragem. O índice de erosividade hídrica pode ser

utilizado como um indicador de desempenho físico e econômico da barragem. Como indicador físico, ele avalia o perfil morfológico do fundo da barragem, sendo este um indicador de capacidade de armazenamento da barragem. (ARAÚJO et al, 2006).

Como indicador de desempenho econômico, o índice de erosividade pode indicar alterações na estrutura de custos fixos da barragem, nomeadamente, o custo de operação e manutenção da barragem. Estes custos podem ser determinantes na definição de tarifas de uso de água, por um lado. Por outro lado, reduções de capacidade de armazenamento podem implicar na redução da disponibilidade em quantidade e qualidade recomendadas para cada setor usuário.

A perda de produtividade de solo, deterioração da qualidade de água, por acumulação de componentes de produtos químicos e defensivos agrícolas constituiu outra preocupação. Nesta pesquisa, segundo Beltrame (1994) o valor de erosividade hídrica é obtido por meio da seguinte equação de Bertoni e Moldenhauer (1980) citado por BELTRAME (1994):

$$E = 67,355 \times (p^2/P)^{0,85} \quad (22)$$

onde: E é média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h); r é precipitação média mensal (mm); e P é precipitação média anual (mm).

O valor da área que será adotada no cálculo de erosividade hídrica, corresponde à porção do polígono da área de influência da bacia de drenagem, na área total da bacia hidrográfica. As informações sobre a precipitação, na área de drenagem, também correspondem às mesmas que foram adotadas na projeção da barragem. (CABO VERDE, 2011).

4.4.1.1 Garantia hídrica e balanço hidrológico

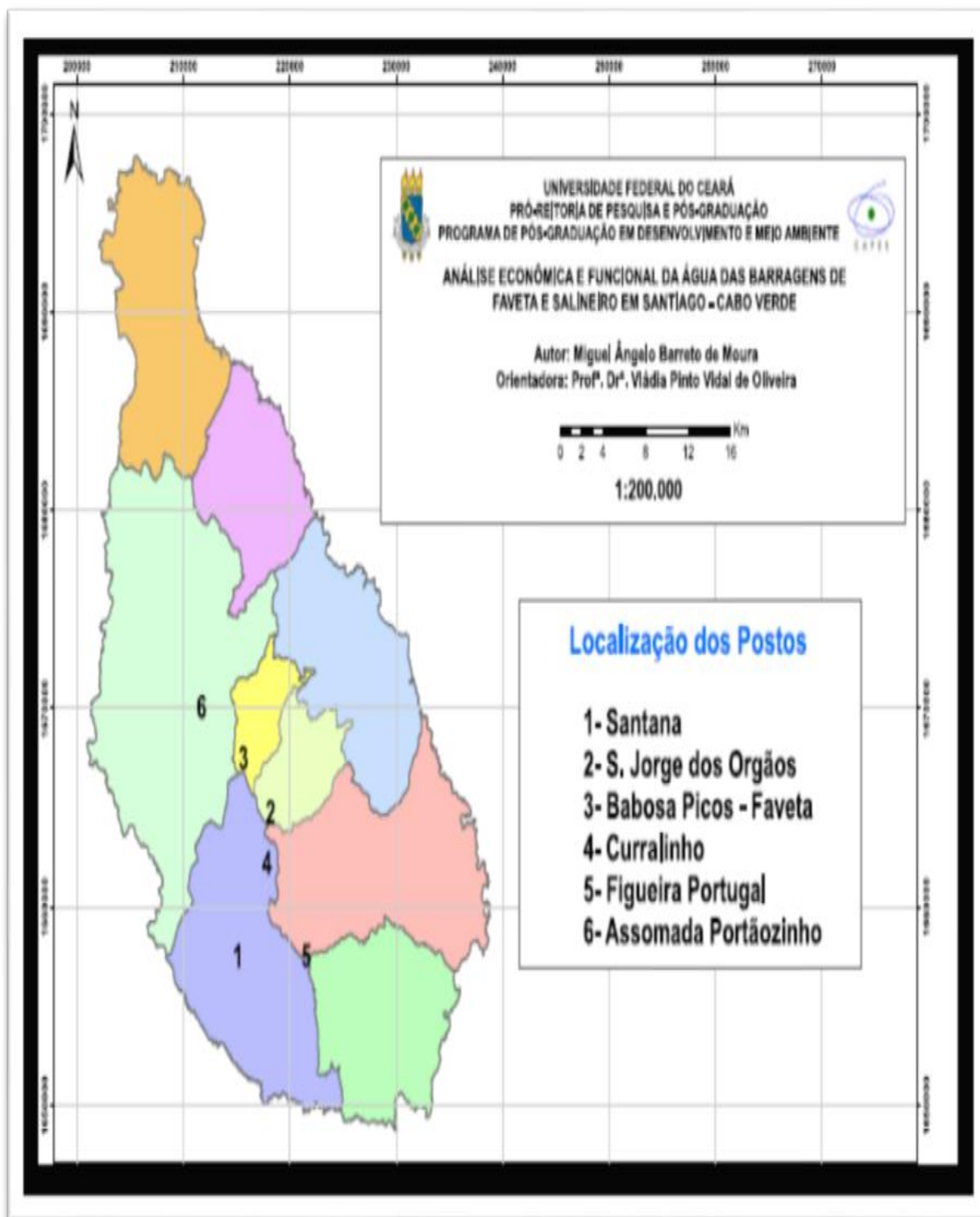
Seguindo a abordagem proposta por Campos (1996) este componente do método foi adotado nesta pesquisa para determinar e calcular o balanço hidrológico do reservatório. Simultaneamente, este componente quantificou os níveis de riscos ou de possíveis falhas no fornecimento, a partir dos rendimentos calculados. O método e o modelo hidrológico, bem como sua respectiva interface computacional, foram desenvolvidos por Araújo et al (2006). Os principais resultados que foram obtidos são apresentados e discutidos a seguir.

Barragem de Salineiro

A Figura 9 mostra a localização de estações pluviométricas, cujos registros foram utilizados nesta pesquisa, e também constam de Memória Descritiva da Obra (CABO VERDE, 2011). De acordo com Cabo Verde (2011), os dados de precipitação que foram adotados na projeção da Barragem de Salineiro foram registrados nas estações pluviométricas de Curralinho (4) e Figueira Portugal (5).

Os dados referentes à estação de Figueira Portugal não foram localizados no âmbito desta pesquisa. Como alternativa, foram analisados dados de precipitação mensal e anual da estação de Santana (1). Entretanto, esses dados se mostram incoerentes. Por isso foram descartados desta análise. A estação de Curralinho fornece dados mensais e anuais de uma série 53 anos, por esta razão, seus registros foram adotados nas simulações.

Figura 9 - Localização de estações pluviométricas



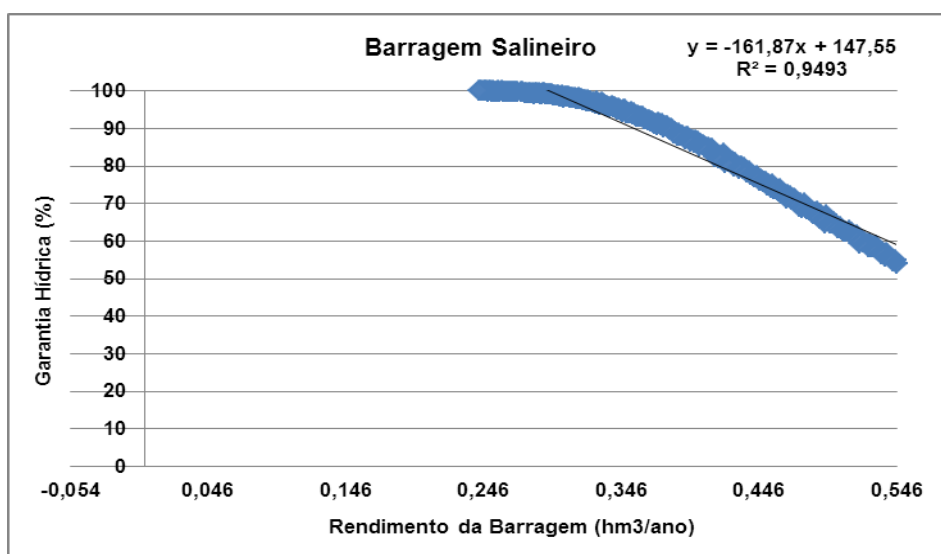
Fonte: Pesquisa, 2013.

A Figura 10 apresenta a relação entre o rendimento e taxas de garantias hídricas da Barragem de Salineiro. A correlação entre o rendimento da barragem (volume de armazenado) e as taxas de garantia hídrica é validada por meio de R^2 elevado (0,9493). O rendimento da barragem é inversamente proporcional à garantia hídrica. Segundo Campos (2006), isto não significa que os riscos de não se obter a vazão regularizada aumenta com o acréscimo do nível de garantias da barragem.

Entretanto, esta relação pode ter algumas implicações nos custos e benefícios da barragem. Tem relação aos custos, porque quanto menor o volume extraído, maior o peso dos custos fixos na estrutura econômica de sistemas hídricos (Hanemann, 2005). Em relação aos benefícios, se o aumento em retirada for acompanhado pela redução na taxa de garantias hídrica, o aumento de riscos de desabastecimento sugere a tendência para diminuição de benefícios.

O rendimento máximo possível da barragem (0,5460 hm³/ano) corresponde à menor taxa de garantia hídrica (52,9%). As simulações indicaram que, teoricamente, o rendimento que foi apurado seria suficiente para atender a demanda de irrigação, estimada em 0,5147 hm³/ano, para cultivar 58 ha de terrenos agrícolas, distribuídos entre Salineiro e Calabaceira. Entretanto, na prática, se este fornecimento foi efetivado, este seria feito em condições de elevado grau incerteza e riscos de desabastecimento. Geralmente, no contexto de semiárido, os especialistas recomendam a taxa de garantia hídrica mínima não seja inferior a 90% na irrigação.

Figura 10 - Garantia hídrica em função rendimento (Barragem Salineiro)



Fonte: Pesquisa, 2015.

A demanda de consumo doméstico, que não foi incluído pelo Governo entre os objetivos, mas que foi considerado na presente pesquisa, foi estimada em 0,180 m³/família/dia, ou seja, 0,00460 hm³/ano. A demanda do setor pecuário também foi estimada em 0,00005 hm³/ano. A demanda do turismo foi adotada, a partir de dados de consumo, classificados como “não residenciais”, informados pelos serviços de água do Município de Ribeira Grande, referentes ao ano de 2013.

Computadas todas as demandas associadas à Barragem de Salineiro, estas foram confrontadas com o rendimento da barragem e com as taxas de garantias associadas. O maior rendimento possível que atende a dois critérios de entrega, previamente estabelecidos (garantir fornecimento com 100% de garantia no consumo doméstico; garantir 90% de garantia nas outras demandas) é 0,3790 hm³/ano, em mil anos. Este rendimento tem a garantia hídrica de 90,6%.

Este valor de rendimento associado a uma taxa de garantia hídrica 90,6% permite irrigar uma área de cultivo 42,7 ha, em condições de relativa segurança, quanto aos riscos. Deste modo é possível atender a totalidade de demanda do consumo doméstico, que é prioridade (0,0046 hm³/ano). As demais demandas serão distribuídas, conforme as disponibilidades, como são mostradas a seguir.

$$Q_{(\text{Total})} = Q_{(\text{agricultura})} + Q_{(\text{doméstico})} + G_{(\text{pecuária})} + G_{(\text{indústria})} + \dots$$

$$Q_{(\text{agri})} = 0,0,3594 \text{ hm}^3/\text{ano};$$

$$Q_{(\text{dom})} = 0,0046/0,0130 \text{ hm}^3/\text{ano};$$

$$Q_{(\text{tur})} = 0,0150 \text{ hm}^3/\text{ano};$$

$$Q_{(\text{pec})} = 0,00005 \text{ hm}^3/\text{ano}.$$

$$\text{Total} = 0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

$$Q_{2(\text{agric.})} = Q_{(\text{dom})} + Q_{(\text{pec})} + Q_{(\text{tur})} + \delta_2 = 0,0197 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

$$Q_{(\text{pec})} + Q_{(\text{tur})} = Q_2 - Q_{(\text{dom})} + \delta_2 = 0,0197 \text{ hm}^3/\text{ano} - 0,0046 = 0,0151 - \delta_2$$

$$Q_3 = Q_{(\text{dom})} + Q_{(\text{tur})} + Q_{(\text{pec})} + Q_{(\text{agri})} + \delta_2 + \delta_3 = 0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

$\delta \pm 0$ em que (δ) mede o efeito das retiradas de alta garantia sobre as vazões de menor garantia.

$$Q_{(\text{agri})} = Q_3 - Q_2 = 0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano} - 0,0197 \text{ hm}^3/\text{ano} = 0,3593 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

Uma vez assegurada a disponibilidade de 0,3790 hm³/ano, com taxa de garantia hídrica assegurada de 90,6%, a decisão a alocação de água, entre cada setor usuário é feita

como apresentado na Tabela 17, em que a demanda do consumo doméstico poderá ser atendida, com 100% de garantia, respeitando os atuais padrões demanda. Esta demanda é reprimida, por causa de elevados custos econômicos e sociais consentidos por famílias ($0,0046\text{hm}^3/\text{família}/\text{ano}$); ou atendimento de demanda de $0503\text{ hm}^3/\text{anos}$, com 95% de garantia hídrica.

Este valor de demanda foi calculado em função dos objetivos do Governo de Cabo Verde, previstos para 2010, que previam uma dotação mínima de 100 litros de água/pessoa/dia. Ao setor de agricultura irrigada, ao invés dos $0,5147\text{ hm}^3/\text{ano}$, inicialmente previstos para irrigar 58 ha de terrenos agrícolas, poderá ser-lhe atribuído, com 100% de garantia hídrica um volume de $0,3593\text{ hm}^3/\text{ano}$; ou alternativamente, $0,3287\text{ hm}^3/\text{ano}$, com 90% de garantia hídrica. Note-se que, estes dois padrões de alocação são perfeitamente compatíveis com as outras demandas de pecuária e turismo.

Tabela 17 - Exemplo de “outorgas” de água Barragem Salineiro (90,6%)

Dotações	Q_{100%}	Q_{95%}	C (demanda)
C (doméstico)	$0,0046\text{ hm}^3/\text{ano}^a$	$0,0503\text{ hm}^3/\text{ano}$	$0,05490\text{ hm}^3/\text{ano}$
C (agricultura)	$0,3593\text{ hm}^3/\text{ano}$	$0,3287\text{ hm}^3/\text{ano}$	$0,6880\text{ hm}^3/\text{ano}$
C (turismo)	$0,0150\text{ hm}^3/\text{ano}$		$0,0150\text{ hm}^3/\text{ano}$
C (pecuária)	$0,00005\text{ hm}^3/\text{ano}$		$0,00005\text{ hm}^3/\text{ano}$
Q (Total)	$0,3790\text{ hm}^3/\text{ano}$	$0,3790\text{ hm}^3/\text{ano}$	$0,7580\text{ hm}^3/\text{ano}$

Fonte: Pesquisa, 2015. ^a abastecimento feito a partir de levadas, nascentes e poços, fazendo um percurso de 3 horas/dia ($0,18\text{ m}^3/\text{família}/\text{dia}$). ^b abastecimento de água potável, com ligação à rede pública ($0,51\text{ m}^3/\text{família}/\text{dia}$).

Concluiu-se que a demanda de $0,7580\text{ hm}^3/\text{ano}$ (coluna C) é quase dobro quantidade que pode ser ofertada por esta barragem em condições de segurança hídrica. Logo, este valor não é atendido. São necessários ajustes para que a água disponível seja ofertada obedecendo aos seguintes critérios gerais:

Cenário A:

- a) atender todas as necessidades de consumidores domésticos com 100% de garantia;
- b) atender 40,5% das necessidades de irrigação com 100% de garantias;
- c) atender todas as necessidades da pecuária, com 100% de garantias; e
- d) atender todas as necessidades do setor do turismo, com 100%.

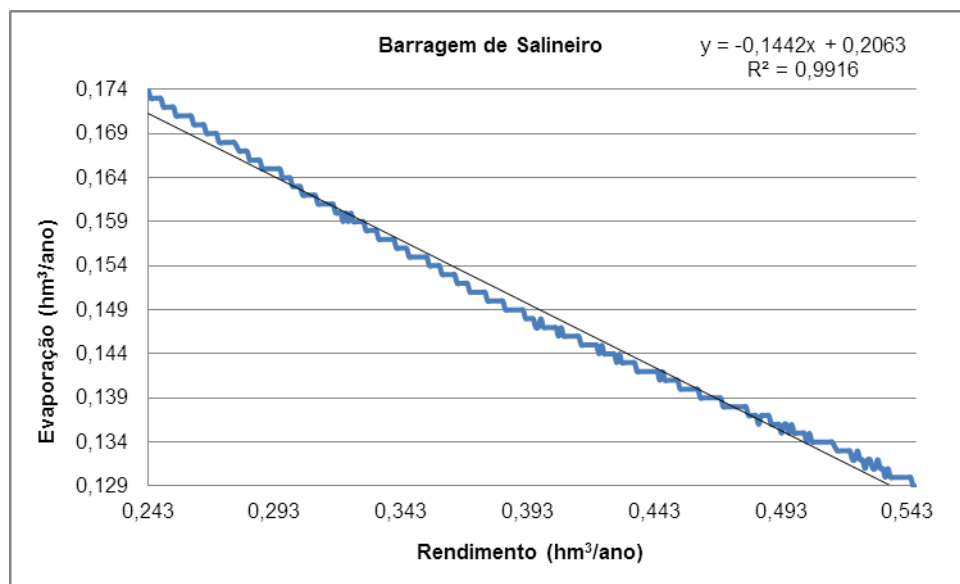
Cenário B:

- a) atender no presente, a demanda futura dos consumidores domésticos, com 95% de garantias; e
- b) atender 40,4% das demandas do setor agrícola.

O gráfico da Figura 11 compara o rendimento da barragem com a evaporação. A curva mostra que menores rendimentos da barragem correspondem a maiores volumes evaporados. Quando a evaporação atinge seu ponto máximo na curva, o rendimento atinge seu ponto mínimo na curva que é $0,243 \text{ hm}^3/\text{ano}$.

A Figura 11 retrata o rendimento (eixo das abcissas) e a evaporação na Barragem de Salineiro. Segundo a mesma figura, para maiores níveis maiores de corresponde a valores menores de evaporação de água na barragem. Ao maior valor de evaporação ($0,174 \text{ hm}^3/\text{ano}$) corresponde ao menor volume de rendimento na barragem, isto é ($0,243 \text{ hm}^3/\text{ano}$), em mil anos.

Figura 11 - Barragem de Salineiro. Rendimento em função de evaporação



Fonte: Pesquisa, 2015.

Probabilidade de excedência

A probabilidade de uma determinada vazão regularizável igual ou superar seus limites fixados é indicado por meio de probabilidade de excedência. (ALI, 2010). Nesta pesquisa, os resultados de simulações mostraram que o rendimento da Barragem de Salineiro,

nas condições pesquisadas, ficou abaixo das necessidades de seus potenciais usuários. Estas simulações evidenciaram que o valor de rendimento desta barragem que maximiza os benefícios líquidos esperados é $0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano}$, para uma taxa de garantia hídrica no patamar máximo de 90,6%.

Por analogia ao tempo de retorno, nesta pesquisa procurou-se determinar, em termos percentuais, considerando 1000 anos de simulações, qual é a probabilidade de o rendimento que máxima os benefícios ($0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano}$) ser igualado ou ultrapassado, na Barragem de Salineiro. Este procedimento de análise na previsão de riscos quanto ao fornecimento de água de barragens ao nível do semiárido representa mais uma ferramenta de gestão de recursos hídricos em ambientes de restrições e competição por uso de água de barragem.

A Equação 2 é utilizada para determinar de probabilidade ocorrência ou não de um evento igual ou superior a $0,3790 \text{ hm}^3/\text{anos}$, em pelo menos:

Estes cálculos auxiliares mostraram que a probabilidade de um evento que produza um rendimento igual ou superior $0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano}$ ocorrer, pelo menos uma vez em 5, em 1000 anos de simulações é apenas de 0,498%. Em 10 anos, 0,991%; 4,8% em 50 anos, e 9,056 é a probabilidade em 100 anos. A Tabela 18 reproduz os mesmos cálculos, usando os procedimentos, mas os dados das cheias (escoamento superficial) da empresa consultora que elaborou os projetos de obra desta barragem e que constam da Memória Descritiva da barragem. (CABO VERDE, 2011).

Tabela 18 - Tempo de retorno/vazão/volume das cheias/ probabilidade (Barragem de Salineiro)

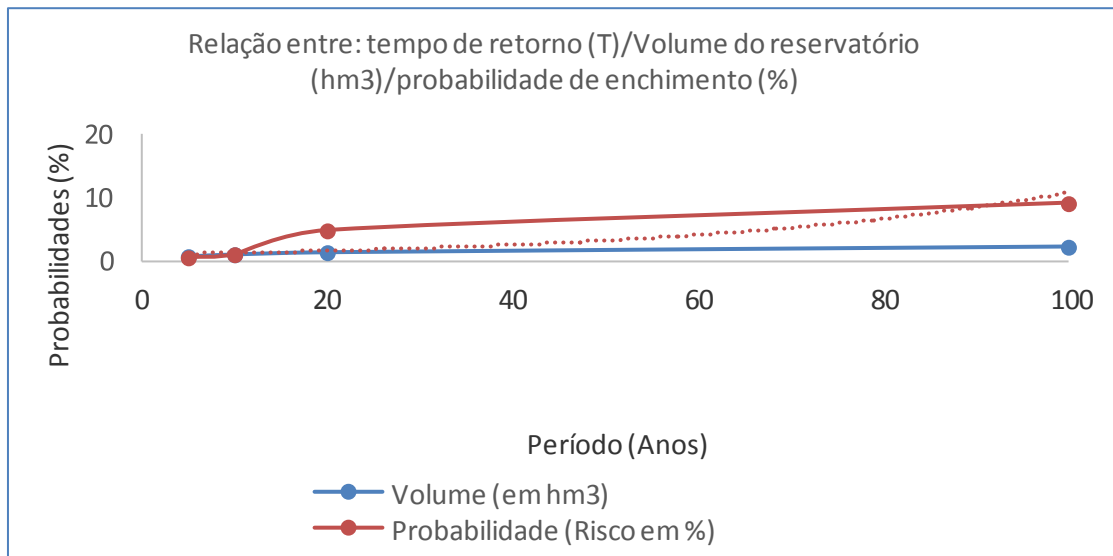
Tempo de retorno (T, em anos)	Volume (em hm^3)	Nº Vezes	Probabilidade (Risco em %)
5	0,6778	1/5 anos	0,498
10	0,9848	1/10 anos	0,991
50	1,3148	1/50 anos	4,76
100	2,1746	1/100 anos	9,056

Fonte: Pesquisa, 2015.

Representando os valores da Tabela 18 num gráfico obtém-se a Figura 12 que procura evidenciar uma possível relação entre o tempo de retorno (T) em anos, com o

volume regularizado expectável (hm^3/ano) e a probabilidade e/ou o risco associado a cada evento (%) na Barragem de Salineiro. A probabilidade de esta barragem encher uma vez em 5, 10, 50 e 100 anos respectivamente.

Figura 12 – Relação entre o tempo de retorno com volume e probabilidade (Barragem Faveta)

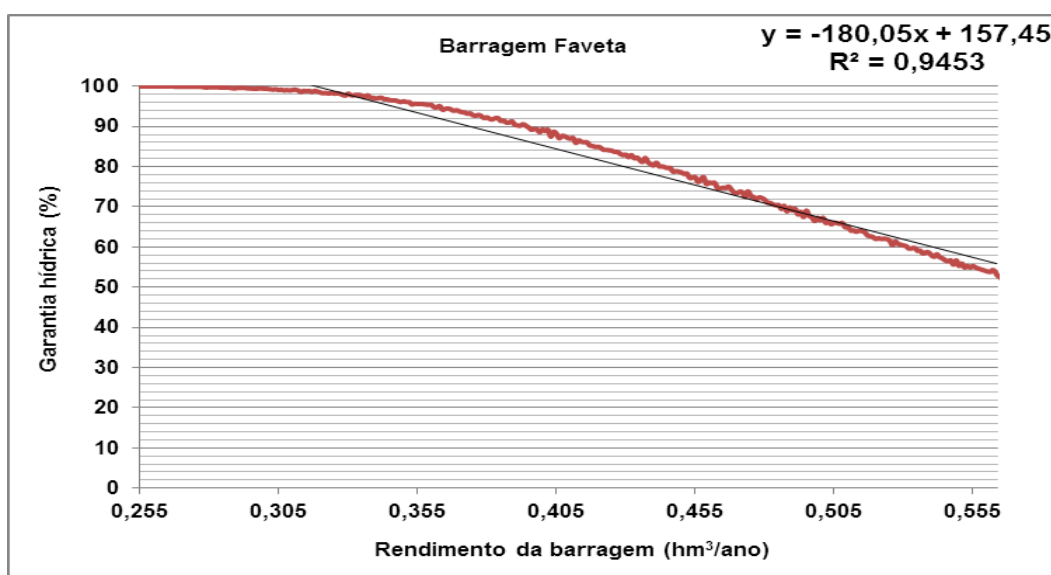


Fonte: Pesquisa, 2015.

Barragem de Faveta

Os dados de precipitação que foram utilizados compreendem um período de 53 anos e foram registradas nas estações pluviométricas de São Jorge (2); Babosa Picos (3); Curralinho (4); e Assomada (6) da Figura 8. A Figura 13 mostra o resultado de simulações do balanço hidrológico na Barragem de Faveta. Neste gráfico são apresentadas as garantias hídricas em (%) em função do rendimento desta barragem.

Figura 13 - Garantias hídricas versus rendimento (Barragem Faveta)



Fonte: Pesquisa, 2015.

A Barragem de Faveta foi projetada para fornecer água suficiente para irrigar 30 ha de terrenos agrícolas, repartidos entre Faveta e Achada Leitão, no Município de São Salvador do Mundo. A demanda de água de irrigação de dez culturas agrícolas foi calculada e seu valor de 0,2662 hm³/ano de água para irrigar os 30 ha de terrenos previstos. O consumo familiar foi calculado em obediência aos mesmos princípios que foram usados em relação à Calabaceira.

Atualmente, e de acordo dados provisórios do Censo, Cabo Verde (2010), as 270 famílias consomem 0,18 m³ de água/dia (0,1774 hm³ de água/ano); se a demanda doméstica convergir para as metas do Governo (100 litros de água /pessoa/dia), o consumo doméstico nas duas localidades (Faveta e Achada Leitão) será de 0,510 m³ de água /família/dia, ou seja, 0,05026 m³ água/ano. No turismo e na pecuária os dados de consumo foram os mesmos valores de Salineiro e Calabaceira, no intuito apenas de operacional um esquema de entrega de água.

Para uma dada taxa de garantia total (GT) a quantidade de água necessária para atender as demandas de seus usuários está distribuída da seguinte forma:

$$(Q_{\text{Total}}) = Q(\text{agricultura}) + Q(\text{doméstico}) + G(\text{pecuária}) + G(\text{indústria}) + \dots$$

$$Q(\text{agri}) = 0,2662 \text{ hm}^3/\text{ano};$$

$$Q(\text{dom}) = 0,01774 \text{ hm}^3/\text{ano} (0,05026 \text{ hm}^3/\text{ano})$$

$$Q_{(\text{turismo})} = 0,0150 \text{ hm}^3/\text{ano};$$

$$Q_{(\text{pec})} = 0,00005 \text{ hm}^3/\text{ano}.$$

$$\text{Total} = 0,2990 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

A quantidade de água destinada para irrigação (Q_2) é o somatório das demandas de consumo doméstico; pecuária; e turismo. A este valor é acrescentado $\delta \pm 0$ em que (δ) mede o efeito das retiradas de alta garantia sobre as vazões de menor garantia.

Quantidade destinada à pecuária e turismo é igual à quantidade Q_2 mais o consumo das famílias mais o efeito de retirada de Q_2 para consumo doméstico de prioridade máxima. A quantidade de água destinada à irrigação Q_3 é somatório de todas as retiradas mais os efeitos de retirada entre os níveis de primeiro nível para o segundo nível.

$$Q_{2(\text{agric.})} = Q_{(\text{dom})} + Q_{(\text{pec})} + Q_{(\text{tur})} + \delta_2 = 0,03275 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

$$Q_{(\text{pec})} + Q_{(\text{tur})} = Q_2 - Q_{(\text{dom})} + \delta_2 = 0,03275 \text{ hm}^3/\text{ano} - 0,0177 = 0,01505 - \delta_2$$

$$Q_{3(\text{agri})} = Q_{(\text{dom})} + Q_{(\text{tur})} + Q_{(\text{pec})} + Q_{(\text{agri})} + \delta_2 + \delta_3 = 0,2989 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

$$\delta \pm 0$$

$$Q_{(\text{agri})} = Q_3 - Q_2 = 0,2989 \text{ hm}^3/\text{ano} - 0,03275 \text{ hm}^3/\text{ano} = 0,2662 \text{ hm}^3/\text{ano}$$

De acordo com o resultado de simulações feitas por VYELAS (Araújo, 2006), ao máximo rendimento da barragem ($0,564 \text{ hm}^3/\text{ano}$), corresponde à menor taxa de garantia hídrica (52,8%) prevista em 1000 anos. Isto significa que, de toda a água na barragem, que aparentemente está disponível para os diversos usos, na prática, só uma fração deste volume estará acessível, para múltiplos usos, em condições de segurança, quanto à ausência de riscos no fornecimento.

A curva da Figura 11 mostra que a demanda global de todos os potenciais usuários da Barragem de Faveta poderá ser atendida com segurança quando o rendimento varia entre $0,394 \text{ hm}^3/\text{anos}$ (90,2%) e $0,277 \text{ hm}^3/\text{ano}$ (99,9%). Se um esquema de entrega de água da barragem é concebido para atender as demandas de todos os usuários todos os requisitos de segurança estarão sendo respeitados.

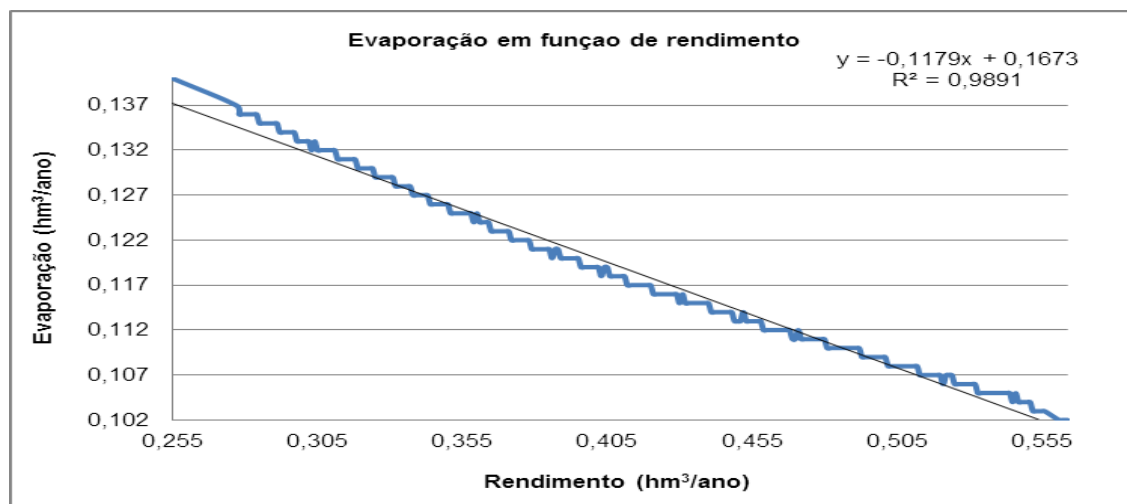
Tabela 19 - Exemplo do que seria “outorga” de água Barragem Faveta (99,5%)

Dotações possíveis	Q _{100%}	Q _{95%}	Q _{90%}	C (demanda)
C (doméstico)	0,0177 hm ³ /ano ^a	0,0503 hm ³ /ano ^b	-	0,05207 hm ³ /ano
C (agricultura)	0,2662 hm ³ /ano	0,2529 hm ³ /ano	0,2130 hm ³ /ano	0,7320 hm ³ /ano
C (turismo)	0,0150 hm ³ /ano	0,0143 hm ³ /ano	0,0120 hm ³ /ano	0,0413 hm ³ /ano
C (pecuária)	0,0005 hm ³ /ano	0,00005 hm ³ /ano	0,00005 hm ³ /ano	0,00015 hm ³ /ano
Q (Total)	0,2990 hm ³ /ano	0,31755 hm ³ /ano	0,2250 hm ³ /ano	0,82539 hm ³ /ano

Fonte: Pesquisa, 2015. ^a abastecimento feito a partir de levadas, nascentes e poços, fazendo um percurso de 3 horas/dia (0,18 m³/família/dia); ^b abastecimento de água potável, com ligação à rede pública (0,51 m³/família/dia).

O gráfico da Figura 14, que se segue apresenta a correlação entre as garantias (%) e retiradas.

Figura 14 - Evaporação em função de evaporação (Barragem Faveta)

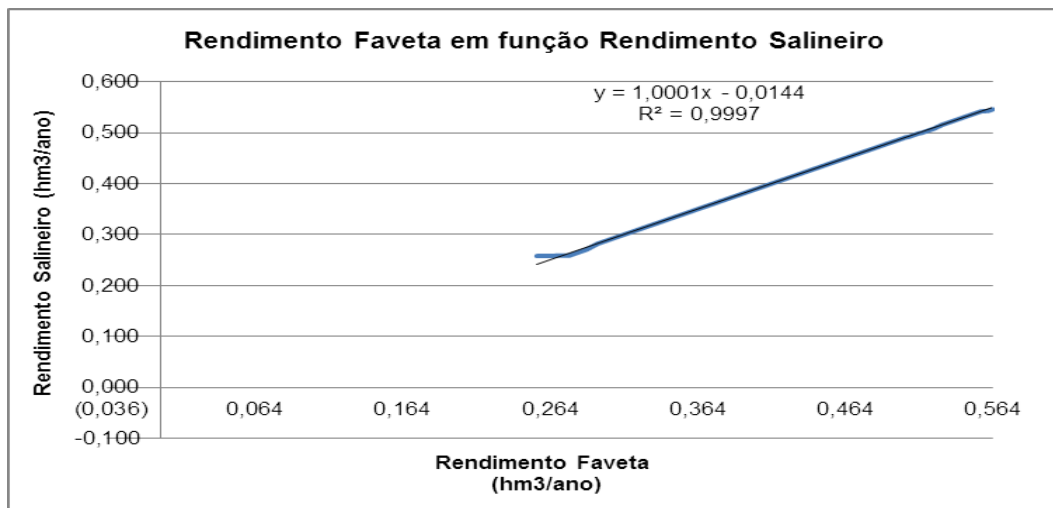


Fonte: Pesquisa, 2015.

A curva da Figura 15 mostra a tendência de redução de evaporação com aumento no rendimento da barragem. Ao volume máximo de evaporação (0,137 hm³/ano) corresponde o menor valor de rendimento da barragem 0,255 hm³/ano em 1.000 anos.

Comparando o desempenho das duas barragens, quanto ao critério rendimento, as simulações revelaram: em Faveta, o rendimento máximo esperado em 1000 anos é 0,564 hm³/ano; em Salineiro, o rendimento máximo é de 0,546 hm³/ano, 3,19% menos em Salineiro que em Faveta; por garantia hídrica, Faveta oferece uma garantia mínima 52,8% e Salineiro 53,9%, mas para um nível de rendimento menor em Salineiro. A evaporação na Barragem de Faveta varia entre 0,102 hm³/ano e 0,140 hm³/ano; em Salineiro entre 0,129 hm³/ano e 0,174 hm³/ano (24,3%).

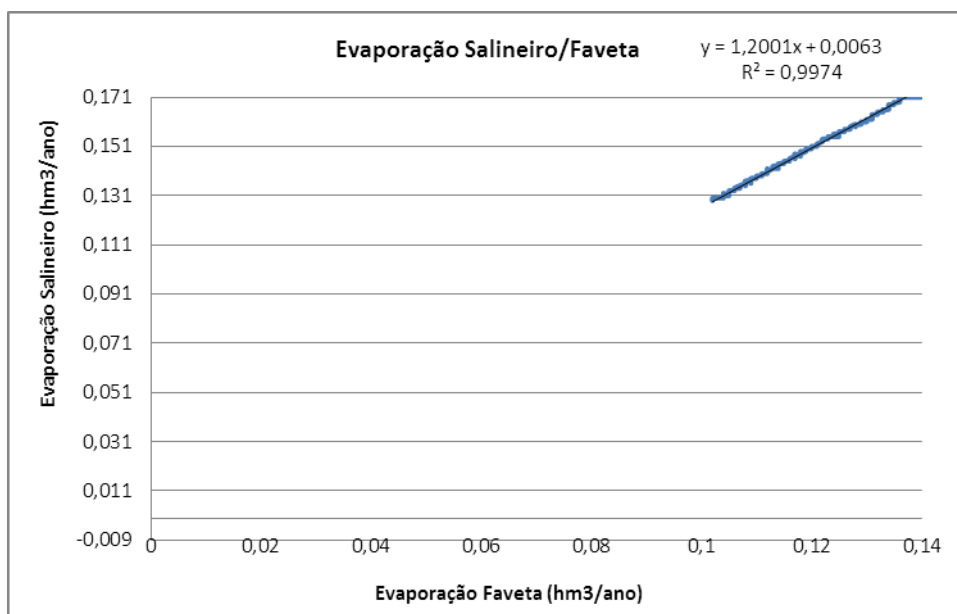
Figura 15 - Comparação rendimentos (Barragem Faveta/Barragem Salineiro)



Fonte: Pesquisa, 2015.

A Figura 16 compara os níveis de evaporação nas duas barragens. A evaporação na Barragem de Faveta é menos intensa que na Barragem de Salineiro. Quando na Barragem de Faveta a evaporação alcança 0,1 hm³/ano em mil anos, na Barragem de Salineiro, o valor de evaporação corresponde é 0,131 hm³/ano em 1.000 anos.

Figura 16 - Comparação evaporação (Barragem Faveta/Barragem Salineiro)



Fonte: Pesquisa, 2015.

Erosividade hídrica nas bacias hidrográficas

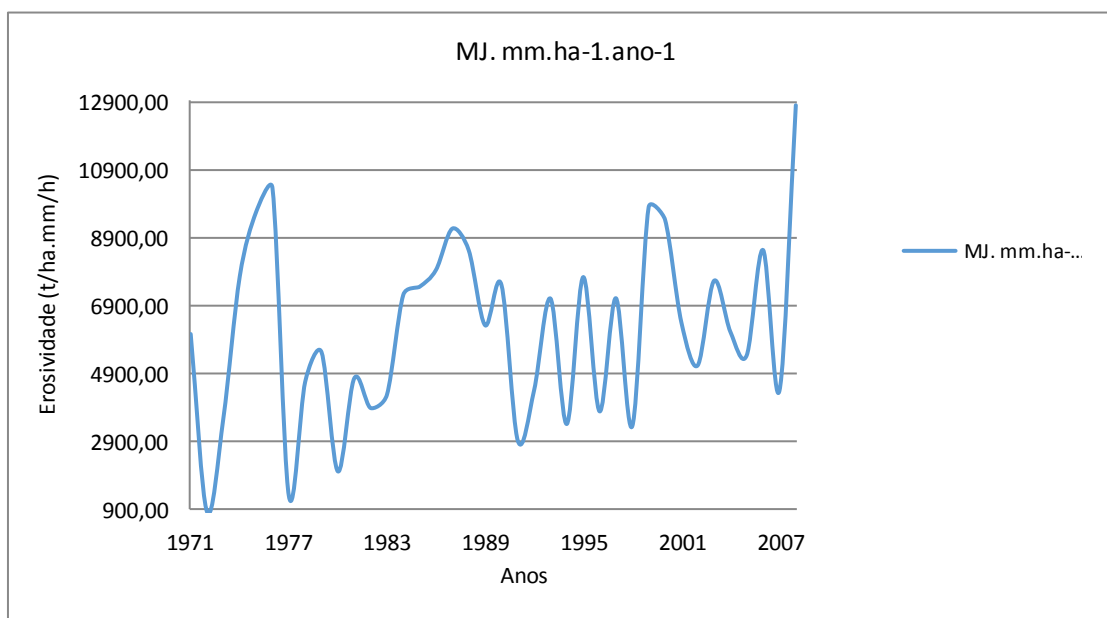
Nesta pesquisa, os cálculos para determinar a erosividade hídrica têm como objetivo obter dados que permitem avaliar de possíveis impactos indiretos deste fenômeno na disponibilidade de água nas duas barragens. Nesses cálculos foram utilizados dados de registros mensais e anuais de chuva nas estações mais próximas possível do ponto da localização das barragens de Salineiro e Faveta respectivamente. A fonte de dados é o Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde e a série compreende o período entre 1971 e 2008, perfazendo um total de 37 anos. Seguidamente são discutidos os resultados da erosividade hídrica na Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago e Bacia Hidrográfica de Ribeira dos Picos.

Curralinho é uma estação pluviométrica que foi adotada pelos técnicos da empresa que fez os estudos iniciais da Barragem de Faveta e da Barragem de Salineiro na Ribeira Grande de Santiago. A área de influência desta estação pluviométrica que foi adotada nesta pesquisa em relação às duas bacias hidrográficas é de 4,29 Km² em relação à Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande, equivalentes a 0,513 % da área total desta bacia; 0,47 Km², equivalente a 0,059% da área da bacia de Ribeira dos Picos.

Além da Estação de Curralinho os registros pluviométricos de outras estações pluviométricas foram adotadas neste estudo: Estação de Assomada tem influência direta sobre 5,4 Km² da área total da Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos, equivalentes a 0,682% da área desta bacia hidrográfica; Estação de São Jorge dos Órgãos, que tem influência sobre 2,05 Km² da área desta bacia, equivalentes a 0,259% da área desta bacia hidrográfica. Assume-se nesta pesquisa que a erosividade possa influir indiretamente na capacidade de armazenamento da Barragem de Faveta por causa dos efeitos provocados pelo transporte de sedimentos ao longo da ribeira adjacente à esta barragem .

Os resultados da Figura 17 evidenciam que nesta da Estação de Curralinho na Bacia Hidrográfica da Ribeira Grande o ano de 1972 corresponde ao ano de menor atividade erosiva provocada pelas cheias. A este valor de erosividade correspondeu ao menor volume de precipitação da séries (39,6 mm) de chuva. A mesma figura destaca o valor mais elevado de erosividade registrada nesta estação pluviométrica 12.900 MJ.mm.ha⁻¹.ano⁻¹.

Figura 17 – Valores de erosividade a partir de dados de precipitação registrada na Estação de Curralinho (1971 e 2008)

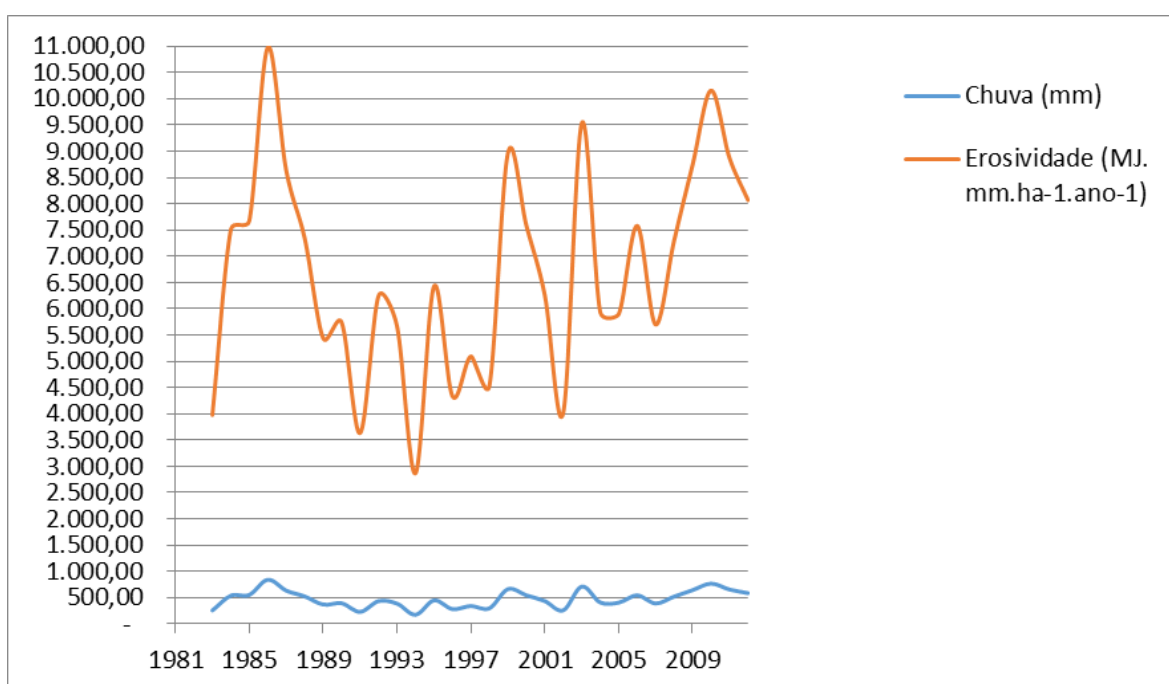


Fonte: Pesquisa, 2013.

Na Figura 18 são apresentados os valores de índice de erosividade que tendencialmente ocorre da Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos. As curvas foram geradas, a partir de dados de precipitação média e anual durante registrados na Estação

Pluviométrica de São Jorge dos Órgãos. Os meses de agosto, setembro e outubro, que corresponde também ao período chuvoso em Santiago. Nesses meses, os anos de maior atividade erosiva hídrica da série foram 1985 e 2010. A série de registros nesta estação compreende o período entre 1983 e 2012, portanto 29 anos. A curva assinalada em vermelho denota os valores de erosividade, enquanto azul denota precipitação anual registradas nos meses de agosto, setembro e outubro.

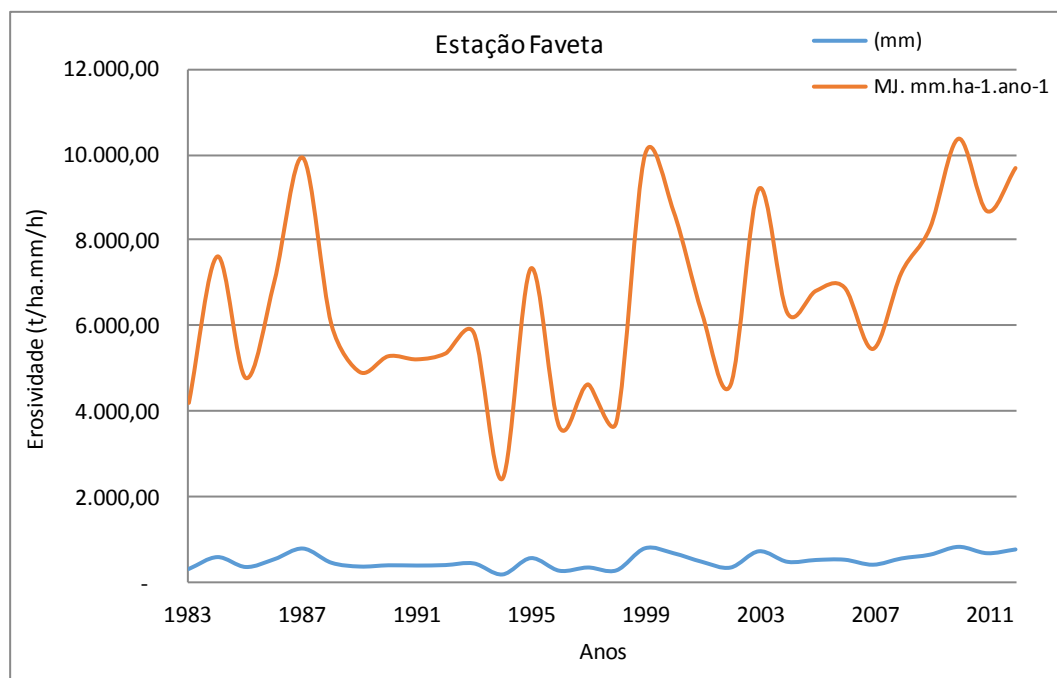
Figura 18 - Índice de erosividade na bacia hidrográfica da Ribeira dos Picos/ Estação de São Jorge (1983-2012)



Fonte: Pesquisa, 2013.

Na Figura 19 é apresentada a relação entre o valor do índice erosividade na Bacia Hidrográfica da Ribeira dos Picos, a partir das chuvas médias registradas na Estação Pluviométrica de Faveta. A série compreende o período entre o ano de 1983 e 2012.

Figura 19 - Índice de erosividade na bacia hidrográfica da Ribeira dos Picos/Estação de Picos Faveta (1983-2012)



Fonte: Pesquisa, 2013.

Nesta estação, aos anos de maiores valores de precipitação acumulada, também correspondem os períodos de maiores índices de erosividade hídrica. Os picos de precipitação foram registrados em 1987, 1999, 2010 e 2012 respectivamente, conforme evidenciados na Figura 19. Portanto, os resultados obtidos a partir dos cálculos efetuados no âmbito desta pesquisa, indicam que a erosividade hídrica é elevada nos pontos de referência considerados nas duas bacias hidrográficas onde foi construída a Barragem de Salineiro e Faveta. Verifica-se que os valores de erosividade estão em convergência com valores obtidos por outras pesquisas em outras bacias hidrográficas de Cabo Verde e outras realizados no Estado do Ceará Teixeira (2011), conforme a Tabela 20 que se segue.

Tabela 20 - Comparação de valores médio de erosividade hídrica (estudos selecionados)

	Erosividade (MJ. mm.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)				
	Anos	Total	Média anual	Desvio padrão	Coefficiente variação
Currallino	(1971 -2008)	234.933,60	6.182,46	2.680,45	0,43
Faveta	1983 - 2012)	196.310,48	6.543,68	2.102,89	0,32
São Jorge	(1983 -2012)	200.708,60	6.690,29	2.030,71	0,30
Bacia Hidrográfica Ribeira Seca (Teixeira, 2011)	(1973 - 2000)	-	5.341,00	-	-
Acaraú (Noletto, 2005)	(1912 - 1985)	-	7.908	-	-
Sobral (Noletto, 2005)	(1911 - 1990)	-	5.069	-	-
Ibiapina (Noletto, 2005)	(1935 - 1985)	-	10.352	-	-
Ubajara (Noletto, 2005)	(1912 - 1985)	-	9.272	-	-
Irauçuba (Noletto, 2005)	(1912 - 1991)	-	4.225	-	-

Fonte: Adaptado de Teixeira, 2011 e pesquisa.

4.4.2 Componente econômico

O componente econômico objetiva estimar o montante de custos fixos e variáveis, bem como os benefícios diretos e indiretos da barragem. O método de cálculo de benefícios líquidos que foi adotado nesta pesquisa, foi baseado na abordagem que foi proposta por Rogers *et. al.* (1998). Estes autores classificaram o valor total da água em dois componentes: valor econômico da água; e valor intrínseco da água. O valor econômico é constituído de benefícios diretos; benefícios indiretos e benefícios de vazão de retorno.

Estes autores classificaram também o custo total da água em dois componentes: custo econômico total e custo das externalidades ambientais. O custo econômico é a soma de custo total de provisão; custo de oportunidade; externalidades econômicas. A seguir são apresentados e descritos os métodos de cálculo de valor e custo total da água, começando pelo método de cálculo do valor total da água.

Valor total da água

O valor total da água tem dois componentes principais: valor econômico total e valor intrínseco. Nesta pesquisa o valor total da água é constituído de benefícios que são criados por bens e serviços da barragem em seus principais usuários diretos, na agricultura

irrigada, indiretos no consumo doméstico e na pecuária. Os benefícios da vazão de retorno não foram determinados nesta pesquisa. Seus cálculos, normalmente implicariam na avaliação dos efeitos da localização da barragem na vazão de poços, furos e nascentes localizados à jusante da barragem.

Por esta razão, o VTA é constituído somente de Valor Econômico Total (VET) O valor total da água (VTA) é obtido do somatório dos benefícios e/ou custos evitados de bens e serviços da barragem. O VTA é a soma algébrica de Valor Econômico Total (VET) e Valor Intrínseco (VI) da água, pela expressão matemática:

$$VTA = VET + VI \quad (23)$$

O *VET* é formado de quatro componentes: a) valor da água nos seus usuários diretos (*VU*); b) valor de benefícios da vazão de retorno (*VR*); c) valor dos benefícios líquidos de usos indiretos de água (*VBI*); e d) valor de benefícios ajustes dos objetivos sociais (*AS*). Simbolicamente o *VET* é representado pela expressão matemática:

$$VET = VU + VR + VBI + AS \quad (24)$$

Método de cálculo do valor de uso

Nesta pesquisa a água da barragem é vista como um recurso natural, econômico e social, seguindo a abordagem que foi proposta por Rogers *et. al.* (1998). Os benefícios econômicos e sociais que são criados pela barragem decorrem de seu uso direto (na irrigação) e usos indiretos, no consumo doméstico, pecuária, dentre outros usos. Seguidamente, são apresentados os métodos de cálculo que foram utilizados para determinar o montante de benefícios da barragem nos usos diretos e indiretos.

Benefícios da irrigação

Na irrigação, o montante de rendimentos líquidos da produção agrícola no período de um ano é obtido pela multiplicação do valor de produção total, pelo preço unitário, deduzindo os custos operacionais, conforme Frizzone (2002) e Ali (2010).

Os rendimentos brutos da produção agrícola são dados pela expressão:

$$RB = \sum_{i=1}^n P_i Y_i \quad (25)$$

A receita líquida da produção é dada pela expressão:

$$RL = \sum_{i=1}^n (RB_i - C_{v_i}) \quad (26)$$

onde: RB é rendimento bruto; P_i é preço unitário recebido pelo produtor na venda do produto i ; Y_i é quantidade do produto i ; RL é receita líquida total; C_{v_i} é custos variáveis da produção de i .

As variáveis que compõem o custo de produção segundo Cabo Verde (2004) são os mesmos do Plano Diretor de Horticultura do Ministério de Agricultura de Cabo Verde e estão classificadas em três grandes grupos que são: mão de obra; insumos; amortização; aluguel e juros. As despesas com a mão de obra foram classificadas em: limpeza de terreno; nivelamento de terreno; plantação; tratamento fitossanitário; irrigação; colheita; triagem; entre outras. As despesas com insumos foram classificadas em: gastos nos viveiros; aquisição de sementes; fertilizantes; defensivos agrícolas; aquisição de água; entre outros. As despesas com amortização foram classificadas em: amortização de sistemas de rega; pulverizadores; pequenas ferramentas; e caixas de coleta. As despesas com alugues destinam-se a pagar aluguel de terreno; e despesas com juros, para remunerar o capital investimento.

Segundo o Banco Central de Cabo Verde (2011) o valor das variáveis de produção foi atualizado para a data futura, 2011, usando a taxa média de inflação no período de 4% ao ano. O preço médio indicativo foi obtido pela média aritmética de preços no produtor, em 12 dos 22 municípios cabo-verdianos que foram pesquisados pelo Ministério de Agricultura de Cabo Verde durante o mês de novembro de 2013.

O valor de rendimentos que a barragem proporciona na agricultura irrigada é calculado da seguinte forma. Como nenhuma das duas barragens acumulou água suficiente para iniciar a irrigação, um pequeno experimento é assumido. Dez das culturas de maior interesse econômico foram escolhidas a partir do Plano Diretor de Horticultura de Cabo Verde. (CABO VERDE, 2004). Cada uma das dez culturas são “plantadas” numa área de 1

ha, para se determinar a produção, os custos e o consumo de água, da planta por ha de terreno (Tabela 21).

Tabela 21 - Produção agrícola e consumo de água por hectare de terreno

Espécie	Consumo água	Unidade	Custos	Unidade	Margem
Beterraba	4.960,51	(m ³ /ha)	917.216,44	\$ECV	22.842.783,56
Cebola	11.656,41	(m ³ /ha)	6.400.420,65	\$ECV	15.800.059,35
Repolho	10.544,14	(m ³ /ha)	1.438.423,18	\$ECV	11.743.576,82
Tomate	11.871,45	(m ³ /ha)	8.351.332,58	\$ECV	7.888.987,42
Pimentão	7.707,04	(m ³ /ha)	1.322.287,73	\$ECV	11.227.912,27
Abóbora	11.314,45	(m ³ /ha)	5.037.911,48	\$ECV	3.309.288,52
Batata comum	2.848,58	(m ³ /ha)	1.204.880,89	\$ECV	11.231.919,11
Cenoura	10.899,21	(m ³ /ha)	5.851.878,23	\$ECV	343.121,77
Alface	18.042,50	(m ³ /ha)	1.625.714,16	\$ECV	6.606.285,84
Milho	230,00	(m ³ /ha)	664.537,28	\$ECV	3.950.462,72
Total	90.074,29		32.814.602,62		94.944.397,38

Fonte: Pesquisa, 2014.

Os resultados da produção indicam o rendimento da cultura/hectare de terreno plantado. O resultado é transposto para uma área maior que deverá corresponder aos objetivos da barragem, isto cultivar 30 ha de terrenos distribuídos entre Faveta e Achada Leitão; 58 ha, distribuídos entre Salineiro e Calabaceira. O critério para alocar as terras no cultivo depende dos objetivos pretendidos e vão desde “maior rendimento”; “maior relação benefício/custo”; “menor consumo de água”, dentre outros. Pode acontecer de alguns critérios serem mutuamente exclusivos, neste caso é necessário escolher o mais relevante dentre eles. Nesta pesquisa, o critério adotado foi dividir a área de terreno disponível proporcionalmente ao rendimento de cada cultura.

4.4.2.1 Cálculo do valor total da água (VTA)

Dentro dos objetivos desta pesquisa, o valor total da água é a soma de todos os valores que são criados por bens e serviços da barragem, em usos diretos (agricultura), e usos indiretos (consumo doméstico e na pecuária).

Valor da água na agricultura

O valor de produção agrícola das principais culturas agrícolas das localidades afetadas foi apresentado na Tabela 22.

A cultura de beterraba teria maior potencial de rendimento para os agricultores de Faveta e Achada Leitão. O valor de seu rendimento representou 29% dos rendimentos globais, seguido a cebola (14%) repolho (13%) respectivamente. O valor dos rendimentos da agricultura de irrigada da Barragem de Faveta pode chegar \$ECV 404,6 milhões/ano enquanto o consumo de água foi estimado em 0,2662 hm³/ano. Nestas duas localidades, o Governo de Cabo Verde espera ampliar a área de agricultura irrigada em mais 30 ha.

Tabela 22 - Rendimento da produção agrícola em Faveta e Achada Leitão

Sumário (Faveta e Achada Leitão)				
Cultura	(%) Área	Área total (ha)	Cons. Água (m³/ha)	Margem líquida (\$ECV)
Beterraba	0,29	8,7	43.156,47	198.732.216,97
Cebola	0,14	4,2	48.956,91	66.360.249,27
Repolho	0,13	3,9	41.122,14	45.799.949,61
Tomate	0,11	3,3	39.175,79	26.033.658,47
Pimentão	0,08	2,4	18.496,91	26.946.989,45
Abóbora	0,08	2,4	27.154,67	7.942.292,45
Batata	0,06	1,8	5.127,44	20.217.454,40
Alface	0,03	0,9	9.809,29	308.809,59
Cenoura	0,05	1,5	27.063,75	9.909.428,76
Milho	0,02	0,6	6.135,99	2.370.277,63
			266.199,34	404.621.326,61

Fonte: Pesquisa, 2015.

Em Salineiro e Calabaceira foram adotados os mesmos critérios usados em relação à Faveta e Achada Leitão, ou seja, inicialmente a produção em um hectare de terrenos, depois os resultados foram simulados para 58 ha como previstos pelo governo. A Tabela 23 apresenta os resultados de produção agrícola da Barragem de Salineiro. Seu valor foi estimado em \$ECV 782,3 milhões/ano e o consumo de água 0,5147 hm³/ano.

Tabela 23 - Rendimento da produção agrícola em Salineiro e Calabaceira

Sumário (Salineiro e Calabaceira)				
Cultura	(%) Área	Área total (ha)	Água (m³/ha)	Margem líquida (\$ECV)
Beterraba	0,29	16,82	83.435,85	384.215.619,47
Cebola	0,14	8,12	94.650,03	128.296.481,92
Repolho	0,13	7,54	79.502,80	88.546.569,25
Sumário (Salineiro e Calabaceira)				
Cultura	(%) Área	Área total (ha)	Água (m³/ha)	Margem líquida (\$ECV)
Tomate	0,11	6,38	75.739,86	50.331.739,72
Pimentão	0,08	4,64	35.760,69	52.097.512,94
Abóbora	0,08	4,64	52.499,03	15.355.098,73
Batata	0,06	3,48	9.913,04	39.087.078,50
Alface	0,03	1,74	18.964,63	597.031,88
Cenoura	0,05	2,9	52.323,24	19.158.228,93
Milho	0,02	1,16	11.862,91	4.582.536,76
			514.652,07	782.267.898,10

Fonte: Pesquisa, 2015.

Benefícios indiretos da barragem

Nesta pesquisa, os benefícios indiretos da barragem (VBI) são aqueles criados pela alocação da água em usos que não seja a agricultura irrigada, como na pecuária, consumo doméstico e promoção da saúde. Os benefícios à saúde gerados pela água são omitidos da análise pela inexistência de dados.

Benefícios do consumo doméstico

O método de cálculo é baseado no consumo atual e no Censo Populacional do Instituto Nacional de Estatísticas de Cabo Verde. (CABO VERDE, 2013). Segundo este censo, um grande número de moradores do entorno da Barragem de Faveta, em Faveta e Achada Leitão, e também em Calabaceira, no entorno da Barragem de Salineiro não são servidos por sistemas formais de fornecimento de água potável para o consumo familiar.

O valor de benefícios incrementais pode ser obtido pela expressão matemática (México, 2002):

$$B_t = (Q_f m^3 - Q_i m^3) \times \frac{\$}{m^3} + (Q_i m^3 / \text{Família} \times C\$/m^3) \times (\text{Família} \times 365)$$

(27)

onde: $Q_f m^3$ é a demanda futura, que foi projetada na condição de uma parte de água da barragem ser destinada para o consumo doméstico nas localidades do entorno da barragem, atualmente sem acesso à água segura; $Q_i m^3$ é o consumo atual, calculado em função de: número de voltas/família; tamanho do recipiente usado no transporte de água, a partir de fontes alternativas de água, como poços, nascentes e levadas; $\$/m^3$ é valor tarifa que os moradores irão pagar, quando o sistema novo for implantado; Famílias é o número famílias que atualmente não tem acesso à água potável e que poderá ser beneficiada com o futuro sistema de abastecimento de água potável; e 365 é o número de dias de consumo de água. A Tabela 24 resume estes procedimentos de cálculo de demanda de água para o consumo doméstico nas três localidades que atualmente seus moradores experimentam dificuldades no acesso de água potável.

Tabela 24 - Demanda de água no consumo doméstico

Localidade	Volume (L/voltas)	Pessoas /família	Nº famílias	Tempo (hora)	Demanda (m ³ /dia)
Achada Leitão	30	5,1	77	3	0,18
Achada Leitão	30	5,1	77	3	0,12
Faveta	30	5,1	44	2	0,18
Calabaceira	30	5,0	24	6	0,18

Fonte: Pesquisa, 2014.

Método de cálculo de valor de água de consumo doméstico

Nesta pesquisa o valor de benefícios da barragem no consumo doméstico é igual ao montante de custo de oportunidade da irrigação nos consumidores, se uma parte da água destinada à agricultura irrigada fosse transferida para atender as demandas de consumidores em Faveta, Achada Leitão e Calabaceira.

Achada Leitão e Faveta

Nesta pesquisa o tempo que gasto na coleta e transporte de água é utilizado para revelar o valor da água nesses moradores. O montante de valor não incluiu outros gastos que

poderão ocorrer por causa de acidentes no trajeto; cura e tratamento de enfermidades associadas ao consumo ou manuseio de água imprópria; perdas de salário, em caso de internação; entre outros custos socialmente relevantes.

A Achada Leitão

O valor do tempo de Achada Leitão usado na provisão de água que é destinada para o consumo doméstico tem dois componentes: componente que é constituído de consumo domiciliar de 77 famílias, a partir de fontes informais como poços, nascentes e levadas, com trajetos de até 30 minutos ida e volta; e componente de abastecimento de água para consumo residencial, a partir de carros-pipa da prefeitura local, para atender 147 famílias nesta localidade.

A seguir são apresentados os valores monetários que traduzem o valor tempo das famílias, em cada uma das modalidades anteriormente referidas. É assumido que, em média, uma família consome $0,18 \text{ m}^3$ de água/dia. O valor do tempo que decorre deste consumo foi estimado em ECV 1.060,61 que multiplica pelo número de famílias e o período de consumo estimado em 1 ano ou 365 dias. O valor do tempo gasto na provisão de água no ano seria \$ECV 29,81 milhões.

B Achada Leitão

Na modalidade de abastecimento de água por carros-pipa, 147 famílias são atendidas nesta localidade, O cálculo: demanda atual de água é $0,24 \text{ m}^3/\text{família}/\text{dia}$ (8 voltas * 30 l/volta); tempo gasto: 4,0 horas/família/dia (30 mn * 8 voltas)/60 mn; valor do tempo de consumo de $0,24 \text{ m}^3$ de água/família/dia: \$ECV 1.060,61/família/dia (((11.200/22dias)*1/8)*4/0,24)). Valor do tempo das famílias/ano: \$ECV 56,91 milhões.

$$\mathbf{C = (A+B) = 86,72 \text{ milhões/ano}}$$

D Faveta

O valor do tempo gasto na coleta de água por 46 famílias de Faveta foi calculado em 11,9 milhões anos. Estas famílias consome a água que é coletada a partir de poço, levada e

nascente. Para a demanda de $0,18 \text{ m}^3$ de água/família/dia, 6 voltas * 30 l/volta, o tempo necessário é de 2,0 horas/família/dia isto é: $(20 \text{ mn} * 6 \text{ voltas})/60 \text{ mn}$. O valor do tempo de consumo de $0,18 \text{ m}^3$ de água/dia foi estimado em \$ECV 707,07/família/dia. Em conjunto, os moradores destas localidades, constituído de 270 moradores de Faveta e Achada Leitão gastam cerca de \$ECV 98,6 milhões/ano para fazer o consumo de água em suas residências.

$$E = (C+D) = \$ECV 98,6 \text{ milhões/ano.}$$

Valor de consumo doméstico em Calabaceira

F Calabaceira

Os moradores de Calabaceira são servidos por dois tipos de serviços de provisão de água. 25 famílias são abastecidas a partir de poços, levadas e nascentes. A demanda foi calculada em do número de voltas e de volume transportado. $0,12 \text{ m}^3$ /família/dia (4 voltas x 30 l/volta) é o valor de demanda de água nestes moradores. O tempo de 4,0 horas/família/dia foi obtido da seguinte forma: $60 \text{ mn} \times 4 \text{ voltas}/60 \text{ mn}$. O valor do tempo no consumo de 25 famílias é: \$ECV 2.121,21/família/dia, isto é: $((11.200/22) * 1/8) * 3 / 0,12$). Valor total anual: \$ECV 19,4 milhões (ECV 2.121,21 x 77 x 365 dias).

G Calabaceira

Na outra modalidade de consumo em Calabaceira o cálculo do valor do tempo gasto na coleta de água é constituído pela demanda que é suprida a partir de chafarizes que estão localizados, em média a cinco minutos de suas residências. Por esta modalidade 45 famílias são atendidas. Em média, cada família precisa de 6 voltas para transportar 30 litros de água de cada vez. A demanda atual de água é $0,18 \text{ m}^3$ /família/dia. O tempo de trinta minutos é obtido: 1 hora/família/dia $(5 \text{ mn} \times 6 \text{ voltas})/60 \text{ mn}$. O valor do tempo do tempo: \$ECV 353,53/família/dia $((11.200/22d) * 1/8) * 3 / 0,18$). O valor total de água/ano: \$ECV 4,8 milhões (ECV 353,53 x 45 x 365 dias).

$$H = (F+G) = \$ECV 25,2 \text{ milhões/ano.}$$

$$I = E + H = \text{\$ECV } 123,8 \text{ milhões/ano.}$$

A Tabela 25 compara o valor entre a tarifa ‘oficial’ deliberada por Agência de Regulação Econômica (ARE), para vigorar no primeiro escalão de consumo de água (de 0 a 6 m³), com o montante de custo de tempo de provisão de água por moradores de três das quatro localidades de influência das barragens de Salineiro e Faveta.

Tabela 25 - Custo e tarifa de água de sistema formal e informal

Consumo	Valor de consumo	Valor (\\$ECV)	Tipo de abordagem	Técnica
Cabo Verde	0 - 6 m ³	291,78	Financeira	Tarifa
Santo Antão	0 - 6 m ³	281,98	Financeira	Tarifa
Faveta	0,18 m ³	707,07	Econômica	Custo do tempo
Achada Leitão	0,18 m ³	1.060,61	Econômica	Custo do tempo
Calabaceira	0,18 m ³	2.121,21	Econômica	Custo do tempo

Fonte: Pesquisa, 2015.

Benefícios da pecuária

Os dados sobre o efetivo animal, nos municípios de São Salvador do Mundo e Ribeira Grande de Santiago, não foram coletados pelo último censo agrícola realizado em 2004, do Ministério de Agricultura de Cabo Verde. (CABO VERDE, 2004). Por esta razão, nesta pesquisa, os dados utilizados foram obtidos, a partir de conversas informais com dois pequenos pecuaristas de Salineiro, em julho de 2013. Com base nestas fontes, estima-se que em Salineiro exista cerca de 15 criadores 130 bovinos, 200 caprinos e 100 ovinos. O número de equídeos é estimado em 20 cabeças, podendo chegar a 150 cabeças nas ‘montadas’, ou áreas de pastagem, como localmente são chamadas. O número de suínos e aves não foi determinado nesta pesquisa.

Segundo os informantes, o gado bovino, caprino e ovino é criado de forma extensiva. Sistema de confinamento torna-se inviável por insuficiência de pasto e água na localidade. Por esta razão, os criadores chegam a percorrer dezenas de quilômetros entre as montadas e os bebedouros, que estão localizados nos anexos dos chafarizes desta localidade. O tempo gasto no trajeto de ida e volta, varia entre 3 e 5 horas/dia. O valor da tarifa paga por cada 30 litros de água é \\$ECV 20. A criação de animais é ainda uma tradição familiar com a finalidade de produzir exclusivamente leite, queijo e manteiga caseiros para o consumo

familiar. A venda de animais somente acontece quando a família necessita de recursos financeiros para emergências. Estima-se que os rendimentos mensais da atividade pecuária podem chegar a \$ECV 25 mil. A Tabela 26 apresenta o efetivo de pecuária em Salineiro

Tabela 26 - Efetivo da pecuária usado nos cálculos

Tipo de gado	Número de cabeças
Bovino	130
Caprino	200
Ovino	100
equinos	25
Total	455

Fonte: Pesquisa, 2013.

Com base na Equação 22, a demanda de água para atender as necessidades do efetivo animal em Salineiro foi estimada em 155 litros de água/dia, ou 56,58 m³/ano. O custo do tempo gasto diariamente em deslocamentos entre as idas e vindas foi obtido pela expressão:

$$CDP = \left[\frac{RMP}{22} \times \left(\frac{1}{8} \times T \right) Np \times 365 \text{ dias} \right] \quad (28)$$

onde: CDP é custo de deslocamento pecuário; RMP é renda mensal do pecuarista; T é o tempo efetivamente gasto na atividade pecuária/dia; 1/8 representa a jornada diária de trabalho; Np é o número de pecuaristas; 365 dias, é o período de ano.

Método de cálculo

O valor de benefícios da Barragem de Salineiro na pecuária corresponde ao montante de custo de oportunidade da agricultura irrigada na pecuária, se 155 litros de água de agricultura irrigada fossem transferidos diariamente para atender as necessidades de pecuária. O valor deste benefício foi estimado em \$ECV 2,1 milhões/ano e calculados da seguinte forma:

30 litros de água custam \$ECV 20; 155 litros que é consumo diário hão de custar \$ECV 103,33/dia. No ano, isto é, em 365 dias, o custo de provisão de água para atender a demanda animal será \$ECV 37,7/ano. O custo do tempo é obtido por meio da Equação 28. Dividindo-se o rendimento mensal por 22, é obtido o custo de uma jornada de trabalho. O valor obtido da operação anterior será dividido por 8 horas e o resultado é custo de uma jornada de trabalho de uma hora. Este valor é multiplicado por 4 horas/dia, que é tempo gasto por pecuaristas no trajeto de ida e volta entre as montadas e os bebedouros. Como foram identificados 10 pecuaristas nesta situação, em um ano (365 dias) o valor do tempo dedicado a esta atividade é \$ECV \$ECV 2,07 milhões/ano, que soma \$ECV 37,7, resultando em \$ECV 2,11 milhões/ano.

Síntese do valor econômico total da água (VET)

Rogers *et. al.* (1998) defendem a necessidade de comprar o montante de custos com o montante de benefícios, como pré-requisito de um gerenciamento durável nos recursos hídricos. Nesta pesquisa, cálculos mostraram que o VET é igual ao VTA. O montante deste componente ascende a \$ECV 1.3 bilhões/ano. O componente de valor de uso direto, na irrigação representou 91% do total de benefícios. Em termos de montante, seu valor chega a \$ECV 1,2 bilhão por ano, se todos 88 ha de terrenos agrícolas são cultivados em Faveta e Achada Leitão, Salineiro e Calabaceira.

O valor de benefícios criados por barragens nos consumidores domésticos representaram 9% do total e o seu valor chegou \$ECV 124,41 milhões. Proporcionalmente, os benefícios esperados para os moradores de Achada Leitão representaram 7%; Calabaceira 2% e Faveta 1% respectivamente.

4.4.2.2 Custo total da água

Custo Total da Água (CTA)

Nesta pesquisa, o custo total da água (CTA) é constituído de custo econômico total (CET), que engloba todos os gastos realizados na construção, administração e manutenção da barragem. O CTE inclui ainda, gastos incorridos na aquisição e depreciação de

ativos de capital e juros para remunerar os empréstimos. O montante dos componentes do global do custo CTA é apresentado a seguir.

Custo Econômico Total

O Custo Econômico Total (CET) constitui-se no principal núcleo de custos e encargos das barragens de Faveta e Salineiro. O CET englobou os custos de Operação e Manutenção (OM) e de Capital (CC), também designado de encargos de capital.

Também, nesta pesquisa foi associado o CAT (Custo Anual Total) de James e Lee (1971), que tem a seguinte composição: custo de operação e manutenção (OM), custo de capital (CC), custo de reposição (CR) e depreciação (D), substitui o CTP (Custo Total de Provisão).

O montante de Custo de Operação e Manutenção (OM) foi determinado indiretamente. No seu cálculo esta pesquisa adotou a abordagem que foi proposta por Jain e Singh (2003). Segundo estes autores, o montante de custo de OM inclui o seguinte: custos proteção e contenção de margens do rio/ribeira, estimados em aproximadamente 3% do orçamento de construção da barragem; custos de proteção e manutenção do espelho de água, que representam aproximadamente 0,5% do custo de construção das barragens; e custo de manutenção de estruturas de concreto, que representam 0,1% do custo de construção da barragem. Portanto, o montante de custo de operação e manutenção das barragens foi obtido, tirando 3,6% do custo de construção de cada uma das barragens que formam a área de estudo desta pesquisa, como é apresentado através da Tabela 27 a seguir:

Tabela 27 - Cálculo de Custo de Operação e Manutenção de barragem

Barragem de Faveta		Barragem de Salineiro		
Itens	%	Valor \$ECV (10⁶)	%	Valor \$ECV (10⁶)
Investimento inicial	100	427,9	100	554,5
Proteção em rios/ribeira	3	12,8	3	16,6
Proteção da barragem	0,5	0,139	0,5	2,7
Proteção estrutura concreto	0,1	0,427	0,1	0,554

Fonte: Pesquisa, 2015.

O valor do custo de operação e manutenção foi calculado de maneira indireta por meio da expressão de custo anual total (CAT) de Jain e Singh (2003) e uma adaptação de HIRSCHFELD (2007):

$$CAT = (FRC) \times C_o + COMR \quad (29)$$

onde: CAT é custo anual total; FRC é fator de recuperação de capital; C_o é investimento inicial; e COMR é custo de operação manutenção e reparações, onde o fator de recuperação é dado pela expressão:

$$FRC = \frac{[i(1+i)^n]}{[(1+i)^n - 1]} \quad (30)$$

onde: i é taxa de juros ao ano; n é o período de tempo em anos; assumindo a vida útil da barragem nos primeiros 50 anos e a taxa de juros de 5% a.a. Conforme o convênio de empréstimo assinado em Portugal e Cabo Verde, o FRC foi obtido a partir da expressão anterior:

$$FRC = \frac{0,57337}{10,47} = 0,054777$$

Portanto, o COM nas duas barragens, como apresentado a seguir: Barragem de Salineiro: \$ECV 19,9 milhões (\$EU 181,1 mil) por ano; Barragem de Faveta: \$ECV 15,4 milhões (\$EU 139,7 mil) por ano. O valor global do COM nas duas barragens chegou o montante de \$ECV 35,4 milhões (\$EU 320,8 mil) por ano.

O Custo de Capital é constituído de juros de investimentos iniciais na construção das duas barragens. A alíquota utilizada nesta pesquisa é a mesma que foi utilizada no cálculo do fator de recuperação de capital (5% a.a.). O cálculo de juro do investimento da Barragem de Faveta é apresentado na Tabela 28, e os juros da Barragem de Salineiro na Tabela 29 que se seguem.

Tabela 28 - Prestações para amortizar⁹ a Barragem de Faveta

Anos	Saldo Devedor	Amortização	Juros (5%)	Prestação
P0	427.953.017,62	-	-	-
P1	410.834.896,92	17.118.120,70	21.397.650,88	38.515.771,58
P2	393.716.776,22	17.118.120,70	20.541.744,85	37.659.865,55
P3	376.598.655,52	17.118.120,70	19.685.838,81	36.803.959,51
P4	359.480.534,82	17.118.120,70	18.829.932,78	35.948.053,48
P5	342.362.414,12	17.118.120,70	17.974.026,74	35.092.147,44
P6	325.244.293,42	17.118.120,70	17.118.120,71	34.236.241,41
P7	308.126.172,72	17.118.120,70	16.262.214,67	33.380.335,37
P8	291.008.052,02	17.118.120,70	15.406.308,64	32.524.429,34
P9	273.889.931,32	17.118.120,70	14.550.402,60	31.668.523,30
P10	256.771.810,62	17.118.120,70	13.694.496,57	30.812.617,27
P11	239.653.689,92	17.118.120,70	12.838.590,53	29.956.711,23
P12	222.535.569,22	17.118.120,70	11.982.684,50	29.100.805,20
P13	205.417.448,52	17.118.120,70	11.126.778,46	28.244.899,16
P14	188.299.327,82	17.118.120,70	10.270.872,43	27.388.993,13
P15	171.181.207,12	17.118.120,70	9.414.966,39	26.533.087,09
P16	154.063.086,42	17.118.120,70	8.559.060,36	25.677.181,06
P17	136.944.965,72	17.118.120,70	7.703.154,32	24.821.275,02
P18	119.826.845,02	17.118.120,70	6.847.248,29	23.965.368,99
P19	102.708.724,32	17.118.120,70	5.991.342,25	23.109.462,95
P20	85.590.603,62	17.118.120,70	5.135.436,22	22.253.556,92
P21	68.472.482,92	17.118.120,70	4.279.530,18	21.397.650,88
P22	51.354.362,22	17.118.120,70	3.423.624,15	20.541.744,85
P23	34.236.241,52	17.118.120,70	2.567.718,11	19.685.838,81
P24	17.118.120,82	17.118.120,70	1.711.812,08	18.829.932,78
P25	0	17.118.120,70	855.906,04	17.974.026,74
Total		427.953.017,50	278.169.461,53	706.122.479,03

Fonte: Pesquisa, 2014.

O montante total de juros da Barragem de Faveta tem a seguinte composição é de \$ECV 278,2 milhões, divididos em 25 prestações. Nesta pesquisa foram incorporados ao valor do custo de capital somente o valor da primeira prestação.

⁹ De acordo com HIRSCHFELD (2007)

Tabela 29 - Prestações para amortizar a Barragem de Salineiro

Anos	Saldo Devedor	Amortização	Juros (5%)	Prestação
P0	554.552.673,65	-	-	-
P1	532.370.566,70	22.182.106,95	27.727.633,68	49.909.740,63
P2	510.188.459,75	22.182.106,95	26.618.528,34	48.800.635,29
P3	488.006.352,80	22.182.106,95	25.509.422,99	47.691.529,94
P4	465.824.245,85	22.182.106,95	24.400.317,64	46.582.424,59
P5	443.642.138,90	22.182.106,95	23.291.212,29	45.473.319,24
P6	421.460.031,95	22.182.106,95	22.182.106,95	44.364.213,90
P7	399.277.925,00	22.182.106,95	21.073.001,60	43.255.108,55
P8	377.095.818,05	22.182.106,95	19.963.896,25	42.146.003,20
P9	354.913.711,10	22.182.106,95	18.854.790,90	41.036.897,85
P10	332.731.604,15	22.182.106,95	17.745.685,56	39.927.792,51
P11	310.549.497,20	22.182.106,95	16.636.580,21	38.818.687,16
P12	288.367.390,25	22.182.106,95	15.527.474,86	37.709.581,81
P13	266.185.283,30	22.182.106,95	14.418.369,51	36.600.476,46
P14	244.003.176,35	22.182.106,95	13.309.264,17	35.491.371,12
P15	221.821.069,40	22.182.106,95	12.200.158,82	34.382.265,77
P16	199.638.962,45	22.182.106,95	11.091.053,47	33.273.160,42
P17	177.456.855,50	22.182.106,95	9.981.948,12	32.164.055,07
P18	155.274.748,55	22.182.106,95	8.872.842,78	31.054.949,73
P19	133.092.641,60	22.182.106,95	7.763.737,43	29.945.844,38
P20	110.910.534,65	22.182.106,95	6.654.632,08	28.836.739,03
P21	88.728.427,70	22.182.106,95	5.545.526,73	27.727.633,68
P22	66.546.320,75	22.182.106,95	4.436.421,39	26.618.528,34
P23	44.364.213,80	22.182.106,95	3.327.316,04	25.509.422,99
P24	22.182.106,85	22.182.106,95	2.218.210,69	24.400.317,64
P25	- 0	22.182.106,95	1.109.105,34	23.291.212,29
Total		554.552.673,75	360.459.237,81	915.011.911,56

Fonte: Pesquisa, 2014.

Em relação aos juros da Barragem de Salineiro, estes foram avaliados em ECV 360,5 milhões, distribuídos em 25 prestações. Nesta pesquisa foram incorporados aos custos de capital o valor da primeira prestação. O montante global do componente CC (custo ou encargos de capital) que engloba os montantes de juros da prestação duas barragens no primeiro ano é apresentado a seguir:

Barragem de Salineiro:	\$ECV 27,7 milhões;
Barragem de Faveta:	\$ECV 21,4 milhões;
Total:	\$ECV 49,1 milhões (\$EU 445,5 mil).

Os encargos com a recuperação de capital devem somar anualmente aos encargos com juros do financiamento. Nesta pesquisa foram assumidos 50 anos. O seu montante foi calculado em função do investimento inicial das barragens e o resultado é apresentado a seguir:

CTA (Salineiro)	\$ECV 607,5 mil/ano;
CTA (Faveta)	\$ECV 468,8 mil/ano;
CTA (Salineiro + Faveta)	\$ECV 1,1 milhão/ano.

O montante anual de fator de recuperação de capital mais o montante de custo de manutenção e operação das duas barragens (OM) mais os juros (CC), o montante do custo anual total chega a 85,5 milhões, como é apresentado a seguir:

CAT (Salineiro)	\$ECV 48,2 milhões/ano;
CAT (Faveta)	\$ECV 37,3 milhões/ano;
Total	\$ECV 85,5 milhões/ano.

Síntese do montante de custo econômico total da água (CET)

Com base nos dados disponíveis, os cálculos permitiram avaliar a projeção e o peso do custo de operação e manutenção das barragens. Nesta pesquisa, o custo total de água (CTA) é igual ao custo econômico total de água (CET) que também corresponde ao custo anual total (CAT). Esta igualdade se deve à inexistência de dados para calcular o montante de custo de oportunidade, e também o montante dos custos externos da água. A inexistência de dados de é atribuída ao fato de embora os trabalhos de construção da barragem tivesse sido concluída em julho de 2013, a quantidade de chuvas caídas nesse e no ano seguinte não justificar o início das operações na barragem.

Apesar disso, o peso dos encargos de capital começa a assumir um papel importante na viabilidade econômica das duas barragens. Nesta fase o peso dos encargos de capital já representam 57% do total de custo econômico total. Note-se que do montante do custo de não foi incluídos o montante de depreciação, também por inexistência de informação contábil credível. O custo das externalidades ambientais também não foi determinado nesta pesquisa, por inexistência de informação.

V PARTE

5 INTEGRAÇÃO DE COMPONENTES DO MÉTODO

Este componente objetiva conceber e operacionalizar uma sistemática que de análise para decisão sobre a alocação de água da barragem, por meio da qual é feita a interação e a integração de dados de saídas do componente hidro-climático com os dados do componente econômico deste método. As saídas do componente hidro-climático são constituídas de rendimento da barragem, taxas de garantia; evaporação; retiradas; e sangrias. As principais saídas do componente econômico o valor de benefícios líquidos diretos na agricultura irrigada; valor de benefícios indiretos no consumo doméstico e na pecuária. Constituem as saídas econômicas o montante do custo total da água de barragem, nomeadamente o custo econômico total.

A integração de dados de saída dos componentes anteriores permite avaliar os impactos da decisão sobre a alocação de água entre seus múltiplos usuários, comparando o valor do benefício médio em cada alternativa de uso. A título de exemplo e por praticidade na demonstração de cálculos, nesta pesquisa é determinado o valor médio de benefícios esperados da agricultura irrigada.

A abordagem de benefício médio esperado foi adotada por Vieira (2005) para avaliar e quantificar o impacto de inundações evitadas no benefício de barragens no estado do Ceará. Estas taxas indicam são usadas como proxy de probabilidade de fornecimento de água sem riscos ou falhas. Por analogia, as taxas de garantias também indicam a probabilidade de ocorrência de benefícios associados a determinados níveis de rendimento de barragens que criam aqueles benefícios. O valor do médio de benefícios criado por múltiplos usuários da barragem é dado pela expressão que se segue (JAMES E LEE, 1971):

$$\bar{B}_i = \sum_{k=1}^m P_k \times B_k$$

(31)

onde: \bar{B}_i é valor esperado de benefícios de todos os usuários do sistema hídrico; P_k é probabilidade de ocorrência de benefícios dos usuários i . B_k é benefícios de usuários i . A fórmula de cálculo da variância é a seguinte:

$$\sigma_{B_i}^2 = \sum_{k=1}^m P_k (B_k - \bar{B}_i)^2 \quad (32)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (B_i - \bar{B})^2}{n - 1}} \quad (33)$$

5.1 Benefício médio

Nesta pesquisa, a técnica de custo médio tem por objetivo fazer a incorporação no processo de avaliação de benefícios de água os níveis de incertezas que decorrem das taxas de garantias hídricas na barragem. Em termos econômicos, a incerteza gera riscos que condicionam escolhas. (GREEN, 2010).

O valor médio de benefícios médios esperados dos i usuários que incorpora as probabilidades de ocorrência é usado como instrumento de avaliação e análise de resultado de benefícios de alocação de água em usos alternativos que competem entre si.

Partindo da abordagem que foi proposta por James e Lee (1971), o cálculo probabilístico de benefícios utiliza os padrões de medidas estatísticas centrais, como a média, desvio padrão e variância para avaliar a dispersão de benefícios em relação aos valores médios. A hipótese subjacente ao princípio do valor médio e que foi adotado nesta pesquisa tem a ver com o seguinte: mantido constante o valor das restantes variáveis que entram na formação de custo e valor (rendimentos) na produção e consumo, variações na quantidade de água disponível, que implicam a redução desta deverão repercutir, proporcionalmente no valor dos rendimentos agrícolas e benefícios da água em usos diretos e indiretos. Os resultados de simulações de mil anos, que foram realizadas por VYELAS indicam que, em relação à Barragem de Faveta, o rendimento da mesma supera o volume de água que é necessário para atender as necessidades de irrigação de 30 ha de terrenos agrícolas. (ARAÚJO, 2006).

Analisando concretamente a situação das duas barragens objeto de estudo nesta pesquisa, verificou-se que, o rendimento e as garantias associados a cada uma delas são diferenciados, o que coloca em evidência a necessidade de os processos de tomada de decisão sobre a alocação de água ser também diferenciados.

Em relação à Barragem de Faveta, as simulações realizadas permitiram verificar que o rendimento da mesma, bem como as taxas de garantia hídrica que são associadas com os diferentes níveis de rendimento nesta barragem garante o fornecimento de água para atender as principais necessidades de irrigação e do consumo doméstico em dois cenários. Em primeiro lugar, todas as demandas da irrigação de 30 ha de terrenos agrícolas poderão ser atendidas com 100% de garantia; e todas as demandas atuais de consumo doméstico (0,18 m³/família/dia) isto é 35,3 litros de água per capita/dia poderão ser atendidas, também com 100% de garantia. Segundo, mantendo constante a área de irrigação e aumentando o consumo doméstico de 0,18 m³ de água/família/ para 0,51 m³/família/dia (100 litros per capita/dia), todas demandas neste segundo cenários seriam atendidas com elevada taxa de garantia hídricas.

Portanto, pode concluir-se que em relação ao fornecimento de água, a partir da Barragem de Faveta os riscos associados a possíveis falhas são nulos. Sendo assim, valor de rendimentos da produção agrícola é maximizado com o seu montante a alcançar \$ECV 404,6 milhões/ano, como apresentado na Tabela 30.

Tabela 30 - Benefícios agricultura (Barragem de Faveta)

Área total (ha)	(%) Área	Área (ha)	Espécie	Consumo água (m ³ /ha)	Custos Operacionais (\$ECV)	Margem líquida (\$ECV)
30	0,29	8,7	Beterraba	43.156,47	7.979.783,03	198.732.216,97
30	0,14	4,2	Cebola	48.956,91	26.881.766,73	66.360.249,27
30	0,13	3,9	Repolho	41.122,14	5.609.850,39	45.799.949,61
30	0,11	3,3	Tomate	39.175,79	27.559.397,53	26.033.658,47
30	0,08	2,4	Pimentão	18.496,91	3.173.490,55	26.946.989,45
30	0,08	2,4	Abóbora	27.154,67	12.090.987,55	7.942.292,45
30	0,06	1,8	Batata	5.127,44	2.168.785,60	20.217.454,40
30	0,03	0,9	Alface	9.809,29	5.266.690,41	308.809,59
30	0,05	1,5	Cenoura	27.063,75	2.438.571,24	9.909.428,76
30	0,02	0,6	Milho	6.135,99	398.722,37	2.370.277,63
				266.199,34	93.568.045,39	404.621.326,61

Fonte: Pesquisa, 2015.

Repare-se que no primeiro cenário aqui exposto os benefícios do consumo humano atingem o valor de 86,72 milhões/ano distribuídos entre as localidades de Faveta e Achada Leitão. Ao se aumentar a dotação de água no consumo doméstico de 0,18 m³/família/dia, o valor de benefícios tende a aumentar, por causa de redução de tempo na

coleta de água, tempo extra que pode ser dedicado à atividades geradoras de rendimentos; estudo, entre outros. Por outro lado, são evitados os riscos de acidente nos trajetos entre residência e fontes de água.

Pelo fato de maior quantidade de água de consumo humano estar disponível a partir da Barragem de Faveta, respeitando os padrões de qualidade, outros benefícios emergem para as famílias, sociedade e para o sistema nacional de saúde, em razão de poupanças no tratamento e prevenção contra organismos patogênicos ou vetores transmissores de doenças que usam a água para fazer a propagação.

A Tabela 31 apresenta os cálculos de média e desvio padrão da margem de produção agrícola da Barragem de Faveta, considerando as dez culturas que foram selecionadas a partir do Plano Nacional de Horticultura do Ministério de Agricultura de Cabo Verde (Cabo Verde, 2004). Conforme informa esta tabela, a média de produção das dez culturas é de \$ECV 40,5 milhões/ano (\$EU 367 mil/ano). Porém o desvio em relação à média é elevado, cerca de \$EU 1.6 milhões/ano.

Tabela 31 - Desvio padrão de margem líquida (Faveta e Achada Leitão)

Espécie	(%) Área	Área (ha)	C. Água (m3/ha)	Margem Líquida (\$ECV)	$(B_i - \bar{B})$	$\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2$
Beterraba	0,29	8,70	43.156,47	198.732.216,97	158.270.084,31	25.049.419.585.931.700,00
Cebola	0,14	4,20	48.956,91	66.360.249,27	25.898.116,61	670.712.443.906.313,00
Repolho	0,13	3,90	41.122,14	45.799.949,61	5.337.816,95	28.492.289.832.254,50
Tomate	0,11	3,30	39.175,79	26.033.658,47	(14.428.474,19)	208.180.867.334.166,00
Pimentão	0,08	2,40	18.496,91	26.946.989,45	(13.515.143,21)	182.659.096.000.970,00
Abóbora	0,08	2,40	27.154,67	7.942.292,45	(32.519.840,21)	1.057.540.007.499.400,00
Batata	0,06	1,80	5.127,44	20.217.454,40	(20.244.678,26)	409.846.997.913.369,00
Alface	0,03	0,90	9.809,29	308.809,59	(40.153.323,07)	1.612.289.353.261.440,00
Cenoura	0,05	1,50	27.063,75	9.909.428,76	(30.552.703,90)	933.467.715.795.801,00
Milho	0,02	0,60	138,00	2.370.277,63	(38.091.855,03)	1.450.989.419.426.630,00
				404.621.326,61	364.159.193,95	31.603.597.776.902.100,00
			Média	40.462.132,66	364.159.193,95	
			Desvio	177.774.007,60		

Fonte: Pesquisa, 2015.

Barragem de Salineiro

Em relação à Barragem de Salineiro, o resultado de simulações indica que, tanto o valor de rendimento da barragem, quanto o valor de taxas de garantias hídricas sugerem a ocorrência de riscos ou falhas no fornecimento, como é demonstrado na Tabela 23. Ainda de

acordo com resultados de simulações realizadas, dois cenários de entrega de água poderão ser elaborados, tendo em vista a maximização de benefícios líquidos nos usuários múltiplos de água, de acordo com os critérios definidos previamente. Estes critérios de desempenho da barragem podem consistir em: a) atender a demanda do consumo prioritário (consumo doméstico) com 100% de garantias de fornecimento; e b) atender as demandas do setor agrícola, com taxas de garantias não inferiores a 90%. Pela análise da curva que relaciona o rendimento com as taxas de garantia hídrica, estes dois critérios poderão ser atendidos no nível de em que o rendimento da Barragem de Salineiro alcançar o volume de $0,3790 \text{ hm}^3/\text{ano}$ e a taxa garantia de disponibilidade hídrica for igual ou superior a 90,6%.

Este rendimento está abaixo das necessidades iniciais projetadas para irrigar 58 ha de terrenos agrícolas, repartidos entre Salineiro e Calabaceira. A alternativa é atender com 100% de garantia hídrica o setor prioritário (consumo doméstico) e destinar o remanescente para o setor da agricultura. Repare-se que este nível de rendimento mantém os benefícios do setor de consumo doméstico que foi inicialmente avaliado em \$ECV 23,7 milhões/ano, mediante a entrega $0,18 \text{ m}^3$ de água/família/dia para 70 famílias. Após a entrega no setor de consumo doméstico à irrigação poderia ainda ser disponibilizado um volume de água que pode variar entre $0,3287 \text{ hm}^3/\text{ano}$ e $0,3593 \text{ hm}^3/\text{ano}$. O rendimento de $0,3278 \text{ hm}^3/\text{ano}$ atende as necessidades para cultivar e irrigar até 21,5 ha de terreno/ano. O rendimento de água de $0,3593 \text{ hm}^3/\text{ano}$ poderá garantir o cultivo e irrigação de 24 ha de terrenos agrícola/ano.

A Tabela 32 mostra o valor de benefícios econômicos da produção agrícola, com 100% de garantias hídricas, irrigando 24 ha de terrenos agrícola/ano. Este benefício econômico da produção agrícola neste nível de garantia e rendimento poderá ascender \$ECV 322,3 milhões/ano, com um desvio padrão de \$ECV 15,7 milhões/ano.

Tabela 32 - Benefícios médios/100% de garantia (Barragem de Salineiro)

Área cultivada (ha)	Espécie Agrícola	B (\$ECV)	$(B_i - \bar{B})$	$\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2$
6,931	Beterraba	158.323.332,85	126.088.500,50	15.898.309.957.422.300,00
3,346	Cebola	52.866.998,58	20.632.166,23	425.686.283.426.361,00
3,107	Repolho	36.487.293,19	4.252.460,84	18.083.423.194.535,70
Área cultivada (ha)	Espécie Agrícola	B (\$ECV)	$(B_i - \bar{B})$	$\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2$
2,629	Tomate	20.740.147,92	(11.494.684,43)	132.127.770.255.499,00
1,912	Pimentão	21.467.768,26	(10.767.064,09)	115.929.669.140.794,00
1,912	Abóbora	6.327.359,65	(25.907.472,70)	671.197.141.870.815,00
1,434	Batata	16.106.572,00	(16.128.260,35)	260.120.781.864.550,00
0,717	Alface	246.018,31	(31.988.814,04)	1.023.284.223.862.740,00
1,195	Cenoura	7.894.511,58	(24.340.320,78)	592.451.215.488.577,00
0,478	Milho	1.888.321,18	(30.346.511,17)	920.910.740.300.763,00
	Somatório	322.348.323,53		20.058.101.206.826.900,00
	Média	32.234.832,35		
	Desvio padrão	15.736.291,78		

Fonte: Pesquisa, 2015.

Comparando os dados de benefícios médios projetados nas tabelas 33 e 34 com os dados iniciais da Tabela 20, resulta que, as projeções do Governo de Cabo Verde, que previam a irrigação de 58 ha de terrenos agrícolas distribuídas entre as localidades de Salineiro e Calabaceira não realizadas em bases realistas. Antes destas simulações que avaliaram o rendimento e as taxas de garantias hídricas da Barragem de Salineiro, a margem líquida de produção agrícola distribuída entre Salineiro e Calabaceira apresentava um valor superestimado da ordem de \$ECV 782,3 milhões.

Mediante a elaboração de um novo plano de entrega de água, que considerou na sua elaboração o rendimento efetivo desta barragem, concluiu-se então que a água disponível, mantido constante, o valor de demais variáveis de produção agrícola, garante rendimentos econômicos cujo valor varia entre \$ECV **322,4 milhões** (Tabela 30) e \$ECV **275,5** (tabela 30). O desvio foi calculado para se avaliar o nível de dispersão de rendimentos agrícolas em relação à média.

Tabela 33 - Benefícios médios/95% de garantia (Barragem de Salineiro)

Área (ha)	Espécie Agrícola	B (\$ECV)	P _k (95%)	(B _i - \bar{B})	$\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2$
6,235	Beterraba	142.424.755,49	135.303.517,72	107.755.549,06	11.611.258.354.162.500,00
3,01	Cebola	47.558.178,64	45.180.269,71	17.632.301,06	310.898.040.604.570,00
2,795	Repolho	32.823.297,22	31.182.132,36	3.634.163,71	13.207.145.866.556,70
2,365	Tomate	18.657.455,24	17.724.582,48	(9.823.386,17)	96.498.915.941.677,10
1,72	Pimentão	19.312.009,11	18.346.408,65	(9.201.560,00)	84.668.706.479.577,70
1,72	Abóbora	5.691.976,25	5.407.377,44	(22.140.591,21)	490.205.779.212.339,00
1,29	Batata	14.489.175,65	13.764.716,87	(13.783.251,78)	189.978.029.715.414,00
0,645	Alface	221.313,54	210.247,87	(27.337.720,79)	747.350.977.860.505,00
Área (ha)	Espécie Agrícola	B (\$ECV)	P _k (95%)	(B _i - \bar{B})	$\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2$
1,075	Cenoura	7.101.757,28	6.746.669,41	(20.801.299,24)	432.694.050.103.350,00
0,43	Milho	1.698.698,97	1.613.764,02	(25.934.204,63)	672.582.969.849.766,00
	Somatório	289.978.617,40	275.479.686,53		14.649.342.969.796.200,00
	Média	28.997.861,74	27.547.968,65		
	Desvio padrão	13.448.274,46			

Fonte: Pesquisa, 2015.

A Tabela 34 que se segue mostra os resultados da produção agrícola, quando a disponibilidade de água é suficiente para irrigar 21,5 ha de terrenos, com 95% de garantias hídricas. O rendimento agrícola é reduzido para \$ECV 275,5 milhões/ano, com desvio de \$ECV 13,4 milhões/ano. A Tabela 32 foi gerada a partir de simulações que preveem entrega de 0,3287 hm³/ano, para irrigar 21,5 ha de terrenos agrícolas/ano. Neste cenário, como é mostrado o valor do rendimento médio poderá ascender \$ECV 289,9 milhões/ano, com desvios que poderão chegar \$ECV 14 milhões/ano.

Tabela 34 - Benefícios médios/com 100% de garantia (Barragem de Salineiro)

Área cultivada (ha)	Espécie	B (\$ECV)	$(B_i - \bar{B})$	$\sum_{i=1}^n (B_i - \bar{B})^2$
6,235	Beterraba	142.424.755,49	113.426.893,75	12.865.660.226.218.800,00
3,01	Cebola	47.558.178,64	18.560.316,90	344.485.363.550.770,00
2,795	Repolho	32.823.297,22	3.825.435,48	14.633.956.638.844,00
2,365	Tomate	18.657.455,24	(10.340.406,50)	106.924.006.583.576,00
1,72	Pimentão	19.312.009,11	(9.685.852,63)	93.815.741.251.609,70
1,72	Abóbora	5.691.976,25	(23.305.885,49)	543.164.298.296.220,00
1,29	Batata	14.489.175,65	(14.508.686,09)	210.501.971.983.838,00
0,645	Alface	221.313,54	(28.776.548,20)	828.089.726.161.225,00
1,075	Cenoura	7.101.757,28	(21.896.104,46)	479.439.390.696.232,00
0,43	Milho	1.698.698,97	(27.299.162,77)	745.244.287.922.179,00
	Somatório	289.978.617,40		16.231.958.969.303.300,00
	Média	28.997.861,74		
	Desvio padrão	14.156.078,38		

Fonte: Pesquisa, 2015.

A Tabela 35 e a Tabela 36 sintetizam os montantes do valor econômico total da água e custo econômico total da água das duas barragens. Em seguida é feita uma discussão sobre o significado do valor e do custo de água no contexto das duas barragens.

Tabela 35 - Valor econômico total da água de barragens

Componentes do VTA			
#	Contas	Valor (\$ 1000)	%
1	Valor total da água (VTA)	818,9925	100%
1.1	Valor econômico total (VET)	694,57	85%
1.1.1	Valor de uso	694,57	85%
1.1.1.1	Valor de uso Irrigação	694,57	85%
1.1.1.1.1	Valor Faveta e Achada Leitão	404,6	49%
1.1.1.1.2	Valor Salineiro e Calabaceira	289,97	35%
1.1.2	Valor de Benefícios de Retorno (BR)		
1.1.2.1	Valor de Benefícios de Retorno Faveta		
1.1.2.2	Valor de Benefícios de Retorno Salineiro		
1.1.3	Valor uso indireto	124,4225	15%
1.1.3.1	Valor Pecuária	2,11	0%
1.1.3.1.1	Valor Pecuária Salineiro	2,11	0%
1.1.3.1.2	Valor Saúde	n.d.	
1.1.4	Valor Consumo doméstico	122,3125	15%
1.1.4.1	Valor consumo doméstico Faveta	10,4125	1%
1.1.4.1.2	Valor consumo doméstico Achada Leitão	86,7	11%
1.1.4.1.3	Valor consumo doméstico Calabaceira	25,2	3%
1.2	Ajustes Sociais (AS)	n.d.	
1.3	Valor Intrínseco de Água (VI)	n.d.	

Fonte: Pesquisa, 2015.

A Tabela 35 fornece apresenta os valores de benefícios de água de barragens nos usos alternativos. O consumo doméstico que inicialmente é ignorado dos objetivos da barragem aparece proporcionando benefícios da ordem de \$ECV 122 milhões/ano cerca de \$EU 1,1 milhão/ano. Faveta e Achada leitão, onde a situação de abastecimento de água é crítica para 270 famílias, contribuiu com 11% de todos os benefícios diretos e indiretos da barragem. No seu conjunto, a água que for desviada de irrigação para atender as demandas destes e de moradores de Calabaceira representam 15% de rendimentos das barragens.

Em Faveta e Achada Leitão o montante de benefícios líquidos de consumo doméstico chegam a mais de \$EU 786,3 mil/ano com 99% de garantias hídricas. De modo análogo, o valor médio de benefícios líquidos da Barragem de Faveta na agricultura irrigada nessas duas localidades chega a \$EU 3,66 milhões/ano. O valor total de benefícios médios esperados da Barragem de Faveta é \$EU 4,4 milhões/ano com 99% de garantias hídricas. Situação adversa ocorre em relação à Barragem de Salineiro que foi projetada para irrigar uma área agrícola de 58 ha. Conforme é apresentado na referida tabela, o valor de benefícios da

Barragem de Salineiro na irrigação pode chegar a \$EU 2,5 milhões/ano, com 90% de garantia hídrica.

O valor de benefícios desta barragem na pecuária é \$ECV 2,11 milhões/ano, considerando apenas uma amostra de dez pequenos pecuaristas de Salineiro. Este valor considera apenas o valor do tempo nas deslocações entre as montadas e os bebedouros e o rendimento médio de \$EU 225,94/pecuarista/mês.

Tabela 36 - Custo econômico total da água de Barragens

#	Contas	Componentes do CTA	
		Valor (\$ 1000)	%
1	Custo Total Água (CTA)	85,5	100%
1.1	Custo Econômico Total (CET)	85,5	100%
1.1.1	Custo Anual Total	85,5	100%
	Custo Anual Total Faveta	37,27	44%
	CA Faveta	0,47	1%
	Custo Anual Total Salineiro	48,2	56%
	CA Salineiro	0,61	1%
1.1.1.1.1	O.M.	35,3	41%
	O.M. Faveta	15,4	18%
	O.M. Salineiro	19,9	23%
1.1.1.1.1.1	CC	49,1	57%
	Juros	49,1	57%
	Juros Faveta	21,4	25%
	Juros Salineiro	27,7	32%
1.1.1.1.1.1.1.1	Depreciação	n.d ¹⁰ .	n.d.
	Depreciação Faveta	n.d.	n.d.
	Depreciação Salineiro	n.d.	n.d.
1.1.1.1.1.1.1.1.1	Custo Substituição	n.d.	n.d.
	Custo Substituição Faveta	n.d.	n.d.
	Custo Substituição Salineiro	n.d.	n.d.
1.1.2	Custo Oportunidade (CO)	n.d.	n.d.
1.1.3	Externalidades Econômicas (CE)	n.d.	n.d.
1.2	Custos Externalidades Ambientais (EE)	n.d.	n.d.

Fonte: Pesquisa, 2015.

A Tabela 36 apresenta a projeção de custo econômico total da barragem. A relação benefícios/custos, nesta fase em que as barragens ainda não estão operacionais é de

¹⁰ Não foi determinado.

8,8. É importante salientar que por inexistência de dados, a maioria dos itens que formam o custo econômico da água não pôde ser determinada. É o caso de custo externo provocados por terceiros. O custo de oportunidade que é montante de benefício na segunda melhor alternativa que é preterida, para que a primeira alternativa seja mantida, com eficiência também não calculada por falta de informações. O conceito de custo de oportunidade se aplica à escassez.

Embora a disponibilidade seja uma restrição importante, sobretudo, em relação à barragem de Salineiro, simulações feitas no âmbito desta pesquisa, na perspectiva de um padrão de vazão regularizada, o custo de oportunidade seria zero em relação à Barragem de Faveta. Em relação à Barragem de Salineiro o custo de oportunidade poderia ter sido avaliado, na prática calculando a variação os diferentes níveis de demanda de consumo humano, e seus impactos na variação de disponibilidade de irrigação. Como a barragem não está em operações, preferiu-se não atribuir valor a este subcomponente do custo econômico total.

5.2 Pesquisa de campo

Entre o ano de 2021 e 2014 foram realizadas um total de 5 cinco missões de trabalho na área de estudos desta pesquisa. Estas missões consistiram de trabalho de reconhecimento da área de interesses desta pesquisa, coleta de informações socioeconômicas, informações sobre a localização das estações pluviométricas, e também foram realizados encontros com membros da associação de camponeses no Vale da Ribeira Grande de Santiago, autoridades municipais responsáveis do Serviço Autônomo de Abastecimento de Água e Saneamento (SAAAS) dos municípios de Ribeira Grande de Santiago e São Salvador do Mundo.

Com as autoridades nacionais, estes encontros foram no Instituto Nacional de Estatísticas; ex-Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (hoje Agência Nacional de Água e Saneamento); Direção Geral de Agricultura Silvicultura e Pecuária; Direção Geral de Planeamento; Direção de Serviços de Obras e Infraestruturas; e Instituto Nacional de Desenvolvimento Agrário, todos do Ministério do Desenvolvimento Rural. Também foram feitos encontros com responsáveis do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Todos os dados secundários que são utilizados nesta pesquisa foram disponibilizados por estas instituições públicas do Governo de Cabo Verde e dos dois municípios anteriormente mencionados.

Os trabalhos de campo permitiram coletar informações, que permitiram elaborar: dois mapas de uso e ocupação do território na área das bacias; dois mapas de sistemas ambientais na área das bacias; dois mapas de localização e distribuição espacial de chuva média dos últimos 53 anos; dois mapas de isometria com a altitude média na área das duas bacias hidrográficas.

VI PARTE

6 CONCLUSÕES

As barragens de Salineiro e Faveta constituem as duas primeiras barragens já construídas, de um grupo de 22 barragens que estão previstas no âmbito do programa de mobilização de água para a modernização da agricultura em Cabo Verde, depois da entrada em funcionamento da Barragem de Poilão, que foi construída em 2005.

Esta pesquisa apresentou e testou um modelo empírico de apoio a tomada de decisão sobre os processos de gestão da água nas barragens de Salineiro e Faveta. Para operacionalizar este modelo foi utilizado um conjunto de dados primários e secundários, de natureza hidrológica, econômica e social com vista auxiliar o processo de tomada de decisão pelas autoridades quanto aos melhores critérios a serem adotados racionais na escolha das melhores opções na gestão da alocação de água das barragens de Faveta e Salineiro. A pesquisa argumentava que a determinação do Governo de Cabo Verde que prevê o uso exclusivo da água das mesmas na irrigação tem menor potencial para maximizar o bem-estar econômico e social dos moradores das localizadas onde as barragens foram construídas.

As conclusões e recomendações desta pesquisa revestem-se de capital importância para o sistema nacional de gestão dos recursos hídricos em Cabo Verde. Neste país, além das conhecidas limitações de natureza financeira e organizacional, o sistema nacional dos recursos hídricos, as outras limitações de natureza climática contribuem grandemente para elevar os níveis de incerteza e riscos associados à disponibilidade de água em regime contínuo na irrigação.

Apoiado nos resultados das simulações realizadas através do modelo hidrológico YELLAS (Araújo et al, 2006), a pesquisa elaborou e propõe alguns cenários de uso e afetação de água das barragens, sobretudo da Barragem de Salineiro. Estes cenários poderão servir de modelo na gestão das outorgas de água dessas e doutras barragens estão previstas para ser construídas nos próximos anos nas diferentes ilhas do arquipélago de Cabo Verde.

No que concerne à Barragem de Salineiro, que foi construída na Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande, as simulações demonstraram que as possíveis dotações de água no consumo doméstico serão ser atendidas com elevados níveis de garantia hídrica, entre

100 e 95%, sem que essa dotação possa colocar em risco os consumos de outros usos consumptivos, como são na pecuária, irrigação e nas atividades econômicas como por exemplo no turismo. Inversamente, se toda a demanda da irrigação é atendida com garantia hídrica máxima (100%), os outros usos sofrerão restrições importantes.

Concretamente, os resultados das simulações que permitiram mensurar e projetar a disponibilidade de água, bem como as respectivas taxas de garantia hídrica a que estão associadas a cada nível de rendimento hídrico, por um período de 1000 anos, mostram que o rendimento máximo da Barragem de Salineiro ficou estabelecido em $0,5460 \text{ hm}^3$ de água/ano. Este volume de rendimento supera necessidades de irrigação que foram estimadas em $0,5147 \text{ hm}^3$ /ano, projetadas para atender as necessidades de irrigação de 58 ha de terrenos agrícolas. Entretanto, este valor de rendimento de barragem só seria atendida com uma taxa de garantia hídrica extremamente reduzida isto é 53,9%. No Estado do Ceará, por exemplo, a taxa de garantia hídrica estabelecida pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos estaduais é de 95%.

Neste sentido o rendimento da Barragem de Salineiro é considerado como tecnicamente insuficiente para atender todas as demandas na irrigação. Porém, a alocação de uma parte desta água nos usos anteriormente referidos tem potencial para otimizar melhor o bem-estar dos moradores das localidade de seu entorno, ao invés de sua alocação exclusiva na irrigação de uma quantidade menor de área irrigada. A pesquisa definiu um novo perfil de uso de água nesta barragem. O mesmo é mais realista e sustentável e calculado, segundo as estimativas avaliadas em $0,3790 \text{ hm}^3$ de água/ano, associado a uma taxa de garantia hídrica de 90,06%.

Deste modo, se as autoridades que gerem os recursos hídricos em Cabo Verde optarem por alocar $0,18 \text{ m}^3$ de água/família/dia, como 100% de garantias hídricas, a demanda na irrigação poderia ser atendida com 90% de garantia. Após a primeira alocação verificou-se que seria possível fazer um novo remanejamento para aumentar a oferta de água nos consumidores e reduzindo ligeiramente a área de cultivo. Deste modo, em função de garantias adotadas, a disponibilidade de água na Barragem de Salineiro somente viabilizaria a irrigação de entre 21,3 e 24,9 ha de terrenos agrícolas. Este aumento de oferta nos consumidores foi motivado pelo fato constatado de que a demanda atual desses moradores é fortemente reprimida por fatores como tempo e capacidade dos recipientes usados na coleta de água. Estes moradores percorrem diariamente alguns a pé, gastando entre 5 minutos e uma hora e meia nos trajetos entre suas residências e fonte de água mais próxima.

O resultado destas simulações sugere ainda que em Salineiro a evaporação varia entre 0,129 hm³/ano e 0,174 hm³/ano enquanto em Faveta a evaporação varia entre 0,102 hm³/ano e 0,140 hm³/ano. Por esta razão a pesquisa concluiu-se que o desempenho da Barragem de Salineiro é baixo em comparação com o desempenho estimado da Barragem de Faveta. Existem riscos potenciais de falhas no fornecimento de água para atender as necessidades de todos os seus usuários em Salineiro. Com base nas restrições evidenciadas pelo resultado de simulações, um processo de decisão é necessário para estabelecer novas as estratégias e reavaliar os objetivos de irrigar 58 ha de terrenos. Deste modo, a alocação de mais água no consumo doméstico tende a otimizar o bem-estar social dos moradores de Calabaceira. O modelo permitiu calcular o valor de erosividade hídrica. Comparando os valores nas duas bacias hidrográficas cujo escoamento superficial alimenta as duas barragens, as evidências indicam igualmente alto valor de erosão de solo na bacia hidrográfica de origem hídrica.

Relativamente à Barragem de Faveta, localizada no Município de São Salvador do Mundo, de acordo com os resultados das simulações realizadas, também para um período de mil anos, inexistem restrições relativamente ao atendimento das demandas estimadas. Vale lembrar que essas demandas são de algum modo reprimidas pelas condições de acesso físico, restrições econômicas e financeiras. Os resultados dessas mesmas simulações evidenciam que as projeções relativamente que os cálculos para determinar a superfície da área total das terras a irrigar foram demasiado conservadoras relativamente às potencialidades da barragem. Cálculos indicam um rendimento da ordem dos 0,5640 hm³/ano. Em Faveta, de acordo com os dados destas simulações, estaria afastado qualquer cenário de restrição quanto ao uso de água da barragem, projetada para irrigar os 30 ha de terrenos agrícolas distribuídos entre Faveta e Achada Leitão.

A partir dos resultados das simulações o modelo empírico permitiu fazer uma reavaliação dos objetivos do governo quanto à ampliação de área irrigada em Santiago, pode meio das duas barragens pesquisadas. A pesquisa concluiu que estes objetivos são irrealistas, à luz da média histórica de precipitação registrada nos últimos 53 anos, em estações pluviométricas que são referência para as duas barragens.

O cálculo de assoreamento de barragem era uma preocupação central desta pesquisa. Os elevados valores de erosividade hídrica nas bacias hidrográficas que alimentam as duas barragens fazem prever que os efeitos do fenômeno de assoreamento serão sentidos no curto prazo, se medidas de proteção das ribeiras não forem adotadas. Em relação à Barragem

de Salineiro a erosividade hídrica parece mais acentuado que em relação à Barragem de Faveta. O modelo permitiu igualmente fazer a avaliação do risco de a vazão de cheias calculadas no projeto da Barragem de Salineiro poder não igualada ou e superada no período de tempo entre 10 e 100 anos. Os resultados do modelo sinalizam que os riscos são consideráveis. Ou seja, são grandes as chances de a barragem não receber o escoamento predito. Em relação à Barragem de Faveta essas informações não foram levantadas na medida em que o rendimento da mesma não evidencia restrições quanto ao risco de falhas no fornecimento de água para os usos definidos.

O sub-componente econômico do modelo empírico permitiu fazer vislumbrar que em relação à Barragem de Faveta os objetivos quanto à irrigação de 30 ha de terrenos agrícolas e quanto ao rendimento econômico projetado são aparentemente compatíveis o valor de taxa de garantia hídrica e rendimento desta barragem. Por esta razão, as projeções iniciais de margem líquida da produção agrícola foram mantidas. Entretanto, o valor do desvio padrão dos valores de benefícios médios entre culturas é elevado, 4,39 a média de rendimento econômico das dez culturas agrícolas testadas.

Em Salineiro e Calabaceira o valor de rendimentos econômicos de agricultura foi reavaliado e reduzido em função da disponibilidade de água e passou de um potencial de mais de \$ECV 782 milhões/ano, para um valor compreendido entre \$ECV 322,3 milhões/ano e \$ECV 275,4.

Em relação à Barragem de Faveta as simulações não indicaram distúrbios ou possibilidades de riscos no fornecimento de água nos múltiplos usuários. Ao contrário, o método permitiu vislumbrar que o desvio de parte de água de irrigação para ser alocada no consumo doméstico e na pecuária otimizaria os benefícios líquidos da barragem devido o ganho de bem-estar social originado a partir de do consumo de água de boa qualidade.

Os cenários testados revelaram aumento de benefícios líquidos nas localidades de Calabaceira, Faveta e Achada Leitão. De um montante de \$ECV 49,1 milhões/ano no aprovisionamento de água, a partir de sistemas informais e inseguros as projeções desta pesquisa apontaram para cenários de benefícios que podem chegar \$ECV 123 milhões/ano, distribuídos entre a barragem de Faveta (\$ECV 86,7 milhões/ano) e Salineiro (\$ECV 23,7 milhões/ano).

O modelo empírico permitiu também comparar o custo de abastecimento de água potável a partir de sistemas formais e sistemas informais. Avaliado somente na perspectiva de tempo, em média, o custo de provisão de água de sistemas informais foi avaliado em \$ECV

1061,60/0,18 m³/família (\$EU 9,5). Ao contrário, o custo de consumo no primeiro escalão tarifário de água, por famílias com ligação à rede pública é \$ECV 281,78 /m³ (\$EU 2,5).

Portanto, estes impactos econômicos e sociais dessas barragens e que foram revelados por este modelo empírico que de outra forma seriam ignorados por outras abordagens econômicas de água que privilegiam ganhos financeiros da barragem, numa ótica privada evidenciam um grau de robustez do modelo que avaliou também o impacto de custos fixos na estrutura econômica destes sistemas hídricos. Dados disponíveis permitem interpretar que o peso dos custos fixos da barragem, conjuntamente com os custos de escassez será determinante na definição do modelo tarifário como aconselha HARTMANN (2010).

De salientar, por outro lado, que abordagem econômica que foi adotada nesta pesquisa e seu modelo empírico permitiram evidenciar que, nem sempre, o valor econômico total da água é igual ao custo econômico total de água. Como salientam Rogers *et. al.* (1998), sempre o valor econômico total é igual ao custo econômico, a economia tenderá haver um equilíbrio que sugere uma eventual trajetória de sustentabilidade na gestão dos sistemas hídricos em situação de escassez. No caso em apreço, contudo, em razão de alocação de água no consumo doméstico, os benefícios tenderiam a ser maximizados, apesar da diferença entre os montantes de custo e valor de água.

A pesquisa permitiu avaliar a participação de usuários-beneficiários no sistema de rateios custos/benefícios da barragem. Atualmente, os benefícios privados, na ótica de agricultores superam os benefícios dos consumidores, em termos monetários a razão de 1/6,5. Em termos benefícios sociais, o consumo doméstico tem potencial para otimizar mais os benefícios líquidos, cabendo a uma sociedade esclarecida optar pela melhor solução.

Recomendações

Apesar de o método empírico que foi adotado nesta pesquisa atender aos objectivos desta pesquisa, o mesmo revelou-se um método altamente dependente de uma elevada quantidade de dados primários e secundários. Os dados secundários mais importantes na avaliação de custos e benefícios da atividade agrícola e que foi usada como proxy na avaliação do valor dos benefício salientam-se os relativos aos preços de venda de produtos hortícolas, normalmente fornecidos pelos pelos serviços centrais do Ministério da Agricultura, cuja série data do mês de novembro de 2013. Os dados referentes ao valor das variáveis que constituem o custo de produção, são de 2004. No processo de sua atualização para a data

presente foi adotado o parâmetro de custo de vida, na forma de taxa média de inflação no período compreendido entre 2004 e 2014, disponibilizados pelo Banco de Cabo Verde. Por essas razões é sugerida às autoridades a adoção de mecanismos que permitem a atualização sistemática das estatísticas agrícolas nacionais.

A inexistência de um número considerável de dados secundários constituiu uma limitação importante neste estudo. Apesar desta restrição, o método empírico evidenciou robustez necessária para os propósitos do estudo. A maioria das fontes desta pesquisa é constituída de órgãos públicos do Governo de Cabo Verde. No caso específico de dados climatéricos utilizados nesta pesquisa, o facto de não existir uma rede de estações meteorológicas automáticas, dificultou o cálculo do escoamento superficial (deflúvio) e de outros parâmetros importantes do método empírico desta pesquisa. De um total de 75 estações catalogadas na Ilha de Santiago por Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde (INMG) apenas 17 apresentavam séries completas de precipitação. Sugere-se a automação das estações pluviométricas e sua gradual substituição por estações climatológicas automáticas.

Relativamente aos valores do parâmetro morfológico (alfa), indispensável na operacionalização do modelo hidrológico VYELAS (Araújo et al, 2006). Tais medições, em condições de normalidade são feitas com periodicidade tal que permita avaliar a variação permanente na altura e volume de água. Em casos excepcionais admite-se a possibilidade de medições no início da época das chuvas e final da época de estiagem. Para elevar a robustez dos cálculos a pesquisa sugere estudos de batimetria do leito das barragens. Por esta razão, recomenda-se a instalação de réguas ou outros medidores nas barragens.

REFERÊNCIAS

ALI, M. H.; **Fundamentals on Irrigation and on farm water management**. e-ISBN 978-1-4419-6335-2. DOI 10.1007/978-1-4419-6335-2, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, 2010.

ANDERSON, R. S.; LEITCH, J.A.; FERGERT, C.R. Guidelines for economic evaluation of public sector resource project. **Agricultural economics report**. n.. 201, may. 1995. Department of Agricultural Economics, North Dakota University.

ARAÚJO, J. C.; GUNTER A; BRONSTER, A. Loss of reservoir capacity by sediment deposition and its impact on water availability in semiarid Brazil. **Hydrological science journal**. Pages 157-170; Received 04 May 2005, Accepted 17 Oct 2005, Published Feb. 2006, Published online: 19 Jan 2010.

ARAÚJO, José Carlos; MOLINAS, Antonio Pedro; LEAO LOCA, Elano; BARBOSA, Cláudio Pacheco; BEMFEITO, Carlos Jaime; BELO, Paulo Sergio do Carmo. Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará. **Revista econômica do Nordeste**. Fortaleza. 36. n. 2. p.281-307, abr-jun. 2005.

World Bank Data; **World Development Indicators**. Disponível em:
<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**. Modelo e aplicação. Florianópolis: Editora da UFSC. 1994.

BLANCO, H.; LAL, R. **Principles on soil conservation and management**. New York: Dordrecht Heidelberg, 2010.

BAPTISTA, I.; FLESKENS, L.; RITSENA, C.; QUERIDO, A.; TAVARES, J.; FERREIRA, D. A.; REIS, A. E.; GOMES, S.; VARELA, A. Soil and water strategies in Cape Verde and their impacts on livelihoods: an overview from the Ribeira Seca Watershed. **Revista Land**, Land 2015, 4(1), 22-44; doi:10.3390/land4010022, 2014.

BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas**. Modelo e aplicação. Editora da UFSC. ISBN 85-328-0009-2. Florianópolis, 1994.

BROWN, T. C. **The marginal Economic Value of Streamflow from national forests**. Colorado, 2004. (Discussion paper DP-04-1).

CABO VERDE. **Cape Vert: Plan director de l'horticulture**. FAO-CAPE VERT/PROJECT. Praia, 2004.

CABO VERDE. **Censo populacional 2010**. Recenseamento geral de população e habitação. Disponível em: <<http://www.ine.cv/censo/censo2010.aspx>>. Acesso em: jan. 2013.

CABO VERDE. **Decreto-Lei no 26/2003**, de 25 de agosto. 2003. Disponível em:
<http://www.ine.cv/Downloads/DL_n_26_03_Criacao_da_ARE.pdf>. Acesso em: dez. 2014.

CABO VERDE. **Documento de estratégia de crescimento e redução da pobreza – II.** Praia, 2008.

CABO VERDE. **Estudo de impacte ambiental.** Barragem de Poilão. Ilha de Santiago, República de Cabo Verde, 2005.

CABO VERDE. **Fichas técnicas das culturas hortícolas em Cabo Verde.** MAP E CPDA/INIDA, SÃO DOMINGOS, CABO VERDE, 1990.

CABO VERDE. Instituto Nacional de Estatísticas – INE. **Questionário unificado sobre o bem-estar.** Praia, 2007.

CABO VERDE. Instituto Nacional de Estatísticas - INE. **Recenseamento geral da habitação e população.** Praia, 2000.

CABO VERDE. **Memória descritiva e justificativa.** Praia, 2011. (Projeto de construção de Barragem de Faveta).

CABO VERDE. **Memória descritiva e justificativa.** Praia, 2011. (Projeto de construção de Barragem de Salineiro).

CABO VERDE. **Plano ambiental inter-sectorial dos recursos hídricos.** Praia, 2004.

CABO VERDE. **Plano de acção para o desenvolvimento da agricultura da Ilha de Santiago 2009 – 2012.** Praia, 2009.

CABO VERDE. **Plano director da agricultura.** Praia, 1997. (ANEXOS. 0505 FO6CV).

CABO VERDE. **Plano director de irrigação.** Praia, Cabo Verde, 1997.

CABO VERDE. **Plano director dos recursos hídricos 1993-2005.** Praia, Cabo Verde, 1993.

CABO VERDE. **Plano intersectorial:** ambiente e gestão dos recursos hídricos. Praia, 2003.

CABO VERDE. **Política nacional do ambiente.** Praia, 2000.

CABO VERDE. **Questionário unificado de indicadores básicos de bem-estar; QUIBB 2006.** Disponível em: <<http://www.ine.cv/actualise/destaques/files/3b5a506f-4bd9-421a-94c5-ea06d48ff980METODOLOGIAERESULTADOSQUIBB2007.pdf>>. Acesso em: jan. 2011.

CABO VERDE. **Recenseamento geral de agricultura.** Praia, Cabo Verde, 2004.
<Disponível em <http://www.governo.cv/>>. Acesso em: dez. 2013.

CABO VERDE. **Schéma Directeur pour mise em valeur dès ressources em eau (1993 – 2005)** – Programme des Nations Unies pour Le Development/Department pour le Development Economique et social. Cabo Verde, 1993.

CABO VERDE/FAO, **Plano nacional de horticultura,** Praia, Cabo Verde, 2004.

CABO VERDE. **Visão nacional sobre a água, a vida e o ambiente no horizonte 2025**. Praia, 2000.

CAMPOS, N. e STUDART, T. **Hidrologia de reservatórios**: a construção de uma teoria. Fortaleza: ASTEF, 2006.

CAMPOS, N. N.B. **Dimensionamento de reservatórios**. UFC – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, 1996.

CAPE VERT. **Plan Directeur de L'horticulture**; FAO e MAP, Praia, Cabo Verde, 2004.

CHOW, V. T.; MAIDMEN, R. D., e MAYS, W. L. **Hidrologia aplicada**. Santafe de Bogotá, Colombia: McGraw-Hill, 1994.

COSTA, L.F.; **Contribuições para o conhecimento dos processos erosivos em Cabo Verde**. Revista GeoInova N 9/2004. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa 2002. Disponível em: <<http://www.fcsh.unl.pt/geoinova/revistas/numero9.htm>>. Acesso em: jan. 2015.

Como e porquê foi criada a Electra. Disponível em: <<http://www.electra.cv/index.php/2014-05-20-15-47-04/empresa>>. Acesso em: maio 2014.

DOREMBOS, J. ; PRUITT, O.W.; ABOUKHALED, O; DAMAGNEZ, J.; DASTANE, N.G. VAN DER BERG, C.; RIJTEMA, P.E.; ASHFORD, O.M.; FRÉRE, M. FAO Irrigation and drainage Paper 24. Revised 1977. **Crop water requirement**. FAO, Rome, 1977

FAURES. J.M. e MORAIS, J.T. **Aplicação da Equação Universal de Perda de Solos (USLE) à bacia de São Jorge**. Actas do 1º Seminário Nacional de Conservação de Solo e Água, Vila da Ribeira Grande, p. 103-114. Disponível em: portaldoconhecimento.gov.cv. consultado em: 04-Jan-2014.

FRIZZONE, J. A. **Análise de decisão de investimentos em irrigação**. Piracicaba – SP, 2002. (Apostilha).

GREEN, C. **Handbook of water economics principles and practice**. University of Middlesex: Wiley, 2003.

GRIFFIN, Ronald C. **Water resource economics**: The analysis of scarcity, policies and projects. Cambridge, Massachusetts, 2006.

GRIMBLE, R. J. Economic instruments for improving water use efficiency: theory and practice. **Agricultural water management** v. 40, p. 77-82, 1990.

HANEMANN, Michael. **The value of water**. Berkeley: University of California, 2005.

HANSSON, L. **Water as economic and social good**: Some socio-economic principles for Indian water management. Lund University, 2004. (IIIEE Reports 2004:1. Paper prepared in the frame of the UE “Sustain Water”).

HARTMANN, F. **A cobrança pelo uso da água como instrumento econômico na política ambiental**. Associação dos ex-bolsistas na Alemanha/RS. Porto Alegre, 2010.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos**. 7 ed. Local: Atlas, 2007.

HUTTON, G.; HALLER, L. **Evaluation of the cost and benefits of water and sanitation improvements at global level**. Geneva,: World Health Organization, 2004.

JAIN, S. K., SINGH, V. P. **Developments in water sciences**. Water resources systems planning and management. Amsterdam, The Netherlands Elsevier, 2003.

JAMES, L. Douglas e LEE, Robert R. **Economics of water planning**. New Yor: Mcgraw-Hill Book. 1971.

JICA, The study on development on groundwater development in Santiago Island in the Republic of Cape Verde. Nome da Revista, Local. v. 2, Japan, Tokyo, 1999.

JOHANSSON, C. Robert. **Pricing irrigation water: A literature survey**. Washington DC: The World Bank Rural Development Department, 2000.

KIRSTEN. J.F. e ZYL Van J. The economic impact of irrigation agriculture. Methodological aspects and empirical application-Development Southern Africa. Vol. 7, Iss. 2, 1990.

LANNA, A. E. **Economia dos recursos hídricos, parte II**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas hidráulicas. Porto Alegre, 2001.

MANNAERTS, C. (1986a), Contribution à l'évaluation de l'érosion des sols au Cap Vert. Influence des plantations forestières. Réboisements, développement forestier Santiago, – Maio. FAO, Praia.

MANNAERTS, C. (1986b), Rapport de fin de mission. Réboisements, développement forestier Santiago – Maio. FAO, Praia.

MARQUES, M. M. (1984), Relatório técnico da missão de cooperação (5ª fase) realizada na República de Cabo Verde em Junho/Julho de 1983. 1 - Ensaio de compartimentação da paisagem na bacia hidrográfica da Ribeira Seca (ilha de Santiago). Centro de Estudos de Pedologia, Lisboa.

MEXICO, Unidad de inversiones de la Secretaria de Hacienda e Crédito Público (SHCP). **Guía General de la evaluación socioeconómica de proyectos de dotación del servicio de agua potable rural**. Ciudad de México, 2006.

MINISTÉRIO DO AMBIENTE E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DESENVOLVIMENTO ÁGUA. **Fórum mundial**, 5. Relato/Istambul. 2009, Lisboa.

MOURA, M. A. B. ; ARAÚJO, R .C. P. Custo total da água como um bem social e econômico: o caso do sistema de abastecimento do concelho da praia, ilha de Santiago-CV.

Revista Brasileira de Recursos Hídricos RBRH. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/14883>. Acesso em: jan. 2015.

NEGHETTINI, M.; PINTO, E. P. A.. **Hidrologia estatística**. Serviço de Geológico do Brasil, Brasília, 2007.

NAGHETTINI, Mauro; PORTELA, Maria Manuela; **Probabilidade e estatística aplicadas à hidrologia**. Instituto Superior Técnico; Departamento de Engenharia Civil. Lisboa, 2011.

OLIVEIRA, V. P. V. *et. al.* **Cabo Verde: Análise socioambiental e prospectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas**. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. **Meteorologia Agrícola** (Edição Revista e Ampliada) LCE 306 (Apostilha) Universidade de São Paulo; Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Departamento de Ciências Exatas, Piracicaba, SP, Fev. 2007

PIERCE, David *et al.*. **Cost-benefit analysis and the environment**. S.l.: OECD, 2006.

PINTO, M. M. S. **Cartografia geoquímica da Ilha de Santiago com uma densidade baixa de amostragem média/baixa**. 2010. Tese de doutorado. Departamento de Geociências. Aveiro: Universidade de Aveiro. 2010.

PNUD, Relatório do desenvolvimento humano. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. 1 UM Plaza, New York, 10017, USA.

PORTO, B. L. A L. (org.); LANNA, A. E. L.; BRAGA JR. B. P. F.; CIRILO, J. A.; FILHO, Z. K.; AZEVEDO, L. G. T.; BARROS, M. T. L.; BARBOSA, P. S. F. **Técnicas quantitativas para o gerenciamento de recursos hídricos**. Porto Alegre: ABRH, Ed. da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

REBOUÇAS, A. C. Braga. TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: seu capital ecológico, uso e conservação**. Academia Brasileira de Ciências. Instituto de ciências avançadas/USP, 1999.

ROGERS, Peter; BHATIA, Ramesh ; HUBER, Annett. **Water as social and economic good: how to put the concept into practice**. Estocolmo, Global Water Partnership, 1998.

TEIXEIRA, J. J. L. **Hidrosidementologia e disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica da Barragem de Poilão, Cabo Verde**. 2011. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2011.

IWRM Principles – What is IWRM? The Challenge. Disponível em:

<www.wmo.int/pages/.../ICWEDECE.HTML>. Acesso em 03-Jan-2015

TURNER, K.; GEORGIU, S.; CLARK, R.; BROUVER, R. **The valuation of water resources in agriculture**. From sectoral to a functional perspective of natural resource management. Rome: FAO, 2004.

USDA, **Earth dams and reservoirs**. Technical release 60. Washington DC, 1991. (Revised October 1985 210-VI amendment 1).

VIEIRA, V. P. P. B. **Análise de risco em recursos hídricos**. Fundamentos e aplicações. Coleção ABRH 10. Porto Alegre, 2005.

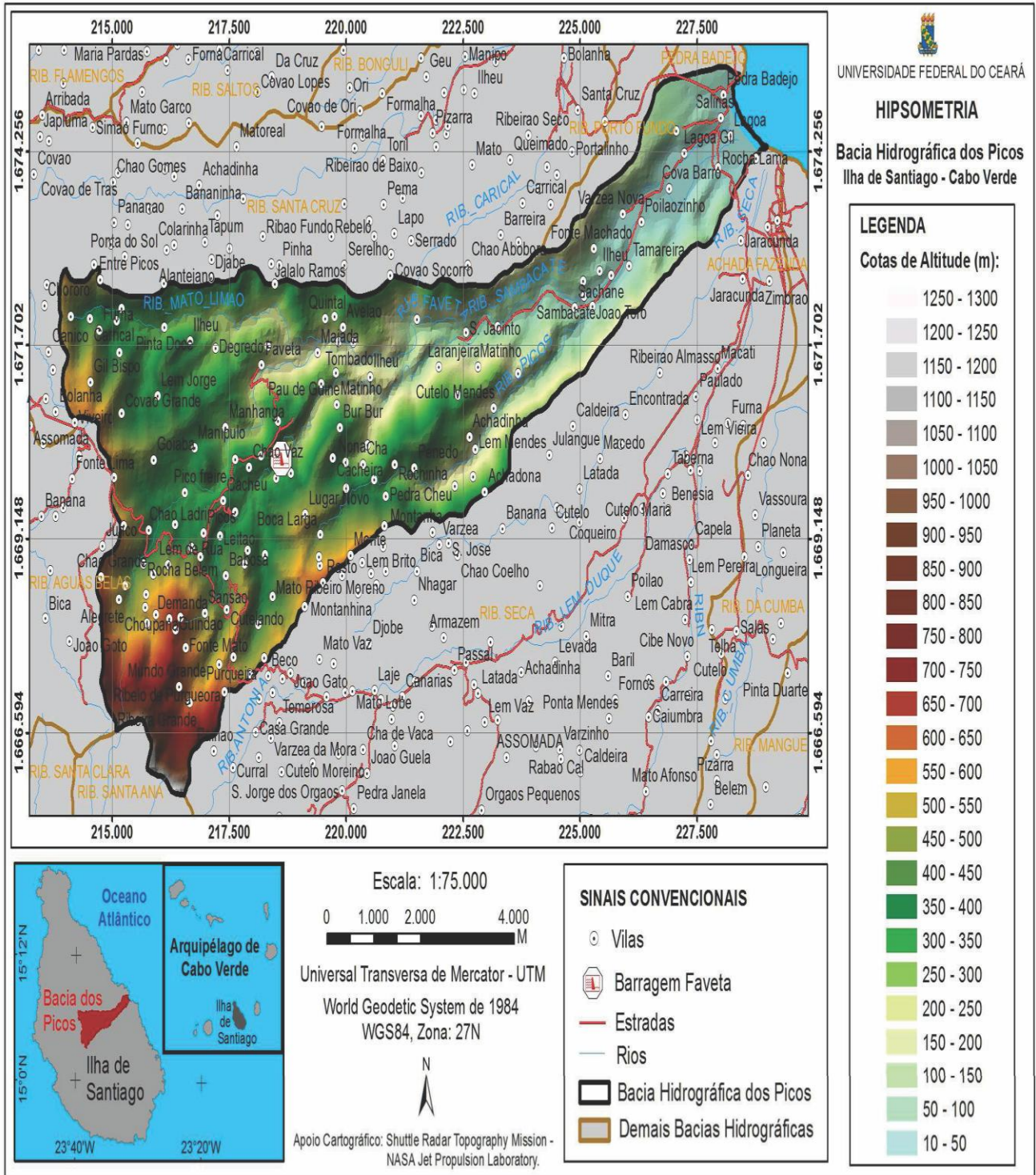
WMO, **The Dublin Statement on water and sustainable development**. 1992. Disponível em: <<http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/documents/english/icwedece.html>>. Acesso em: jan. 2015.

YOUNG, R.A.. Determining the economic value of water. Concepts and methods. Washington, DC, USA, 2005.

YOUNG, Robert. A. **Measuring economic benefits for water investments and policies**. Washington DC: World Bank Technical, 1996. (Paper, 338).

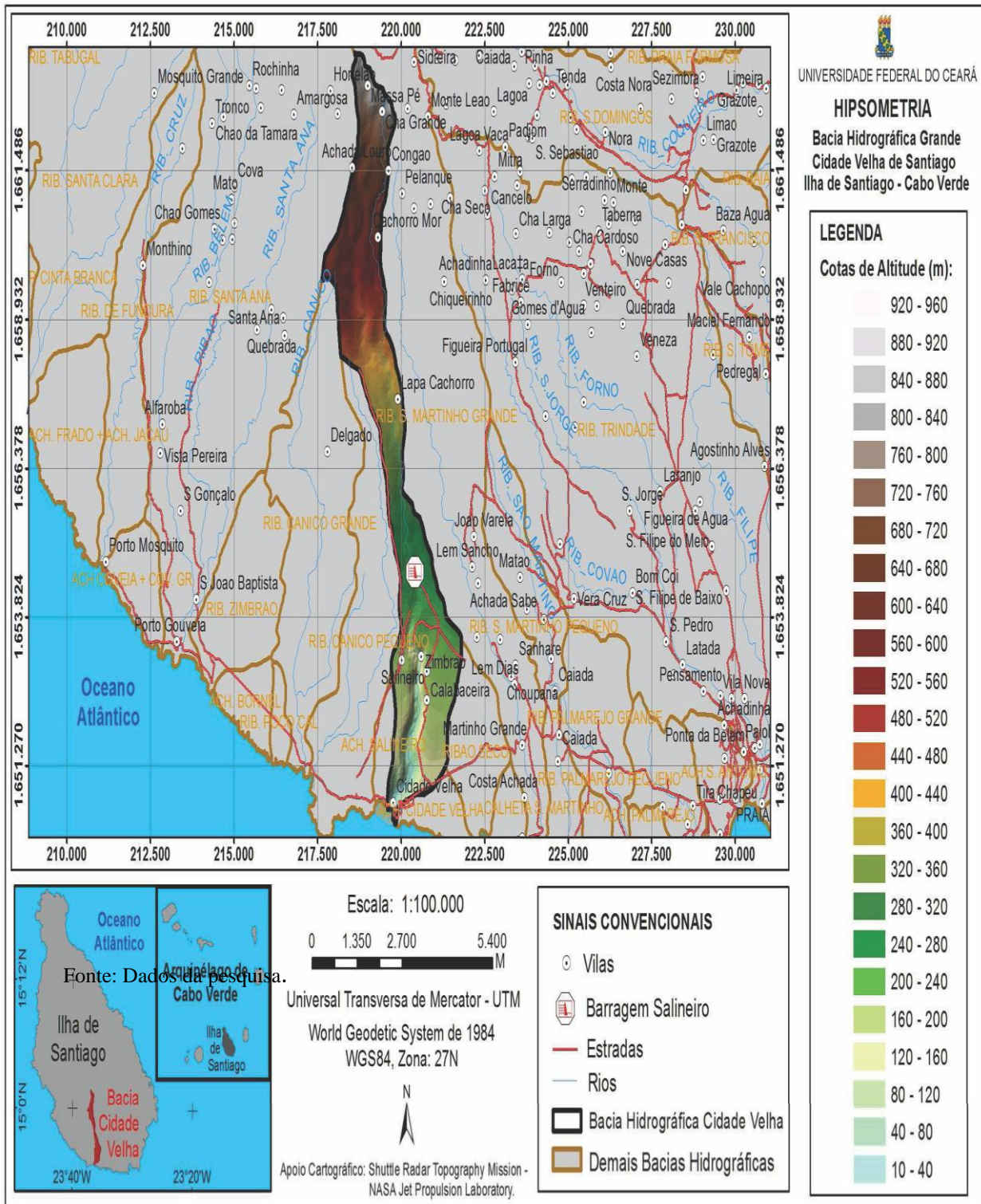
APÊNDICES

APÊNDICE A - Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica de Ribeira dos Picos



Fonte: Dados da pesquisa.

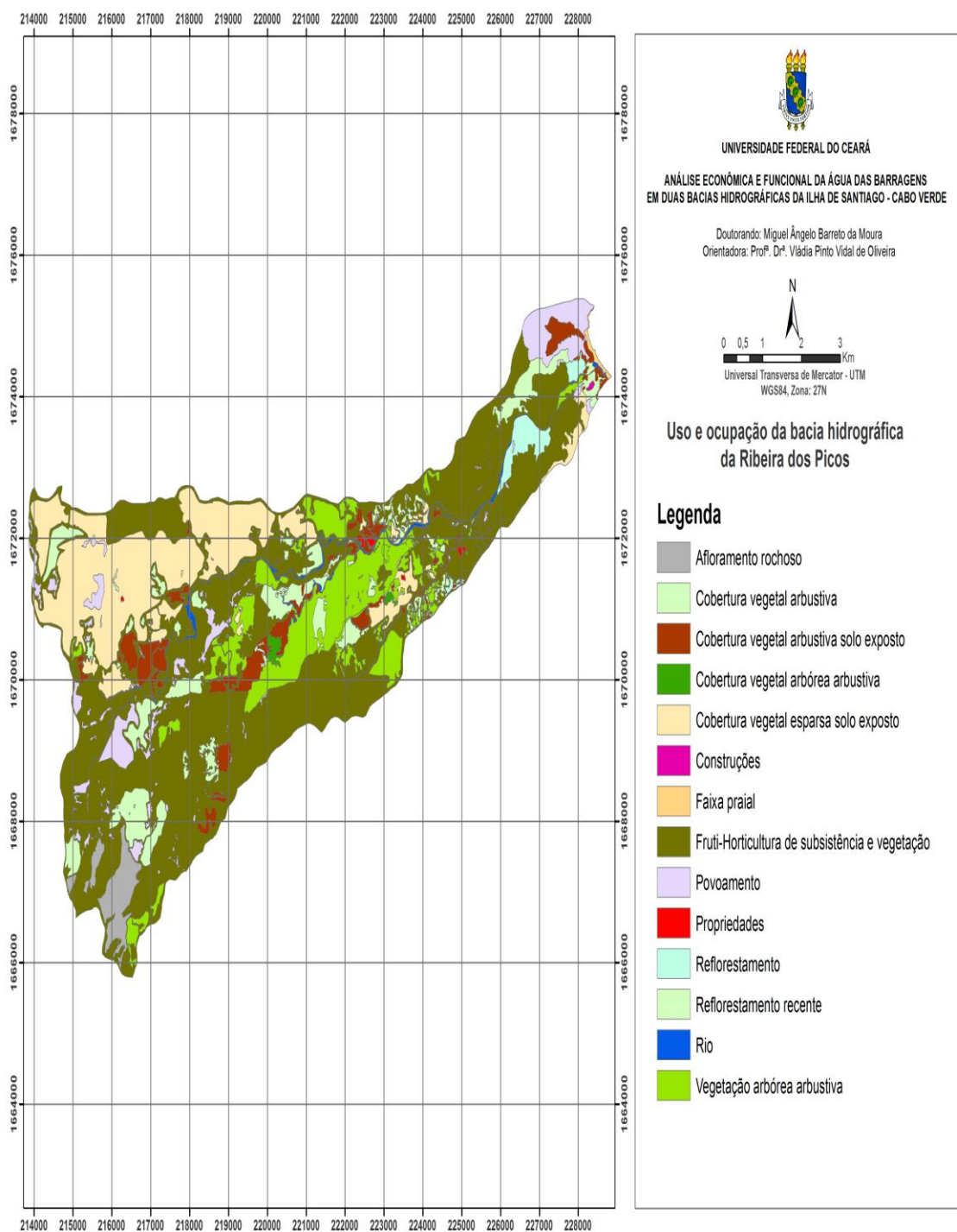
APÊNDICE B - Mapa Hipsométrico da Bacia Hidrográfica de Ribeira Grande de Santiago



Fonte: Dados da pesquisa.

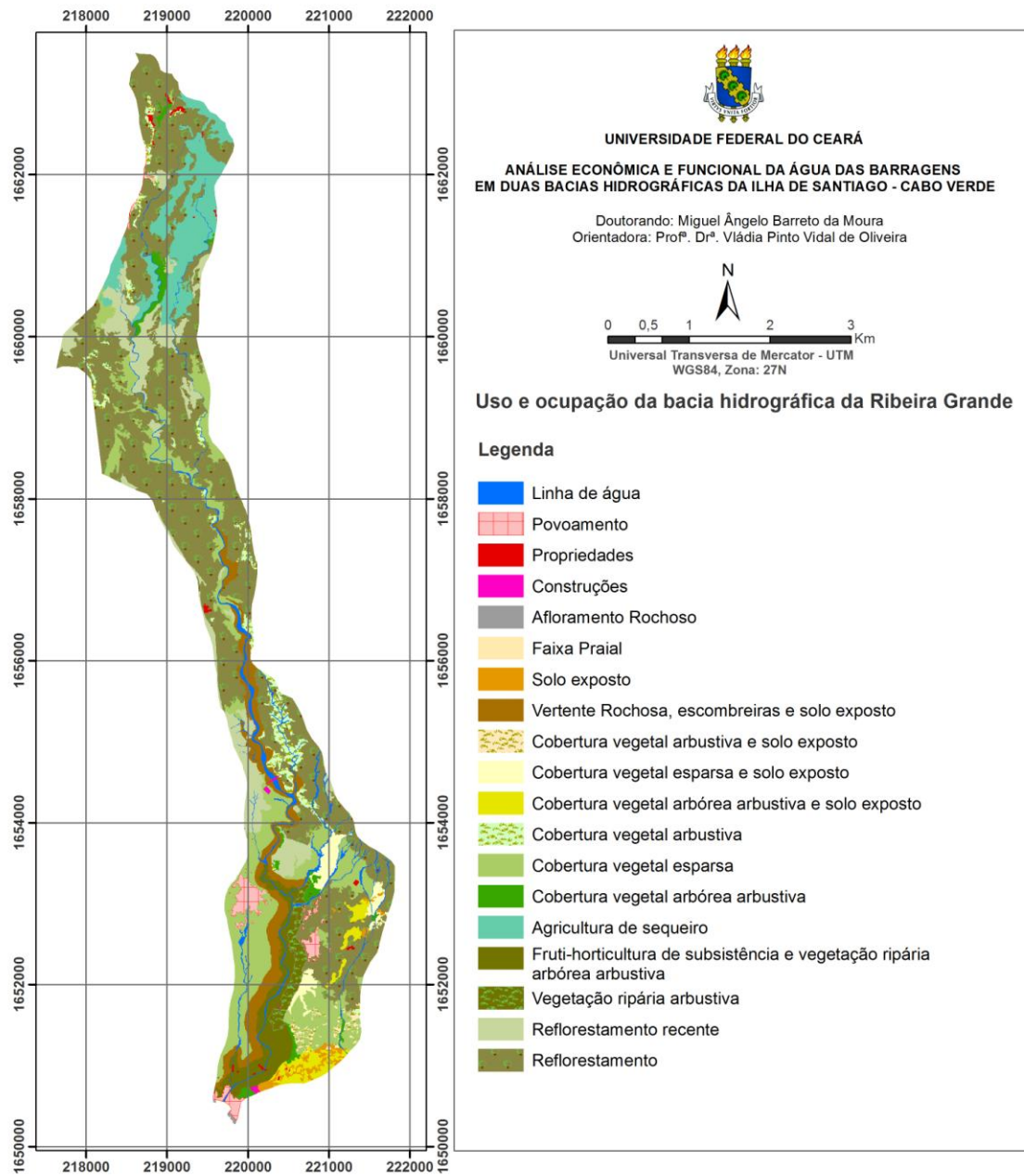
ANEXOS

Anexo 2A - Mapa Uso e ocupação da bacia hidrográfica da Ribeira dos Picos



Fonte: Dados da pesquisa

Anexo 2B - Uso e ocupação da bacia hidrográfica da Ribeira Grande



Fonte: Dados da pesquisa

Anexo 3 - Crescimento desenvolvimento espécies

Cálculo do tempo para crescimento e desenvolvimento de algumas espécies agrícolas						
Tomate						
Data plantação (01-10-2014)	De	Para				
Fase inicial, 15	01-out	15-out		Data plantação (01-10-2014)	De	Para
Fase desenvolvimento, 40	16-out	14-nov		Fase inicial, 20	01-out	20-out
	15-nov	25-nov		Fase desenvolvimento, 30	21-out	30-nov
Médio, 60	26-nov	25-dez			01-nov	21-nov
	26-dez	24-jan		Médio, 30	22-nov	30-nov
Fim, 25	25-jan	17-fev			01-dez	07-dez
				Fim, 15	08-dez	18-dez
Abóbora (<i>Curcubita pepo</i>)						
Data plantação (01-10-2014)	De	Para				
Fase inicial, 20	01-out	20-out		Batata-comum		
Fase desenvolvimento, 30	21-out	30-nov		Data plantação (01-10-2014)	De	Para
	01-nov	21-nov		Fase inicial, 25	01-out	25-out
Médio, 30	22-nov	30-nov		Fase desenvolvimento, 30	26-out	30-out
	01-dez	22-dez			01-nov	26-nov
Fim, 15	23-dez	30-dez		Médio, 30	27-nov	30-nov
	01-jan	08-jan			01-dez	27-dez
				Fim, 20	28-dez	30-dez
					01-jan	18-fev
Beterraba						
Data plantação (01-12-2014)	De	Para		Cebola seca		
Fase inicial, 25	01-out	25-dez		Data plantação (01-12-2014)	De	Para
Fase desenvolvimento, 35	26-dez	30-dez		Fase inicial, 15	01-dez	15-dez
	01-jan	02-jan		Fase desenvolvimento, 25	16-dez	30-dez
Médio, 60	03-fev	28-fev			01-jan	02-jan
	01-mar	30-mar		Médio, 70	03-jan	30-jan
	01-abr	05-abr			01-fev	28-fev
Fim, 40	06-abr	30-abr			01-mar	15-mar
	01-mai	14-mai		Fim, 40	16-mar	30-abr
					01-abr	26-abr

Cebola verde			Cenoura			
Data plantação (01-12-2014)	De	Para		Data plantação (01-1-2015)	De	Para
Fase inicial, 25	01-dez	25-dez		Fase inicial, 20	01-jan	20-jan
Fase desenvolvimento, 30	16-dez	30-dez		Fase desenvolvimento, 30	21-jan	30-jan
	01-jan	26-jan			01-fev	21-fev
Médio, 10	27-jan	30-jan		Médio, 30	22-fev	28-fev
	01-fev	07-fev			01-mar	24-mar
Fim, 5	08-fev	13-abr		Fim, 20	25-mar	30-mar
					01-abr	15-abr
Espinafre			Feijão seco			
Data plantação (01-1-2015)	De	Para		Data plantação (15-07-2015)	De	Para
Fase inicial, 20	01-jan	20-jan		Fase inicial, 15	15-jul	30-jul
Fase desenvolvimento, 20	21-fev	28-fev		Fase desenvolvimento, 25	01-ago	25-ago
	01-mar	12-mar			26-ago	30-ago
Médio, 15	13-mar	28-mar		Médio, 35	01-set	30-set
Fim, 5	29-mar	30-mar			01-out	
	01-abr	04-abr		Fim, 20	02-out	22-out
Feijão verde			Milho			
Data plantação (15-07-2015)	De	Para		Data plantação (7-07-2015)	De	Para
Fase inicial, 15	15-jul	30-jul		Fase inicial, 20	07-jul	27-jul
Fase desenvolvimento, 25	01-ago	25-ago		Fase desenvolvimento, 25	28-jul	30-jul
	26-ago	30-ago			01-ago	23-ago
Médio, 25	01-set	21-set		Médio, 25	23-ago	30-ago
	22-set	30-set			01-set	18-set
Fim, 10	01-out	02-out		Fim, 10	19-set	29-set
Pimentão			Pepino			
Data plantação (7-07-2015)	De	Para		Data plantação (1-09-2015)	De	Para
Fase inicial, 25	07-jul	30-jul		Fase inicial, 20	01-set	20-set
	01-ago	03-ago			21-set	30-set

Fase desenvolvimento, 35	04-ago	30-ago		Médio, 40	01-out	21-out
	01-set	09-set			22-out	30-out
Médio, 40	10-set	30-set		Fim, 15	01-nov	30-nov
	01-out	20-out			01-dez	02-dez
Fim, 20	21-out	30-out			03-dez	18-dez
	01-nov	11-nov				
Repolho				Cana de açúcar		
Data plantação (1-01-2016)	De	Para		Data plantação (1-01-2016)	De	Para
Fase inicial, 20	01-jan	20-jan		Fase inicial, 20	01-jan	20-jan
Fase desenvolvimento, 25	21-jan	30-jan		Fase desenvolvimento, 25	21-jan	30-jan
	01-fev	16-fev			01-fev	16-fev
Médio, 60	17-fev	28-fev		Médio, 60	17-fev	28-fev
	01-mar	30-mar			01-mar	30-mar
	01-abr	21-abr			01-abr	21-abr
Fim, 15	22-abr	30-abr		Fim, 15	22-abr	30-abr
	01-mai	07-mai			01-mai	07-mai

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 4 A - Estação Curralinho

Erosividade hidrica/ Curralinho														
Anos	Chuva mensal (mm)												Chuva anual (mm)	E = (67,355)*(p ² /P) ^{0,85} MJ. mm.ha ⁻¹ .ano ⁻¹
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
1971	-	4,40	-	-	-	-	2,00	361,90	30,00	17,00	4,50	-	419,80	6.077,16
1972	-	-	-	-	-	-	-	5,40	6,20	1,00	9,00	18,00	39,60	816,87
1973	-	13,60	-	-	-	-	4,20	129,90	78,50	-	-	0,10	226,30	3.594,15
1974	-	-	-	-	-	-	42,60	115,40	338,90	64,50	-	-	561,40	7.780,29
1975	-	-	-	-	-	-	139,70	201,10	379,40	6,20	-	-	726,40	9.685,32
1976	-	11,80	-	-	-	-	-	183,30	555,30	-	-	38,70	789,10	10.391,4
1977	-	-	-	-	-	-	-	54,10	14,00	-	-	-	68,10	1.295,06
1978	-	-	-	-	-	-	-	83,00	174,00	50,40	-	-	307,40	4.662,97
1979	-	-	-	-	-	-	41,90	98,00	22,00	214,50	-	-	376,40	5.538,81
1980	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,50	22,50	72,50	114,50	2.014,18
1981	34,00	14,50	-	-	-	-	32,50	143,50	90,00	-	-	1,00	315,50	4.767,20
1982	26,80	-	-	-	-	-	14,00	135,00	21,00	46,50	5,00	-	248,30	3.889,06
1983	2,00	-	-	-	-	-	-	87,00	183,50	-	-	5,50	278,00	4.281,07
1984	-	-	-	-	-	-	30,00	24,50	347,00	13,00	67,00	34,00	515,50	7.236,17
1985	-	-	-	-	-	-	109,70	101,00	168,00	121,00	-	36,00	535,70	7.476,49
1986	3,50	11,50	-	-	14,50	-	9,50	74,00	347,50	117,50	-	-	578,00	7.975,41
1987	-	-	-	-	-	-	1,50	310,00	83,00	288,90	-	-	683,40	9.195,77
1988	4,50	40,00	-	-	-	-	5,50	316,00	158,20	25,00	78,50	-	627,70	8.554,68
1989	-	-	-	-	-	-	-	221,10	97,50	76,40	9,00	37,00	441,00	6.337,05
1990	28,00	-	-	-	-	-	94,00	58,00	190,20	170,00	-	-	540,20	7.529,84
1991	-	-	-	-	-	-	-	98,50	57,00	15,00	7,00	-	177,50	2.923,70
1992	-	-	-	-	-	-	8,20	15,50	90,50	167,50	7,00	-	288,70	4.420,73
1993	47,50	-	-	-	-	-	13,40	314,00	131,30	-	-	-	506,20	7.125,05
1994	-	-	-	-	-	-	16,00	112,70	84,60	-	-	-	213,30	3.417,88
1995	-	-	-	-	-	-	29,00	139,00	256,50	55,00	-	80,20	559,70	7.760,26
1996	-	-	-	-	-	-	2,80	170,90	67,20	-	-	-	240,90	3.790,32
1997	-	-	-	-	-	-	-	404,80	83,20	19,10	-	-	507,10	7.135,82
1998	-	-	2,50	4,90	-	-	8,30	94,20	98,60	-	-	-	208,50	3.352,39
1999	-	-	-	-	-	-	38,10	207,50	243,70	249,20	-	-	738,50	9.822,28
2000	-	-	-	-	-	-	9,30	173,90	389,60	134,20	-	-	707,00	9.465,01
2001	-	-	-	-	-	-	43,70	216,00	101,70	42,20	44,50	-	448,10	6.423,67
2002	-	-	-	-	-	-	-	111,30	140,50	93,70	-	-	345,50	5.149,86
2003	-	-	-	-	-	-	56,00	143,00	279,30	72,20	-	-	550,50	7.651,70
2004	-	-	-	-	-	-	-	130,30	160,70	91,20	42,80	-	425,00	6.141,08
2005	-	-	-	-	-	-	41,60	151,10	176,60	-	-	-	369,30	5.449,88
2006	-	-	-	-	-	-	33,20	267,00	309,70	18,20	-	-	628,10	8.559,31
2007	25,00	-	-	-	-	-	-	140,70	73,70	48,00	-	-	287,40	4.403,81
2008	-	-	-	-	-	-	159,40	545,10	153,80	154,00	-	-	1.012,30	12.841,8
Média													437,00	6.182,46
Soma													16.605,90	234.933,6
Desvio padrão													216,87	2.680,45
Coefficiente Variação													0,50	0,43
Máxima													1.012,30	12.841,8
Mínima													39,60	816,87

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 4 B - Estação Faveta Erosividade Hidrica

Erosividade														
Anos	Chuva												Chuva	E =
	Jan.	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	(mm)	MJ. mm.ha ⁻¹ .ano ⁻¹
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,5	173,9	0,0	0,0	0,0	271,40	4.194,52
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,7	51,0	292,0	10,0	85,4	26,1	547,20	7.612,70
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,9	71,3	174,0	0,0	5,5	24,4	316,10	4.774,91
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,4	207,8	169,4	100,7	0,0	0,0	498,30	7.030,43
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	343,6	135,2	268,2	0,0	0,0	747,00	9.918,29
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,9	257,0	72,7	15,0	57,3	0,0	415,90	6.029,13
198	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	215,4	71,9	39,6	0,0	0,0	326,90	4.913,23
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	43,4	174,6	93,1	0,0	0,0	356,10	5.283,85
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,6	238,2	32,5	0,0	0,0	350,30	5.210,61
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	72,3	40,2	83,5	149,0	16,1	0,0	361,10	5.346,85
199	65,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,2	180,4	132,9	0,0	0,0	0,0	399,30	5.823,97
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	57,0	81,1	4,2	0,0	0,0	142,30	2.422,92
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,3	141,4	166,6	75,5	0,0	112,9	523,70	7.333,89
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	135,9	78,3	0,0	11,2	0,0	228,90	3.629,22
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	222,1	82,5	0,0	0,0	0,0	304,60	4.626,84
199	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	11,3	78,1	146,2	0,0	0,0	0,0	238,10	3.752,84
199	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,9	165,9	245,3	263,6	0,0	0,0	752,70	9.982,58
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	182,9	232,3	200,1	0,0	0,0	637,90	8.672,70
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,2	157,4	114,6	55,0	78,0	0,0	437,20	6.290,61
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,2	154,6	68,2	0,0	0,0	303,00	4.606,18
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,2	159,8	308,5	176,6	0,0	0,0	683,10	9.192,34
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2	171,7	169,9	32,5	50,8	0,0	437,10	6.289,38
200	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	89,0	110,7	171,5	86,3	0,0	0,0	480,00	6.810,35
200	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	190,3	264,0	15,1	0,0	0,0	486,50	6.888,66
200	23,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,5	190,4	75,8	64,0	0,0	0,0	369,60	5.453,64
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,3	186,3	140,7	92,1	0,0	0,0	515,40	7.234,98
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	216,3	296,8	87,7	0,0	0,0	603,80	8.277,01
201	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	199,0	337,3	250,1	0,0	0,0	786,40	10.361,23
201	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	240,3	199,4	188,0	0,0	0,0	637,70	8.670,38
201	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,9	134,9	490,2	38,9	15,7	35,0	725,60	9.676,25
Média													462,77	6.543,68
Desvio padrão													173,17	2.102,89
Soma													13.883,20	196.310,4

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 4 C - USLE SANTIAGO São Jorge Erosividade

São Jorge			
Anos	Chuva (mm)	Área de influência (2,05 km ² /0,259%)	Erosividade (MJ. mm.ha-1.ano-1)
1983	255	66,0	3.978,1
1984	538,5	139,5	7.509,7
1985	552,4	143,1	7.674,1
1986	841,7	218,0	10.977,4
1987	634,6	164,4	8.634,5
1988	524	135,7	7.337,5
1989	368,5	95,4	5.439,8
1990	392,5	101,7	5.739,6
1991	229,2	59,4	3.633,3
1992	433,5	112,3	6.245,3
1993	386,4	100,1	5.663,6
1994	173,7	45,0	2.870,4
1995	448,4	116,1	6.427,3
1996	282,2	73,1	4.336,0
1997	341,2	88,4	5.095,3
1998	297,5	77,1	4.535,0
1999	663	171,7	8.961,9
2000	545	141,2	7.586,7
2001	434,1	112,4	6.252,7
2002	258,6	67,0	4.025,8
2003	713,2	184,7	9.535,5
2004	408,3	105,7	5.935,4
2005	405,4	105,0	5.899,5
2006	544,4	141,0	7.579,6
2007	389,3	100,8	5.699,8
2008	520,8	134,9	7.299,4
2009	643,6	166,7	8.738,5
2010	768,2	199,0	10.157,0
2011	655,1	169,7	8.871,1
2012	586	151,8	8.069,1
Média	474,48	122,9	6.690,29
Soma	14.234,300		200.708,6
Desvio padrão	167,66		2.030,71
Coeficiente Variação			0,303530938
Máxima	841,7		10.977,4
Mínima	173,7		2.870,4

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 5 A -Rendimentos Abóbora 2014

Produção								
Cenário	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preços (\$ECV/kg)	Tarifa			
C1	4	11.314,45	30	139,12	15			
C2	3	11.314,45	25	139,12	15			
C3	2	11.314,45	20	139,12	15			
C4	1	11.314,45	15	139,12	15			
C5	0	11.314,45	10	139,12	15			
Produção de abóbora sob condição de restrição de terreno								
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação	Benefícios (\$ECV)				
4	30	4.173.600,00	678.866,80	3.494.733,20				
3	25	3.478.000,00	509.150,10	2.968.849,90				
2	20	2.782.400,00	339.433,40	2.442.966,60				
1	15	2.086.800,00	169.716,70	1.917.083,30				
0	10	1.391.200,00	-	1.391.200,00				
Produção de abóbora sob condição de restrição disponibilidade de água								
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)	
C1	4	0	1	30	4.173.600,00	678.866,80	3.494.733,20	
C2	3	0,12	1,12	25	3.478.000,00	570.248,11	2.907.751,89	
C3	2	1	2	20	2.782.400,00	678.866,80	2.103.533,20	
C4	1	3	4	15	2.086.800,00	678.866,80	1.407.933,20	
Custos de operacionais sob restrição de terreno								
Frequência irrigação						Custos irrigação	Custos MOD	Total custos
	Área (ha)	Custo no bercário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	operacionais		
4	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	678.866,80	439.827,76	1.162.811,51
3	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	509.150,10	329.870,82	883.137,87
2	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	339.433,40	219.913,88	603.464,23
1	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	169.716,70	109.956,94	323.790,59
0	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	-	-	44.116,95

Custo e benefício totais									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	
C1	4	1	30	4.173.600,00	1.162.811,51	7.567,00	1.170.378,50	3.003.221,50	
C2	3	1	25	3.478.000,00	883.137,87	5.747,02	888.884,89	2.589.115,11	
C3	2	1	20	2.782.400,00	603.464,23	3.927,04	607.391,27	2.175.008,73	
C4	1	1	15	2.086.800,00	323.790,59	2.107,07	325.897,66	1.760.902,34	
C5	0	1	10	1.391.200,00	44.116,95	287,09	44.404,04	1.346.795,96	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Irrigação (\$EC)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)
4	0	1		14.609,18	53.086,18	16.236,22	678.866,80	1.759.311,04	2.522.109,42
3	0,12	1,12		14.609,18	44.592,39	18.184,57	570.248,11	1.108.365,95	1.756.000,21
2	1	2		14.609,18	53.086,18	32.472,44	678.866,80	879.655,52	1.658.690,12
1	3	4		14.609,18	53.086,18	64.944,89	678.866,80	439.827,76	1.251.334,81
0	0	0		14.609,18	-	-	-	-	14.609,18
Sumário dos custos e benefícios da produção									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4,00	1,00	30,00	4.173.600,00	2.522.109,42	16.412,63	2.538.522,05	1.635.077,95	0,64
C2	3,00	1,12	28,00	3.895.360,00	1.966.720,23	12.798,43	1.979.518,66	1.915.841,34	0,97
C3	2,00	2,00	40,00	5.564.800,00	3.317.380,25	21.587,85	3.338.968,10	2.225.831,90	0,67
C4	1,00	4,00	60,00	8.347.200,00	5.005.339,24	32.572,25	5.037.911,48	3.309.288,52	0,66

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 5 B - Rendimentos Alface 2014

Alface (<i>Lactuca sativa</i>)									
Cenário Irrigação	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preços (\$ECV/Kg)	Tarifa(\$ECV/				
C1	4	18.042,50	20	196,00	15				
C2	3	18.042,50	18	196,00	15				
C3	2	18.042,50	15	196,00	15				
C4	1	18.042,50	10,5	196,00	15				
C5	0	18.042,50	6	196,00	15				
Produção de alface sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação	Benefícios (\$ECV)					
4	20	3.920.000,00	1.082.549,85	2.837.450,15					
3	18	3.528.000,00	811.912,39	2.716.087,61					
2	15	2.940.000,00	541.274,93	2.398.725,08					
1	10,5	2.058.000,00	270.637,46	1.787.362,54					
0	6	1.176.000,00	-	1.176.000,00					
Produção de alface sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4	0	1	20	3.920.000,00	1.082.549,85	2.837.450,15		
C2	3	0,23	1,23	22,14	4.339.440,00	998.652,24	3.340.787,76		
C3	2	1	2	30	5.880.000,00	1.082.549,85	4.797.450,15		
C4	1	3	4	42	8.232.000,00	1.082.549,85	7.149.450,15		
Custos de operacionais sob restrição de terreno									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	
4	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	72.169,99	109.956,94	226.243,88	
3	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	54.127,49	109.956,94	208.201,38	
2	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	36.085,00	109.956,94	190.158,88	
1	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	18.042,50	109.956,94	172.116,39	

Fonte: Pesquisa, 2014.

0	1		14.609,18	13.271,55	16.236,22	-	109.956,94	154.073,89	
Custo e benefício totais									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais(\$ECV)	Juros s/custos operacionais(\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	
C1	4	1	20	3.920.000,00	226.243,88	1.472,28	227.716,16	3.692.283,84	
C2	3	1	18	3.528.000,00	208.201,38	1.354,87	209.556,25	3.318.443,75	
C3	2	1	15	2.940.000,00	190.158,88	1.237,46	191.396,34	2.748.603,66	
C4	1	1	10,5	2.058.000,00	172.116,39	1.120,05	173.236,43	1.884.763,57	
C5	0	1	6	1.176.000,00	154.073,89	1.002,64	155.076,53	1.020.923,47	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ E C V)	Insumos (\$ECV)	Custo Irrigação (\$ECV)	Custo MOD (\$ECV)	Total Custos operacionais (\$ECV)
4	0	1		14.609,18	53.086,18	64.944,89	1.082.549,85	439.827,76	1.655.017,86
3	0,23	1,23		14.609,18	39.814,64	59.911,66	998.652,24	405.741,11	1.518.728,82
2	1	2		14.609,18	26.543,09	64.944,89	1.082.549,85	439.827,76	1.628.474,77
1	3	4		14.609,18	13.271,55	64.944,89	1.082.549,85	439.827,76	1.615.203,23
Sumário dos custos e benefícios da produção batata-comum									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais(\$ECV)	Juros s/custos operacionais(\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4,00	1,00	20,00	3.920.000,00	1.655.017,86	10.770,03	1.665.787,89	2.254.212,11	1,35
C2	3,00	1,23	18,00	4.339.440,00	1.518.728,82	9.883,13	1.528.611,95	2.810.828,05	1,84
C3	2,00	2,00	15,00	5.880.000,00	1.628.474,77	10.597,30	1.639.072,07	4.240.927,93	2,59
C4	1,00	4,00	10,50	8.232.000,00	1.615.203,23	10.510,93	1.625.714,16	6.606.285,84	4,06

Fonte: Pesquisa (2014)

Anexo 5 C - Rendimentos Batata 2014

Produção batata-comum									
Cenário Irrigação	Frequência irrigação	Água aplicada (cm)	Produção (t/ha)	Preço (\$ECV/kg)					
C1	4	284,8575	20	120					
C2	3	199,8575	16	120					
C3	2	114,8575	13	120					
C4	1	29,8575	7	120					
C5	0	0	2,5	120					
Produção de batata-comum sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)					
4	20	2.400.000,00	91.350,20	2.308.649,80					
3	16	1.920.000,00	68.512,65	1.851.487,35					
2	13	1.560.000,00	45.675,10	1.514.324,90					
1	7	840.000,00	22.837,55	817.162,45					
0	2,5	300.000,00	-	300.000,00					
Produção de batata-comum sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV 1000)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4	0	1	20	2.400.000,00	22.837,55	2.377.162,45		
C2	3	0,6	1,6	25,6	1.920.000,00	36.540,08	1.883.459,92		
C3	2	1	2	26	1.560.000,00	45.675,10	1.514.324,90		
C4	1	3	3	21	840.000,00	68.512,65	771.487,35		
Custos de operacionais sob restrição de									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	
4	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	91.350,20	299.069,17	462.583,40	
3	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	68.512,65	299.069,17	439.745,85	
2	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	45.675,10	299.069,17	416.908,30	
1	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	22.837,55	299.069,17	394.070,75	
0	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	-	299.069,17	371.233,19	

Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4	1	20	2.400.000,00	462.583,40	3.327,13	465.910,53	1.934.089,47	4,151203622
C2	3	1	16	1.920.000,00	439.745,85	3.162,87	442.908,72	1.477.091,28	3,334979015
C3	2	1	13	1.560.000,00	416.908,30	2.998,61	419.906,91	1.140.093,09	2,715109153
C4	1	1	7	840.000,00	394.070,75	2.834,35	396.905,10	443.094,90	1,116374927
C5	0	1	2,5	300.000,00	371.233,19	2.670,09	373.903,29	(73.903,29)	-0,197653488
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	
4	0	1			8.955,56	54.218,73	91.350,20	299.069,17	
3	0,6	1,6			14.328,89	86.749,97	109.620,24	478.510,67	
2	1	2			17.911,12	108.437,46	91.350,20	598.138,33	
1	3	4			35.822,23	216.874,91	91.350,20	1.196.276,67	
Sumário dos custos e benefícios da produção batata-comum									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 Frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos de custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	BC
C1	4	1	20	3.109.200,00	299.069,17	2.151,05	301.220,22	2.807.979,78	9,32
C2	3	1,6	16	3.979.776,00	478.510,67	3.441,69	481.952,36	3.497.823,64	7,26
C3	2	2	13	4.041.960,00	598.138,33	4.302,11	602.440,44	3.439.519,56	5,71
C4	1	4	7	4.352.880,00	1.196.276,67	8.604,22	1.204.880,89	3.147.999,11	2,61
C5	0	0	2,5						

Fonte: Pesquisa, 2014.

Produção batata-comum									
Cenário irrigação	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preço (\$ECV/kg)	Tarifa(\$ECV/m)				
C1	4	2.848,58	35	100	15,00				
C2	3	2.848,58	30	100	15,00				
C3	2	2.848,58	25	100	15,00				
C4	1	2.848,58	20	100	15,00				
C5	0	-	5	100	15,00				
Produção de batata-comum sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação(\$ECV)	Benefícios (\$ECV)					
4	35	3.500.000,00	39.608,87	3.460.391,13					
3	30	3.000.000,00	29.706,65	2.970.293,35					
2	25	2.500.000,00	19.804,43	2.480.195,57					
1	20	2.000.000,00	9.902,22	1.990.097,78					
0	5	500.000,00	-	500.000,00					
Produção de batata-comum sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV 1000)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4	0	1	35	3.500.000,00	158.435,46	3.341.564,54		
C2	3	0,6	1,6	48	3.000.000,00	142.591,92	2.857.408,08		
C3	2	1	2	50	2.500.000,00	79.217,73	2.420.782,27		
C4	1	3	3	60	2.000.000,00	29.706,65	1.970.293,35		
Custos de operacionais sob restrição de terreno									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	mortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Cus tos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	
4	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	2.848,58	299.069,17	374.081,77	
3	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	2.848,58	299.069,17	374.081,77	
2	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	2.848,58	299.069,17	374.081,77	
1	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	2.848,58	299.069,17	374.081,77	
0	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	-	299.069,17	371.233,19	

Custo e benefício totais										
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C	
C1	4	1	35	3.500.000,00	374.081,77	2.690,58	376.772,35	3.123.227,65	8,289428948	
C2	3	1	30	3.000.000,00	374.081,77	2.690,58	376.772,35	2.623.227,65	6,96236767	
C3	2	1	25	2.500.000,00	374.081,77	2.690,58	376.772,35	2.123.227,65	5,635306391	
C4	1	1	20	2.000.000,00	374.081,77	2.690,58	376.772,35	1.623.227,65	4,308245113	
C5	0	1	5	500.000,00	371.233,19	2.670,09	373.903,29	126.096,71	0,337244187	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água										
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)		
4	0	1		8.989,74	8.955,56	54.218,73	2.848,58	4.557,72		
3	0,6	1,6		14.383,58	14.328,89	86.749,97	5.697,15	11.394,30		
2	1	2		17.979,48	17.911,12	108.437,46	2.848,58	4.557,72		
1	3	4		35.958,96	35.822,23	216.874,91	5.697,15	11.394,30		
Sumário dos custos e benefícios da produção batata-comum										
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 Frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total de custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	BC	
C1	4	1	35	5.441.100,00	299.069,17	2.151,05	301.220,22	5.139.879,78	17,06	
C2	3	1,6	30	7.462.080,00	478.510,67	3.441,69	481.952,36	6.980.127,64	14,48	
C3	2	2	25	7.773.000,00	598.138,33	4.302,11	602.440,44	7.170.559,56	11,90	
C4	1	4	20	12.436.800,00	1.196.276,67	8.604,22	1.204.880,89	11.231.919,11	9,32	

Fonte: Pesquisa, 2014

Anexo 5 E - Rendimentos Beterraba 2014

Produção beterraba (Beta vulgaris)								
Cenário Irrigação	Frequência Irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preço (\$ECV/kg)	Tarifa (\$ECV/m3)			
C1	4	4.960,51	20	135,00	15			
C2	3	4.960,51	18	135,00	15			
C3	2	4.960,51	15	135,00	15			
C4	1	4.960,51	11	135,00	15			
C5	0	4.960,51	7	135,00	15			
Produção de beterraba sob condição de restrição de terreno								
Frequência Irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ecv)	Custo irrigação (\$ECV)	Benéficos (\$ECV)	Frequência Irrigação			
4	20	2.700.000,00	834.235,55	1.862.764,45	4			
3	18	2.430.000,00	627.926,66	1.802.073,34	3			
2	15	2.025.000,00	418.617,78	1.606.382,22	2			
1	11	1.485.000,00	209.308,89	1.275.691,11	1			
0	7	945.000,00	-	945.000,00	0			
Produção de beterraba sob condição de restrição disponibilidade de água								
Cenário de Irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequência (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)	
C1	4	0	1	20	2.700.000,00	834.235,55	1.862.764,45	
C2	3	0,45	1,45	26,1	3.532.500,00	910.493,66	2.613.006,34	
C3	2	1	2	30	4.050.000,00	837.235,55	3.212.764,45	
C4	1	3	4	44	5.940.000,00	837.235,55	5.102.764,45	
Custos de operacionais sob restrição de terreno								
Frequência Irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumo (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)
4	1		34.837,81	31.205,45	28.199,75	4.960,51	127.614,66	226.818,18
3	1		34.837,81	31.205,45	28.199,75	4.960,51	127.614,66	226.818,18
2	1		34.837,81	31.205,45	28.199,75	4.960,51	127.614,66	226.818,18
1	1		34.837,81	31.205,45	28.199,75	4.960,51	127.614,66	226.818,18
0	1		34.837,81	31.205,45	28.199,75	4.960,51	127.614,66	226.818,18

Custos e benefícios totais									
Cenário de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/ custos operacionais (\$ECV)	Custos total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	
C1	4	1	20	2.700.000,00	226.818,18	2.485,93	229.304,11	2.470.695,89	
C2	3	1	18	2.430.000,00	226.818,18	2.485,93	229.304,11	2.200.695,89	
C3	2	1	15	2.025.000,00	226.818,18	2.485,93	229.304,11	1.795.695,89	
C4	1	1	11	1.485.000,00	226.818,18	2.485,93	229.304,11	1.255.695,89	
C5	0	1	7	945.000,00	226.818,18	2.485,93	229.304,11	715.695,89	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência Irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custos no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumo (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV/m3)	Custo MOD (\$ECV)	Total Custos operacionais (\$ECV)
4	0	1		34.837,81	31.205,45	28.199,75	19.842,06	510.458,63	624.543,70
3	0,45	1,45		50.514,82	45.247,90	40.889,64	21.578,24	555.123,76	713.354,36
2	1	2		69.675,61	62.410,90	56.399,51	19.842,06	510.485,63	718.786,71
1	3	4		139.351,22	124.821,80	112.799,02	19.842,06	510.458,63	907.272,73
Sumário dos Custos e benefícios da produção beterraba									
Cenários de irrigação	Frequência Irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/ custos operacionais (\$ECV)	Custos total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4	1	20	2.700.000,00	624.543,70	6.845,00	631.388,70	2.068.611,30	3,28
C2	3	1,45	26,1	5.109.075,00	713.354,36	7.818,36	721.172,73	4.378.902,27	6,08
C3	2	2	30	8.100.000,00	718.786,71	7.877,90	726.664,61	7.373.335,39	10,15
C4	1	4	44	23.760.000,00	907.272,73	9.943,71	917.216,44	22.842.783,56	24,90

Produção cebola seca									
Cenário	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preços (\$ECV/Kg)	Tarifa				
C1	4	11.656,41	60	154,17	15				
C2	3	11.656,41	52	154,17	15				
C3	2	11.656,41	44	154,17	15				
C4	1	11.656,41	36	154,17	15				
C5	0	11.656,41	28	154,17	15				
Produção cebola seca sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação(\$ECV)	Benefícios (\$ECV)					
4	60	9.250.200,00	699.384,44	8.550.815,56					
3	52	8.016.840,00	524.538,33	7.492.301,67					
2	44	6.783.480,00	349.692,22	6.433.787,78					
1	36	5.550.120,00	174.846,11	5.375.273,89					
0	28	4.316.760,00	-	4.316.760,00					
Produção de cebola seca sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4	0	1	60	9.250.200,00	699.384,44	8.550.815,56		
C2	3	0,23	1,23	63,96	9.860.713,20	645.182,15	9.215.531,05		
C3	2	1	2	88	13.566.960,00	699.384,44	12.867.575,56		
C4	1	3	4	144	22.200.480,00	699.384,44	21.501.095,56		
Custos de operacionais sob restrição de terreno									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	
4	1	44.230,89	14.609,18	14.502,08	56.593,20	699.384,44	584.731,89	1.414.051,68	
3	1	44.230,89	14.609,18	14.502,08	56.593,20	524.538,33	438.548,91	1.093.022,60	
2	1	44.230,89	14.609,18	14.502,08	56.593,20	349.692,22	292.365,94	771.993,52	
1	1	44.230,89	14.609,18	14.502,08	56.593,20	174.846,11	146.182,97	450.964,44	
0	1	44.230,89	14.609,18	14.502,08	56.593,20	-	-	129.935,36	

Custo e benefício totais									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais	Juros s/custos operacionais	Custo total	Benefícios líquidos	
				C1	4	1	60	9.250.200,00	1.414.051,68
C2	3	1	52	8.016.840,00	1.093.022,60	11.230,81	1.104.253,41	6.912.586,59	
C3	2	1	44	6.783.480,00	771.993,52	7.932,23	779.925,75	6.003.554,25	
C4	1	1	36	5.550.120,00	450.964,44	4.633,66	455.598,10	5.094.521,90	
C5	0	1	28	4.316.760,00	129.935,36	1.335,09	131.270,44	4.185.489,56	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$ECV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais(\$ECV)
4	0	1	44.230,89	14.609,18	14.502,08	56.593,20	699.384,44	2.338.927,55	3.168.247,34
3	0,23	1,23	44.230,89	14.609,18	14.502,08	69.609,64	645.182,15	1.618.245,50	2.406.379,43
2	1	2	44.230,89	14.609,18	14.502,08	113.186,41	699.384,44	1.169.463,77	2.055.376,77
1	3	4	44.230,89	14.609,18	14.502,08	226.372,82	699.384,44	584.731,89	1.583.831,30
Sumário dos custos e benefícios da produção batata-comum									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais(\$ECV)	Juros s/custos operacionais(\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
				C1	4,00	1,00	60,00	9.250.200,00	3.168.247,34
C2	3,00	1,23	63,96	9.860.713,20	2.959.846,70	30.412,42	2.990.259,13	6.870.454,07	2,30
C3	2,00	2,00	88,00	13.566.960,00	4.110.753,54	42.237,99	4.152.991,54	9.413.968,46	2,27
C4	1,00	4,00	144,00	22.200.480,00	6.335.325,18	65.095,47	6.400.420,65	15.800.059,35	2,47

Fonte: Pesquisa, 2014

Produção cenoura									
Cenário	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preços (\$ECV/Kg)	Tarifa				
C1	4	10.899,21	30	147,50	15				
C2	3	10.899,21	25	147,50	15				
C3	2	10.899,21	20	147,50	15				
C4	1	10.899,21	10,5	147,50	15				
C5	0	10.899,21	1	147,50	15				
Produção de cenoura sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação	Benefícios (\$ECV)					
4	30	4.425.000,00	653.952,70	3.771.047,30					
3	25	3.687.500,00	490.464,52	3.197.035,48					
2	20	2.950.000,00	326.976,35	2.623.023,65					
1	10,5	1.548.750,00	163.488,17	1.385.261,83					
0	1	147.500,00	-	147.500,00					
Produção de cenoura sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4	0	1	30,00	4.425.000,00	653.952,70	3.771.047,30		
C2	3	0,85	1,85	46,25	6.821.875,00	907.359,37	5.914.515,63		
C3	2	1	2	40,00	5.900.000,00	653.952,70	5.246.047,30		
C4	1	3	4	42,00	6.195.000,00	653.952,70	5.541.047,30		
Custos de operacionais sob restrição de terreno									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV/ha)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)
4	1		12.362,32	12.050,13	44.128,34	43.596,85	43.596,85	131.225,14	286.959,62
3	1		12.362,32	12.050,13	44.128,34	32.697,63	32.697,63	131.225,14	265.161,19
2	1		12.362,32	12.050,13	44.128,34	21.798,42	21.798,42	131.225,14	243.362,77
1	1		12.362,32	12.050,13	44.128,34	10.899,21	10.899,21	131.225,14	221.564,35
0	1		12.362,32	12.050,13	44.128,34	-	-	131.225,14	199.765,92

Custo e beneficio totais									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	total custos	Juros s/custos	Custo total	Benefícios líquidos	
					operacionais(\$ECV)	operacionais (\$ECV)	(\$ECV)	(\$ECV)	
C1	4	1	30	4.425.000,00	286.959,62	1.965,67	288.925,29	4.136.074,71	
C2	3	1	25	3.687.500,00	265.161,19	1.816,35	266.977,55	3.420.522,45	
C3	2	1	20	2.950.000,00	243.362,77	1.667,03	245.029,81	2.704.970,19	
C4	1	1	10,5	1.548.750,00	221.564,35	1.517,72	223.082,06	1.325.667,94	
C5	0	1	1	147.500,00	199.765,92	1.368,40	201.134,32	(53.634,32)	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (SCV)	Aluguel (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)
4	0	1		12.362,32	12.050,13	44.128,34	653.952,70	524.900,55	1.247.394,04
3	0,85	1,85		22.870,29	22.292,73	81.637,44	907.359,37	728.299,52	1.762.459,34
2	1	2		24.724,63	24.100,25	88.256,69	653.952,70	524.900,55	1.315.934,82
1	3	4		49.449,27	48.200,50	176.513,37	653.952,70	524.900,55	1.453.016,39
0	0	0		-	-	-	-	-	-
Sumário dos custos e beneficios da produção batata-comum									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos	Juros s/custos	Custo total	Benefícios líquidos	B/C
					operacionais(\$ECV)	operacionais (\$ECV)	(\$ECV)	(\$ECV)	
C1	4,00	1,00	30,00	4.425.000,00	4.989.576,15	34.178,60	5.023.754,74	(598.754,74)	(0,12)
C2	3,00	1,85	25,00	6.821.875,00	9.781.649,34	67.004,30	9.848.653,63	(3.026.778,63)	(0,31)
C3	2,00	2,00	20,00	5.900.000,00	5.263.739,29	36.056,61	5.299.795,91	600.204,09	0,11
C4	1,00	4,00	10,50	6.195.000,00	5.812.065,58	39.812,65	5.851.878,23	343.121,77	0,06

Fonte: Pesquisa, 2014.

Produção pimentão									
Cenário Irrigação	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preço (\$SCV/Kg)	Tarifa (ECV/m3)				
C1	4	7.707,04	30	209,17	15				
C2	3	7.707,04	25	209,17	15				
C3	2	7.707,04	20	209,17	15				
C4	1	7.707,04	15	209,17	15				
C5	0	7.707,04	6	209,17	15				
Produção de pimentão sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação(\$ECV)	Benefícios (\$ECV)					
4	30	6.275.100,00	462.422,66	5.812.677,34					
3	25	5.229.250,00	346.817,00	4.882.433,00					
2	20	4.183.400,00	231.211,33	3.952.188,67					
1	15	3.137.550,00	115.605,67	3.021.944,33					
0	6	1.255.020,00	-	1.255.020,00					
Produção de pimentão sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4	0	1	30	6.275.100,00	462.422,66	5.812.677,34		
C2	3	0,65	1,65	41,25	8.628.262,50	572.248,04	8.056.014,46		
C3	2	1	2	40	8.366.800,00	462.422,66	7.904.377,34		
C4	1	3	4	60	12.550.200,00	462.422,66	12.087.777,34		
Custos de operacionais sob restrição de terreno									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total Custos operacionais(\$ECV)	
4	1	6.754,27	17.418,90	17.047,46	(426.805,52)	462.422,66	561.996,16	638.833,94	
3	1	6.754,27	17.418,90	17.047,46	35.617,14	346.817,00	421.497,12	845.151,90	
2	1	6.754,27	17.418,90	17.047,46	35.617,14	231.211,33	280.998,08	589.047,19	
1	1	6.754,27	17.418,90	17.047,46	35.617,14	115.605,67	140.499,04	332.942,49	
0	1	6.754,27	17.418,90	17.047,46	35.617,14	-	-	76.837,78	
Custo e benefício totais									

Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Total custos		Juros s/custos		Custo total	Benefícios líquidos
				Receitas (\$ECV)	operacionais(\$ECV)	operacionais(\$ECV)	operacionais(\$ECV)		
C1	4	1	30	6.275.100,00	638.833,94	5.251,22	644.085,16	5.631.014,84	
C2	3	1	25	5.229.250,00	845.151,90	6.947,15	852.099,05	4.377.150,95	
C3	2	1	20	4.183.400,00	589.047,19	4.841,97	593.889,16	3.589.510,84	
C4	1	1	15	3.137.550,00	332.942,49	2.736,79	335.679,27	2.801.870,73	
C5	0	1	6	1.255.020,00	76.837,78	631,61	77.469,39	1.177.550,61	
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência irrigação	Oportunidade para irrigar área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais(\$ECV)
4	0	1	6.754,27	17.418,90	17.047,46	(426.805,52)	462.422,66	2.247.984,65	2.324.822,43
3	0,65	1,65	6.754,27	28.741,19	28.128,32	58.768,29	572.248,04	2.086.410,75	2.781.050,86
2	1	2	6.754,27	34.837,81	34.094,93	71.234,29	462.422,66	1.123.992,32	1.733.336,28
1	3	4	6.754,27	69.675,61	68.189,86	142.468,58	462.422,66	561.996,16	1.311.507,14
Sumário dos custos e benefícios da produção batata-comum									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4	1	30	6.275.100,00	2.324.822,43	19.110,04	2.343.932,47	3.931.167,53	1,68
C2	3	1,65	25	8.628.262,50	2.781.050,86	22.860,24	2.803.911,10	5.824.351,40	2,08
C3	2	2	20	8.366.800,00	1.733.336,28	14.248,02	1.747.584,30	6.619.215,70	3,79
C4	1	4	15	12.550.200,00	1.311.507,14	10.780,59	1.322.287,73	11.227.912,27	8,49

Fonte: Pesquisa, 2014.

Produção repolho									
Cenário	Frequência irrigação	Água aplicada (m3/ha)	Produção (t/ha)	Preço (\$ECV/Kg)	Tarifa				
C1	4,00	10.544,14	40,00	131,82	15,00				
C2	3,00	9.037,59	35,00	131,82	15,00				
C3	2,00	10.450,54	30,00	131,82	15,00				
C4	1,00	13.318,75	25,00	131,82	15,00				
C5	-	12.050,34	12,00	131,82	15,00				
Produção de repolho sob condição de restrição de terreno									
Frequência irrigação	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação	Benefícios (\$ECV)					
4,00	40,00	5.272.800,00	632.648,29	4.640.151,71					
3,00	35,00	4.613.700,00	406.691,33	4.207.008,67					
2,00	30,00	3.954.600,00	313.516,26	3.641.083,74					
1,00	25,00	3.295.500,00	199.781,21	3.095.718,79					
-	12,00	1.581.840,00	-	1.581.840,00					
Produção de repolho sob condição de restrição disponibilidade de água									
Cenários de irrigação	Frequência irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Área total (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Custo irrigação (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)		
C1	4,00	-	1,00	40,00	5.272.800,00	632.648,29	4.640.151,71		
C2	3,00	0,43	1,43	50,05	6.597.591,00	581.568,60	6.016.022,40		
C3	2,00	1,00	2,00	60,00	7.909.200,00	627.032,52	7.282.167,48		
C4	1,00	3,00	4,00	100,00	13.182.000,00	799.124,83	12.382.875,17		
Custos de operacionais sob restrição de terreno									
Frequência irrigação	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumos (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total custos operacionais(\$ECV)	
4,00	1,00	8.164,83	9.684,76	12.469,42	26.871,23	632.648,29	398.809,93	1.088.648,47	
3,00	1,00	8.164,83	9.684,76	12.469,42	26.871,23	406.691,33	299.107,45	762.989,02	
2,00	1,00	8.164,83	9.684,76	12.469,42	26.871,23	313.516,26	199.404,97	570.111,47	
1,00	1,00	8.164,83	9.684,76	12.469,42	26.871,23	199.781,21	99.702,48	356.673,93	
-	1,00	8.164,83	9.684,76	12.469,42	26.871,23	-	-	57.190,24	

Custo e benefício totais									
Cenário de Irrigação	Frequência de irrigação	Área (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total de custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4,00	1,00	40,00	5.272.800,00	1.088.648,47	8.948,69	1.097.597,16	4.175.202,84	3,80
C2	3,00	1,00	35,00	4.613.700,00	762.989,02	6.271,77	769.260,79	3.844.439,21	5,00
C3	2,00	1,00	30,00	3.954.600,00	570.111,47	4.686,32	574.797,78	3.379.802,22	5,88
C4	1,00	1,00	25,00	3.295.500,00	356.673,93	2.931,86	359.605,79	2.935.894,21	8,16
C5	-	1,00	12,00	1.581.840,00	57.190,24	470,10	57.660,35	1.524.179,65	26,43
Custos de operacionais sob restrição disponibilidade de água									
Frequência de irrigação	Oportunidade para irriga área adicional (ha)	Área (ha)	Custo no berçário (\$CV)	Aluguel (\$ECV)	Amortização (\$ECV)	Insumo (\$ECV)	Custos irrigação (\$ECV)	Custos MOD (\$ECV)	Total de custos operacionais (\$ECV)
4,00	-	1,00	8.164,83	9.684,76	12.469,42	26.871,23	632.648,29	398.809,93	1.088.648,47
3,00	0,43	1,43	11.675,70	13.849,21	17.831,27	38.425,86	581.568,60	427.723,65	1.091.074,31
2,00	1,00	2,00	16.329,65	19.369,53	24.938,84	53.742,47	627.032,52	398.809,93	1.140.222,94
1,00	3,00	4,00	32.659,30	38.739,06	49.877,68	107.484,93	799.124,83	398.809,93	1.426.695,74
Sumário dos custos e benefícios da produção batata-comum									
Cenário de Irrigação	Frequência de irrigação	Oportunidade para rega adicional com 4 frequências (ha)	Produção (t/ha)	Receitas (\$ECV)	Total de custos operacionais (\$ECV)	Juros s/custos operacionais (\$ECV)	Custo total (\$ECV)	Benefícios líquidos (\$ECV)	B/C
C1	4,00	1,00	40,00	5.272.800,00	1.088.648,47	8.948,69	1.097.597,16	4.175.202,84	3,80
C2	3,00	1,43	35,00	6.597.591,00	1.091.074,31	8.968,63	1.100.042,94	5.497.548,06	5,00
C3	2,00	2,00	30,00	7.909.200,00	1.140.222,94	9.372,63	1.149.595,57	6.759.604,43	5,88
C4	1,00	4,00	25,00	13.182.000,00	1.426.695,74	11.727,44	1.438.423,18	11.743.596,82	8,16

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 5 J - Rendimentos Agrícolas 2014

Sumário (Salineiro e Calabaceira)							
Área (ha)	Percentagem área	Área total (ha)	Espécie	Consumo água (m3/ha)	Custos Operacionais (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)	B/C
14,	0,29	4,205	Beterraba	20.858,96	3.856.895,13	96.053.904,87	24,90
14,	0,14	2,03	Cebola	23.662,51	12.992.853,92	32.074.120,48	2,47
14,	0,11	1,595	Tomate	16.817,90	2.294.284,97	18.731.005,03	8,16
14,	0,13	1,885	Repolho	22.377,68	15.742.261,92	14.870.741,28	0,94
14,	0,08	1,16	Abóbora	8.940,17	1.533.853,77	13.024.378,23	8,49
14,	0,08	1,16	Pimentão	13.124,76	5.843.977,32	3.838.774,68	0,66
14,	0,05	0,725	Cenoura	2.065,22	873.538,64	8.143.141,36	9,32
14,	0,06	0,87	Batata	9.482,31	5.091.134,06	298.515,94	0,06
14,	0,03	0,435	Alface	7.848,49	707.185,66	2.873.734,34	4,06
14,	0,02	0,29	Milho	2.965,73	192.715,81	1.145.634,19	5,94
Sumário (Faveta e Achada Leitão)							
Área (ha)	Percentagem área	Área total (ha)	Espécie	Consumo água (m3/ha)	Custos Operacionais (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)	B/C
14,	0,29	4,205	Baterraba	20.858,96	3.856.895,13	96.053.904,87	24,90
14,	0,14	2,03	Cebola	23.662,51	12.992.853,92	32.074.120,48	2,47
14,	0,13	1,885	Repolho	19.875,70	2.711.427,69	22.136.642,31	8,16
14,	0,11	1,595	Tomate	18.934,96	13.320.375,47	12.582.934,93	0,94
14,	0,08	1,16	Pimentão	8.940,17	1.533.853,77	13.024.378,23	8,49
14,	0,08	1,16	Abóbora	13.124,76	5.843.977,32	3.838.774,68	0,66
14,	0,06	0,87	Batata	2.478,26	1.048.246,37	9.771.769,63	9,32
14,	0,03	0,435	Alface	4.741,16	2.545.567,03	149.257,97	0,06
14,	0,05	0,725	Cenoura	13.080,81	1.178.642,77	4.789.557,23	4,06
14,	0,02	0,29	Milho	2.965,73	192.715,81	1.145.634,19	5,94
Área (ha)	Precentage área	Área total (ha)	Espécie	Consumo água (m3/ha)	Custos Operacionais (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)	B/C
3	0,29	8,7	Baterraba	43.156,47	7.979.783,03	198.732.216,97	24,90
3	0,14	4,2	Cebola	48.956,91	26.881.766,73	66.360.249,27	2,47
3	0,13	3,9	Repolho	41.122,14	5.609.850,39	45.799.949,61	8,16
3	0,11	3,3	Tomate	39.175,79	27.559.397,53	26.033.658,47	0,94
3	0,08	2,4	Pimentão	18.496,91	3.173.490,55	26.946.989,45	8,49
3	0,08	2,4	Abóbora	27.154,67	12.090.987,55	7.942.292,45	0,66

3	0,06	1,8	Batata	5.127,44	2.168.785,60	20.217.454,40	9,32
3	0,03	0,9	Alface	9.809,29	5.266.690,41	308.809,59	0,06
3	0,05	1,5	Cenoura	27.063,75	2.438.571,24	9.909.428,76	4,06
3	0,02	0,6	Milho	6.135,99	398.722,37	2.370.277,63	5,94
				266.199,34	93.568.045,39	404.621.326,61	
Sumário (Salineiro e Calabaceira)							
Área (ha)	Precentagem área	Área total (ha)	Espécie Agrícola	Consumo água	Custos Operacionais (\$ECV)	Benefícios (\$ECV)	B/C
2	0,29	6,96	Baterraba	34.525,18	6.383.826,43	158.985.773,57	24,90
2	0,14	3,36	Cebola	39.165,53	21.505.413,38	53.088.199,42	2,47
2	0,13	3,12	Repolho	32.897,71	4.487.880,31	36.639.959,69	8,16
2	0,11	2,64	Tomate	31.340,63	22.047.518,02	20.826.926,78	0,94
2	0,08	1,92	Pimentão	14.797,53	2.538.792,44	21.557.591,56	8,49
2	0,08	1,92	Abóbora	21.723,74	9.672.790,04	6.353.833,96	0,66
2	0,06	1,44	Batata	4.101,95	1.735.028,48	16.173.963,52	9,32
2	0,03	0,72	Alface	7.847,43	4.213.352,32	247.047,68	0,06
2	0,05	1,2	Cenoura	21.651,00	1.950.856,99	7.927.543,01	4,06
2	0,02	0,48	Milho	4.908,79	318.977,89	1.896.222,11	5,94
				212.959,48	74.854.436,32	323.697.061,28	4,32
				0,2130			
		Área cultivada (ha)	Espécie Agrícola	B (\$ECV)	Pk (95%)	(Bi-mdBt)	(Bi-mdBt)^2
		6,96	Baterraba	158.985.773,57	151.036.484,89	120.285.264,07	14.468.544.752.834.200,00
		3,36	Cebola	53.088.199,42	50.433.789,45	19.682.568,62	387.403.507.600.287,00
		3,12	Repolho	36.639.959,69	34.807.961,71	4.056.740,88	16.457.146.607.110,20
		2,64	Tomate	20.826.926,78	19.785.580,44	(10.965.640,38)	120.245.268.972.214,00
		1,92	Pimentão	21.557.591,56	20.479.711,98	(10.271.508,84)	105.503.893.850.160,00
		1,92	Abóbora	6.353.833,96	6.036.142,26	(24.715.078,56)	610.835.108.331.654,00
		1,44	Batata	16.173.963,52	15.365.265,34	(15.385.955,48)	236.727.625.994.762,00
		0,72	Alface	247.047,68	234.695,29	(30.516.525,53)	931.258.330.443.809,00
		1,2	Cenoura	7.927.543,01	7.531.165,86	(23.220.054,97)	539.170.952.643.655,00
		0,48	Milho	1.896.222,11	1.801.411,00	(28.949.809,82)	838.091.488.660.822,00
		Somatório		323.697.061,28	307.512.208,22		18.254.238.075.938.600,00
		Média		32.369.706,13	30.751.220,82		
		Desvio padrão		15.012.027,31	645.775.637,26		

	Área cultivada (ha)	Espécie Agrícola	B (\$ECV)	(Bi-mdBt)	(Bi-mdBt)^2
	8,7	Baterraba	198.732.216,97	166.362.510,84	27.676.485.012.049.200,00
	4,2	Cebola	66.360.249,27	33.990.543,14	1.155.357.023.044.800,00
	3,9	Repolho	45.799.949,61	13.430.243,49	180.371.440.090.833,00
	3,3	Tomate	26.033.658,47	(6.336.047,65)	40.145.499.871.503,00
	2,4	Pimentão	26.946.989,45	(5.422.716,68)	29.405.856.174.325,70
	2,4	Abóbora	7.942.292,45	(24.427.413,68)	596.698.539.152.516,00
	1,8	Batata	20.217.454,40	(12.152.251,73)	147.677.222.095.443,00
	0,9	Alface	308.809,59	(32.060.896,53)	1.027.901.086.571.740,00
	1,5	Cenoura	9.909.428,76	(22.460.277,37)	504.464.059.585.607,00
	Somatório	Milho	2.370.277,63	(29.999.428,50)	899.965.710.042.454,00
	Somatório		404.621.326,61		32.258.471.448.678.400,00
	Média		40.462.132,66		
	Desvio padrão		19.956.270,54		

Fonte: Pesquisa, 2014.

Anexo 6 - Modelagem Faveta

Page 1 [G:\Result\Fav.dat]

VOLUME-YIELD ELASTICITY

* version 3

* simultaneous evaporation-yield in dry season

* stochastic variable (Qa) generated in the program

RESERVOIR SEDIMENTATION AND WATER AVAILABILITY

Departamento de Engenharia Hidraulica e Ambiental

Universidade Federal do Ceara

Jose Carlos de Araujo, May 2004

Input data

Title: Barragem-----
Input file Faveta.txt

Output file Fav.dat

Mean inflow discharge, hm³/a, 0.67

Coefficient of variation annual discharge 0.40

Morphological alfa parameter 112.04

Evaporation of the dry period, m/a, 1.57

Maximum reservoir storage capacity, hm³, 0.71

0.667 0.0 0.333 0.126 0.205

0.666 0.0 0.333 0.126 0.209

0.666 0.0 0.333 0.126 0.206

0.665 0.0 0.333 0.127 0.211

0.664 0.0 0.332 0.127 0.210

0.664 0.0 0.332 0.127 0.206

0.663 0.0 0.332 0.127 0.211

0.662 0.0 0.331 0.127 0.209

0.662 0.0 0.331 0.127 0.209

0.661 0.0 0.331 0.127 0.211

Page 2 [G:\Result\Fav.dat]

```

Minimum regular operational volume, hm3, ..... 0.04
Initial volume first trial, hm3, ..... 0.01
Number of yield discharges steps, ..... 1000
Minimum yield discharge, hm3/a, ..... 0.67
Maximum yield discharge, hm3/a, ..... 0.01
Number of simulations in stochastic procedure .. 10000

```

Output data

(Qr = yield; Qrm = mean withdrawal

Qem = mean evaporation; Qsm = mean spillway overflow)

Qr (hm3/a)	G (%)	Qrm (hm3/a)	Qem (hm3/a)	Qsm (hm3/a)
------------	-------	-------------	-------------	-------------

0.667	0.0	0.333	0.126	0.205
0.666	0.0	0.333	0.126	0.209
0.666	0.0	0.333	0.126	0.206
0.665	0.0	0.333	0.127	0.211
0.664	0.0	0.332	0.127	0.210
0.664	0.0	0.332	0.127	0.206
0.663	0.0	0.332	0.127	0.211
0.662	0.0	0.331	0.127	0.209
0.662	0.0	0.331	0.127	0.209
0.661	0.0	0.331	0.127	0.211

Page 3 [G:\Result\Fav.dat]

0.653	0.0	0.327	0.128	0.213
0.652	0.0	0.326	0.128	0.211
0.652	0.0	0.326	0.128	0.212
0.651	0.0	0.326	0.128	0.211
0.650	0.0	0.325	0.129	0.213
0.650	0.0	0.325	0.128	0.213
0.649	0.0	0.325	0.128	0.212
0.649	0.0	0.324	0.128	0.213
0.648	0.0	0.324	0.128	0.218
0.647	0.0	0.324	0.128	0.219
0.647	0.0	0.323	0.128	0.211
0.646	0.0	0.323	0.128	0.213
0.645	0.0	0.323	0.129	0.217
0.645	0.0	0.322	0.128	0.212
0.644	0.0	0.322	0.129	0.216
0.643	0.0	0.322	0.129	0.222
0.643	0.0	0.321	0.129	0.214
0.642	0.0	0.321	0.129	0.218
0.641	0.0	0.321	0.129	0.213
0.641	0.0	0.320	0.129	0.220
0.640	0.0	0.320	0.129	0.223
0.639	0.0	0.320	0.129	0.219
0.639	0.0	0.319	0.129	0.221
0.638	0.0	0.319	0.129	0.221
0.637	0.0	0.319	0.129	0.214
0.637	0.0	0.318	0.129	0.219
0.636	0.0	0.318	0.130	0.219
0.635	0.0	0.318	0.130	0.220
0.635	0.0	0.317	0.130	0.216

Page 4 [G:\Result\Fav.dat]

0.613	0.0	0.306	0.132	0.227
0.612	0.0	0.306	0.132	0.229
0.612	0.0	0.306	0.132	0.231
0.611	0.0	0.305	0.132	0.228
0.610	0.0	0.305	0.132	0.229
0.610	0.0	0.305	0.132	0.230
0.609	0.0	0.304	0.132	0.232
0.608	0.0	0.304	0.132	0.232
0.608	0.0	0.304	0.132	0.230
0.607	0.0	0.303	0.132	0.237
0.606	0.0	0.303	0.133	0.231
0.606	0.0	0.303	0.132	0.229
0.605	0.0	0.302	0.132	0.232
0.604	0.0	0.302	0.133	0.234
0.604	0.0	0.302	0.133	0.234
0.603	0.0	0.301	0.132	0.234
0.602	0.0	0.301	0.132	0.234
0.602	0.0	0.301	0.133	0.232
0.601	0.0	0.301	0.133	0.237
0.600	0.0	0.300	0.132	0.233
0.600	0.0	0.300	0.133	0.239
0.599	0.0	0.299	0.133	0.232
0.598	0.0	0.299	0.133	0.237
0.598	0.0	0.299	0.133	0.236
0.597	0.0	0.299	0.133	0.236
0.596	0.0	0.298	0.133	0.229
0.596	0.0	0.298	0.133	0.237
0.595	0.0	0.298	0.133	0.234
0.594	0.0	0.297	0.133	0.237

Page 5 [G:\Result\Fav.dat]

0.573	0.0	0.286	0.135	0.247
0.572	0.0	0.286	0.135	0.248
0.571	0.0	0.286	0.135	0.250
0.571	0.0	0.285	0.135	0.241
0.570	0.0	0.285	0.135	0.245
0.569	0.0	0.285	0.135	0.245
0.569	0.0	0.284	0.136	0.248
0.568	0.0	0.284	0.135	0.251
0.567	0.0	0.284	0.135	0.245
0.567	0.0	0.283	0.135	0.248
0.566	0.0	0.283	0.136	0.244
0.565	0.0	0.283	0.135	0.247
0.565	52.8	0.431	0.101	0.134
0.564	52.8	0.431	0.102	0.136
0.563	53.3	0.432	0.102	0.134
0.563	53.9	0.433	0.102	0.138
0.562	54.3	0.434	0.102	0.137
0.561	53.8	0.432	0.102	0.137
0.561	52.9	0.429	0.102	0.130
0.560	54.1	0.432	0.103	0.134
0.559	53.7	0.430	0.102	0.132
0.559	54.2	0.431	0.103	0.136
0.558	53.8	0.429	0.103	0.133
0.557	54.2	0.430	0.103	0.136
0.557	54.5	0.430	0.103	0.135
0.556	54.9	0.431	0.103	0.134
0.555	54.1	0.428	0.103	0.134
0.555	55.3	0.431	0.103	0.136
0.554	54.9	0.429	0.103	0.134

Page 6 [G:\Result\Fav.dat]

0.532	59.6	0.425	0.106	0.137
0.532	59.1	0.423	0.106	0.134
0.531	60.2	0.425	0.106	0.135
0.530	60.1	0.425	0.106	0.138
0.530	60.4	0.425	0.106	0.139
0.529	60.6	0.425	0.106	0.137
0.528	60.8	0.425	0.106	0.137
0.528	60.7	0.424	0.106	0.139
0.527	61.4	0.425	0.106	0.137
0.526	60.5	0.423	0.106	0.136
0.526	60.3	0.421	0.106	0.137
0.525	61.6	0.424	0.106	0.141
0.524	61.3	0.423	0.106	0.139
0.524	62.0	0.424	0.107	0.137
0.523	62.1	0.424	0.107	0.139
0.522	61.1	0.421	0.106	0.136
0.522	62.0	0.423	0.107	0.140
0.521	62.2	0.423	0.106	0.139
0.520	61.8	0.421	0.107	0.136
0.520	62.0	0.421	0.107	0.136
0.519	62.5	0.422	0.107	0.138
0.518	62.7	0.422	0.107	0.138
0.518	62.6	0.421	0.107	0.141
0.517	62.9	0.421	0.107	0.139
0.516	63.4	0.422	0.107	0.141
0.516	63.7	0.422	0.107	0.139
0.515	63.8	0.422	0.108	0.137
0.514	64.1	0.422	0.107	0.137
0.514	63.0	0.419	0.107	0.138

Page 7 [G:\Result\Fav.dat]

0.492	68.1	0.414	0.110	0.142
0.491	69.5	0.416	0.110	0.145
0.491	69.2	0.415	0.110	0.145
0.490	69.1	0.414	0.110	0.145
0.489	69.0	0.413	0.110	0.141
0.489	69.9	0.415	0.110	0.145
0.488	68.9	0.412	0.110	0.143
0.487	69.9	0.414	0.110	0.142
0.487	70.3	0.414	0.110	0.145
0.486	69.5	0.412	0.110	0.144
0.485	69.7	0.412	0.110	0.142
0.485	70.5	0.413	0.110	0.143
0.484	70.4	0.412	0.110	0.143
0.483	70.6	0.412	0.110	0.146
0.483	70.6	0.412	0.110	0.145
0.482	71.0	0.412	0.110	0.140
0.481	71.1	0.412	0.110	0.147
0.481	70.9	0.411	0.110	0.147
0.480	71.8	0.413	0.111	0.146
0.479	72.2	0.413	0.111	0.148
0.479	71.3	0.410	0.111	0.146
0.478	72.4	0.412	0.111	0.146
0.477	71.9	0.410	0.111	0.148
0.477	71.8	0.409	0.111	0.145
0.476	72.5	0.411	0.111	0.152
0.475	72.4	0.410	0.111	0.146
0.475	72.7	0.410	0.111	0.143
0.474	73.0	0.410	0.111	0.147
0.474	73.9	0.412	0.111	0.147

Page 8 [G:\Result\Fav.dat]

0.452	78.3	0.403	0.114	0.151
0.451	78.2	0.402	0.113	0.154
0.450	78.4	0.402	0.114	0.152
0.450	78.6	0.402	0.113	0.153
0.449	78.8	0.401	0.113	0.152
0.448	78.8	0.401	0.114	0.157
0.448	78.9	0.401	0.114	0.155
0.447	78.8	0.400	0.114	0.152
0.446	79.7	0.401	0.114	0.155
0.446	78.9	0.399	0.114	0.152
0.445	79.7	0.400	0.114	0.157
0.444	79.4	0.399	0.114	0.154
0.444	79.9	0.399	0.114	0.154
0.443	80.1	0.399	0.114	0.155
0.442	79.7	0.398	0.114	0.153
0.442	80.1	0.398	0.114	0.154
0.441	81.0	0.399	0.114	0.157
0.440	80.3	0.397	0.115	0.154
0.440	80.0	0.396	0.114	0.152
0.439	80.7	0.397	0.114	0.153
0.439	80.7	0.396	0.115	0.153
0.438	81.1	0.397	0.115	0.154
0.437	81.3	0.396	0.115	0.158
0.437	82.2	0.398	0.115	0.157
0.436	81.2	0.395	0.115	0.155
0.435	81.2	0.394	0.115	0.154
0.435	81.7	0.395	0.115	0.156
0.434	82.3	0.395	0.115	0.159
0.433	81.9	0.394	0.115	0.156

Page 9 [G:\Result\Fav.dat]

0.411	87.2	0.385	0.118	0.168
0.411	87.1	0.384	0.118	0.167
0.410	87.0	0.384	0.118	0.165
0.409	86.9	0.383	0.118	0.165
0.409	87.2	0.383	0.118	0.168
0.408	87.6	0.383	0.118	0.169
0.407	87.7	0.382	0.118	0.166
0.407	87.5	0.381	0.118	0.168
0.406	87.1	0.380	0.118	0.168
0.405	87.9	0.381	0.118	0.168
0.405	88.2	0.381	0.119	0.168
0.404	88.7	0.381	0.119	0.171
0.404	87.9	0.379	0.118	0.164
0.403	87.5	0.378	0.118	0.164
0.402	89.2	0.380	0.119	0.174
0.402	88.3	0.378	0.119	0.169
0.401	88.9	0.379	0.119	0.169
0.400	89.3	0.379	0.119	0.167
0.400	88.8	0.377	0.119	0.168
0.399	88.6	0.376	0.119	0.165
0.398	88.8	0.376	0.119	0.170
0.398	89.3	0.376	0.119	0.172
0.397	89.4	0.376	0.119	0.169
0.396	88.8	0.374	0.119	0.170
0.396	89.2	0.374	0.119	0.167
0.395	89.8	0.375	0.120	0.177
0.394	90.1	0.375	0.120	0.174
0.394	90.2	0.374	0.120	0.172
0.393	90.6	0.375	0.120	0.173

0.371	93.6	0.359	0.123	0.188
0.370	93.2	0.358	0.123	0.188
0.370	93.8	0.358	0.123	0.186
0.369	94.1	0.358	0.123	0.186
0.368	93.9	0.357	0.123	0.187
0.368	93.7	0.356	0.123	0.183
0.367	94.3	0.357	0.123	0.189
0.367	94.3	0.356	0.123	0.183
0.366	94.5	0.356	0.123	0.189
0.365	94.4	0.355	0.123	0.184
0.365	94.4	0.354	0.124	0.189
0.364	94.2	0.353	0.124	0.188
0.363	93.9	0.352	0.123	0.191
0.363	95.1	0.354	0.124	0.190
0.362	94.8	0.353	0.124	0.188
0.361	94.8	0.352	0.124	0.188
0.361	94.6	0.351	0.124	0.187
0.360	95.4	0.352	0.125	0.192
0.359	94.9	0.350	0.124	0.194
0.359	95.4	0.350	0.124	0.192
0.358	95.5	0.350	0.125	0.197
0.357	95.4	0.349	0.125	0.196
0.357	95.6	0.349	0.125	0.191
0.356	95.6	0.348	0.125	0.192
0.355	95.6	0.348	0.125	0.196
0.355	95.3	0.346	0.125	0.197
0.354	95.7	0.346	0.125	0.193
0.353	95.5	0.345	0.125	0.199
0.353	95.3	0.344	0.125	0.189

0.331	97.8	0.327	0.129	0.218
0.330	97.7	0.326	0.129	0.211
0.330	98.2	0.327	0.129	0.211
0.329	97.7	0.325	0.129	0.212
0.328	97.9	0.325	0.129	0.215
0.328	97.9	0.324	0.129	0.212
0.327	98.2	0.324	0.129	0.215
0.326	98.3	0.323	0.129	0.214
0.326	98.1	0.323	0.129	0.215
0.325	98.2	0.322	0.129	0.216
0.324	98.4	0.322	0.130	0.218
0.324	98.2	0.321	0.130	0.217
0.323	98.2	0.320	0.130	0.223
0.322	98.1	0.319	0.129	0.212
0.322	98.4	0.319	0.130	0.217
0.321	98.3	0.318	0.130	0.216
0.320	98.2	0.317	0.130	0.214
0.320	98.5	0.317	0.130	0.218
0.319	98.7	0.317	0.130	0.219
0.318	98.8	0.316	0.130	0.222
0.318	98.9	0.316	0.131	0.222
0.317	98.6	0.315	0.131	0.221
0.316	98.9	0.315	0.131	0.218
0.316	98.6	0.314	0.131	0.220
0.315	98.8	0.313	0.131	0.221
0.314	98.9	0.313	0.131	0.222
0.314	98.8	0.312	0.131	0.230
0.313	98.6	0.311	0.131	0.229
0.312	98.8	0.310	0.131	0.228

0.291	99.6	0.290	0.135	0.248
0.290	99.6	0.289	0.135	0.242
0.289	99.5	0.289	0.135	0.248
0.289	99.4	0.288	0.135	0.244
0.288	99.6	0.287	0.135	0.244
0.287	99.6	0.287	0.135	0.242
0.287	99.7	0.286	0.135	0.248
0.286	99.7	0.285	0.135	0.248
0.285	99.6	0.285	0.135	0.245
0.285	99.7	0.284	0.135	0.248
0.284	99.7	0.284	0.136	0.248
0.283	99.7	0.283	0.136	0.250
0.283	99.8	0.282	0.136	0.243
0.282	99.8	0.282	0.136	0.250
0.281	99.7	0.281	0.136	0.250
0.281	99.8	0.280	0.136	0.252
0.280	99.8	0.280	0.136	0.250
0.279	99.7	0.279	0.136	0.251
0.279	99.7	0.278	0.136	0.251
0.278	99.8	0.278	0.136	0.252
0.277	99.8	0.277	0.137	0.260
0.277	99.9	0.277	0.137	0.251
0.276	99.8	0.276	0.137	0.251
0.275	99.8	0.275	0.137	0.256
0.275	99.8	0.275	0.137	0.258
0.274	99.8	0.274	0.137	0.258
0.273	99.9	0.273	0.137	0.258
0.273	99.9	0.273	0.137	0.256
0.272	99.9	0.272	0.137	0.263

0.250	99.9	0.250	0.140	0.272
0.250	100.0	0.250	0.140	0.275
0.249	100.0	0.249	0.141	0.282
0.248	99.9	0.248	0.140	0.272
0.248	100.0	0.248	0.141	0.280
0.247	100.0	0.247	0.141	0.279
0.246	100.0	0.246	0.141	0.278
0.246	100.0	0.246	0.141	0.284
0.245	100.0	0.245	0.141	0.277
0.244	100.0	0.244	0.141	0.281
0.244	100.0	0.244	0.141	0.277
0.243	100.0	0.243	0.141	0.282
0.242	100.0	0.242	0.141	0.283
0.242	100.0	0.242	0.142	0.288
0.241	100.0	0.241	0.141	0.277
0.240	100.0	0.240	0.141	0.287
0.240	100.0	0.240	0.142	0.286
0.239	100.0	0.239	0.142	0.284
0.238	99.9	0.238	0.142	0.286
0.238	100.0	0.238	0.142	0.289
0.237	100.0	0.237	0.142	0.288
0.236	100.0	0.236	0.142	0.291
0.236	100.0	0.236	0.142	0.291
0.235	100.0	0.235	0.142	0.284
0.234	100.0	0.234	0.142	0.288
0.234	100.0	0.234	0.142	0.291
0.233	100.0	0.233	0.142	0.291
0.232	100.0	0.232	0.142	0.290
0.232	100.0	0.232	0.142	0.290

0.210	100.0	0.210	0.145	0.307
0.209	100.0	0.209	0.145	0.314
0.209	100.0	0.209	0.145	0.313
0.208	100.0	0.208	0.145	0.309
0.207	100.0	0.207	0.145	0.317
0.207	100.0	0.207	0.145	0.313
0.206	100.0	0.206	0.145	0.315
0.205	100.0	0.205	0.145	0.313
0.205	100.0	0.205	0.146	0.316
0.204	100.0	0.204	0.146	0.323
0.203	100.0	0.203	0.146	0.324
0.203	100.0	0.203	0.146	0.320
0.202	100.0	0.202	0.146	0.320
0.201	100.0	0.201	0.146	0.321
0.201	100.0	0.201	0.146	0.320
0.200	100.0	0.200	0.146	0.323
0.199	100.0	0.199	0.146	0.322
0.199	100.0	0.199	0.146	0.315
0.198	100.0	0.198	0.146	0.322
0.197	100.0	0.197	0.146	0.321
0.197	100.0	0.197	0.146	0.324
0.196	100.0	0.196	0.147	0.328
0.195	100.0	0.195	0.147	0.322
0.195	100.0	0.195	0.147	0.320
0.194	100.0	0.194	0.147	0.323
0.193	100.0	0.193	0.147	0.331
0.193	100.0	0.193	0.147	0.324
0.192	100.0	0.192	0.147	0.326
0.192	100.0	0.192	0.147	0.322

0.170	100.0	0.170	0.150	0.349
0.169	100.0	0.169	0.150	0.347
0.168	100.0	0.168	0.150	0.349
0.168	100.0	0.168	0.150	0.352
0.167	100.0	0.167	0.150	0.347
0.166	100.0	0.166	0.150	0.347
0.166	100.0	0.166	0.150	0.346
0.165	100.0	0.165	0.150	0.357
0.164	100.0	0.164	0.150	0.358
0.164	100.0	0.164	0.150	0.349
0.163	100.0	0.163	0.150	0.352
0.162	100.0	0.162	0.150	0.352
0.162	100.0	0.162	0.150	0.353
0.161	100.0	0.161	0.150	0.354
0.160	100.0	0.160	0.150	0.349
0.160	100.0	0.160	0.151	0.354
0.159	100.0	0.159	0.151	0.358
0.158	100.0	0.158	0.151	0.360
0.158	100.0	0.158	0.151	0.357
0.157	100.0	0.157	0.151	0.358
0.157	100.0	0.157	0.151	0.355
0.156	100.0	0.156	0.151	0.363
0.155	100.0	0.155	0.151	0.359
0.155	100.0	0.155	0.151	0.361
0.154	100.0	0.154	0.151	0.363
0.153	100.0	0.153	0.151	0.362
0.153	100.0	0.153	0.151	0.359
0.152	100.0	0.152	0.151	0.367
0.151	100.0	0.151	0.151	0.365

0.129	100.0	0.129	0.154	0.388
0.129	100.0	0.129	0.154	0.379
0.128	100.0	0.128	0.154	0.381
0.127	100.0	0.127	0.154	0.380
0.127	100.0	0.127	0.154	0.383
0.126	100.0	0.126	0.154	0.386
0.125	100.0	0.125	0.154	0.390
0.125	100.0	0.125	0.154	0.382
0.124	100.0	0.124	0.154	0.389
0.123	100.0	0.123	0.154	0.393
0.123	100.0	0.123	0.154	0.390
0.122	100.0	0.122	0.154	0.391
0.122	100.0	0.122	0.154	0.387
0.121	100.0	0.121	0.154	0.392
0.120	100.0	0.120	0.155	0.395
0.120	100.0	0.120	0.155	0.387
0.119	100.0	0.119	0.155	0.394
0.118	100.0	0.118	0.155	0.389
0.118	100.0	0.118	0.155	0.392
0.117	100.0	0.117	0.155	0.388
0.116	100.0	0.116	0.155	0.395
0.116	100.0	0.116	0.155	0.399
0.115	100.0	0.115	0.155	0.397
0.114	100.0	0.114	0.155	0.396
0.114	100.0	0.114	0.155	0.399
0.113	100.0	0.113	0.155	0.399
0.112	100.0	0.112	0.155	0.394
0.112	100.0	0.112	0.155	0.396
0.111	100.0	0.111	0.155	0.403

0.089	100.0	0.089	0.158	0.418
0.088	100.0	0.088	0.158	0.423
0.088	100.0	0.088	0.158	0.422
0.087	100.0	0.087	0.158	0.427
0.087	100.0	0.087	0.158	0.421
0.086	100.0	0.086	0.158	0.423
0.085	100.0	0.085	0.158	0.418
0.085	100.0	0.085	0.158	0.422
0.084	100.0	0.084	0.158	0.429
0.083	100.0	0.083	0.158	0.426
0.083	100.0	0.083	0.158	0.429
0.082	100.0	0.082	0.158	0.428
0.081	100.0	0.081	0.158	0.422
0.081	100.0	0.081	0.158	0.424
0.080	100.0	0.080	0.158	0.429
0.079	100.0	0.079	0.158	0.429
0.079	100.0	0.079	0.158	0.428
0.078	100.0	0.078	0.159	0.432
0.077	100.0	0.077	0.159	0.430
0.077	100.0	0.077	0.159	0.432
0.076	100.0	0.076	0.159	0.432
0.075	100.0	0.075	0.159	0.434
0.075	100.0	0.075	0.159	0.430
0.074	100.0	0.074	0.159	0.434
0.073	100.0	0.073	0.159	0.434
0.073	100.0	0.073	0.159	0.436
0.072	100.0	0.072	0.159	0.441
0.071	100.0	0.071	0.159	0.434
0.071	100.0	0.071	0.159	0.439

Page 1 [E:\Modelagens_last\Salineiro\S437.dat]

 VOLUME-YIELD ELASTICITY

* version 3

* simultaneous evaporation-yield in dry season

* stochastic variable (Qa) generated in the program

RESERVOIR SEDIMENTATION AND WATER AVAILABILITY

Departamento de Engenharia Hidraulica e Ambiental

Universidade Federal do Ceara

Jose Carlos de Araujo, May 2004

Input data

 Title: Barragem

 Input file Sal437.txt
 Output file S437.dat
 Mean inflow discharge, hm³/a, 0.70

Coefficient of variation annual discharge 0.40

0.697	0.0	0.348	0.150	0.196
0.696	0.0	0.348	0.151	0.200
0.696	0.0	0.348	0.150	0.197
0.695	0.0	0.347	0.151	0.202
0.694	0.0	0.347	0.152	0.201
0.694	0.0	0.347	0.152	0.197
0.693	0.0	0.346	0.151	0.202
0.692	0.0	0.346	0.151	0.199
0.691	0.0	0.346	0.151	0.200
0.691	0.0	0.345	0.152	0.202

Page 2 [E:\Modelagens_last\Salineiro\S437.dat]

Morphological alfa parameter 191.20
 Evaporation of the dry period, m/a, 1.64
 Maximum reservoir storage capacity, hm3, 0.72
 Minimum regular operational volume, hm3, 0.04
 Initial volume first trial, hm3, 0.02
 Number of yield discharges steps, 1000
 Minimum yield discharge, hm3/a, 0.70
 Maximum yield discharge, hm3/a, 0.01
 Number of simulations in stochastic procedure .. 10000

 Output data

(Qr = yield; Qrm = mean withdrawal

Qem = mean evaporation; Qsm = mean spillway overflow)

 Qr (hm3/a) G(%) Qrm(hm3/a) Qem(hm3/a) Qsm(hm3/a)

0.697	0.0	0.348	0.150	0.196
0.696	0.0	0.348	0.151	0.200
0.696	0.0	0.348	0.150	0.197
0.695	0.0	0.347	0.151	0.202
0.694	0.0	0.347	0.152	0.201
0.694	0.0	0.347	0.152	0.197
0.693	0.0	0.346	0.151	0.202
0.692	0.0	0.346	0.151	0.199
0.691	0.0	0.346	0.151	0.200
0.691	0.0	0.345	0.152	0.202

0.683	0.0	0.341	0.153	0.203
0.682	0.0	0.341	0.153	0.201
0.681	0.0	0.341	0.153	0.203
0.680	0.0	0.340	0.153	0.201
0.680	0.0	0.340	0.154	0.203
0.679	0.0	0.340	0.154	0.203
0.678	0.0	0.339	0.154	0.202
0.678	0.0	0.339	0.153	0.204
0.677	0.0	0.338	0.153	0.209
0.676	0.0	0.338	0.153	0.210
0.676	0.0	0.338	0.153	0.201
0.675	0.0	0.337	0.153	0.203
0.674	0.0	0.337	0.154	0.207
0.674	0.0	0.337	0.154	0.202
0.673	0.0	0.336	0.155	0.206
0.672	0.0	0.336	0.155	0.212
0.671	0.0	0.336	0.154	0.204
0.671	0.0	0.335	0.154	0.208
0.670	0.0	0.335	0.154	0.203
0.669	0.0	0.335	0.155	0.210
0.669	0.0	0.334	0.155	0.213
0.668	0.0	0.334	0.154	0.210
0.667	0.0	0.334	0.154	0.211
0.667	0.0	0.333	0.155	0.211
0.666	0.0	0.333	0.155	0.204
0.665	0.0	0.333	0.155	0.209
0.665	0.0	0.332	0.156	0.209
0.664	0.0	0.332	0.156	0.210
0.663	0.0	0.332	0.155	0.206

0.640	0.0	0.320	0.158	0.217
0.640	0.0	0.320	0.158	0.219
0.639	0.0	0.320	0.158	0.221
0.638	0.0	0.319	0.158	0.217
0.638	0.0	0.319	0.158	0.219
0.637	0.0	0.319	0.158	0.219
0.636	0.0	0.318	0.158	0.222
0.636	0.0	0.318	0.159	0.222
0.635	0.0	0.317	0.158	0.219
0.634	0.0	0.317	0.159	0.226
0.634	0.0	0.317	0.159	0.221
0.633	0.0	0.316	0.159	0.219
0.632	0.0	0.316	0.159	0.222
0.631	0.0	0.316	0.159	0.223
0.631	0.0	0.315	0.159	0.223
0.630	0.0	0.315	0.159	0.224
0.629	0.0	0.315	0.159	0.224
0.629	0.0	0.314	0.159	0.222
0.628	0.0	0.314	0.160	0.226
0.627	0.0	0.314	0.159	0.223
0.627	0.0	0.313	0.160	0.229
0.626	0.0	0.313	0.160	0.222
0.625	0.0	0.313	0.160	0.227
0.625	0.0	0.312	0.160	0.225
0.624	0.0	0.312	0.160	0.226
0.623	0.0	0.312	0.160	0.219
0.622	0.0	0.311	0.160	0.227
0.622	0.0	0.311	0.160	0.224
0.621	0.0	0.311	0.160	0.227

0.598	0.0	0.299	0.163	0.236
0.598	0.0	0.299	0.163	0.238
0.597	0.0	0.299	0.163	0.239
0.596	0.0	0.298	0.163	0.230
0.596	0.0	0.298	0.163	0.234
0.595	0.0	0.297	0.163	0.234
0.594	0.0	0.297	0.164	0.238
0.593	0.0	0.297	0.163	0.240
0.593	0.0	0.296	0.163	0.235
0.592	0.0	0.296	0.163	0.238
0.591	0.0	0.296	0.163	0.233
0.591	0.0	0.295	0.163	0.236
0.590	0.0	0.295	0.163	0.238
0.589	0.0	0.295	0.164	0.241
0.589	0.0	0.294	0.164	0.239
0.588	0.0	0.294	0.164	0.246
0.587	0.0	0.294	0.164	0.245
0.587	0.0	0.293	0.164	0.244
0.586	0.0	0.293	0.164	0.234
0.585	0.0	0.293	0.164	0.241
0.585	0.0	0.292	0.164	0.238
0.584	0.0	0.292	0.164	0.243
0.583	0.0	0.292	0.164	0.239
0.582	0.0	0.291	0.164	0.243
0.582	0.0	0.291	0.164	0.243
0.581	0.0	0.291	0.165	0.243
0.580	0.0	0.290	0.164	0.241
0.580	0.0	0.290	0.165	0.246
0.579	0.0	0.290	0.165	0.242

0.556	0.0	0.278	0.167	0.252
0.556	0.0	0.278	0.167	0.247
0.555	0.0	0.277	0.167	0.251
0.554	0.0	0.277	0.167	0.254
0.553	0.0	0.277	0.167	0.255
0.553	0.0	0.276	0.168	0.254
0.552	0.0	0.276	0.168	0.254
0.551	0.0	0.276	0.167	0.256
0.551	0.0	0.275	0.168	0.256
0.550	0.0	0.275	0.168	0.252
0.549	0.0	0.275	0.168	0.252
0.549	0.0	0.274	0.168	0.259
0.548	0.0	0.274	0.168	0.256
0.547	0.0	0.274	0.168	0.256
0.547	0.0	0.273	0.168	0.258
0.546	53.9	0.420	0.129	0.144
0.545	54.9	0.422	0.130	0.147
0.545	55.0	0.422	0.129	0.146
0.544	54.5	0.420	0.130	0.144
0.543	54.7	0.420	0.130	0.145
0.542	55.2	0.421	0.130	0.146
0.542	55.3	0.421	0.130	0.146
0.541	55.6	0.421	0.130	0.149
0.540	55.6	0.420	0.129	0.147
0.540	55.8	0.421	0.130	0.149
0.539	56.5	0.422	0.130	0.147
0.538	56.2	0.420	0.131	0.145
0.538	56.7	0.421	0.130	0.145
0.537	56.0	0.419	0.130	0.145

0.514	60.6	0.413	0.133	0.148
0.513	62.3	0.417	0.134	0.151
0.513	61.9	0.415	0.134	0.151
0.512	61.8	0.414	0.134	0.152
0.511	61.2	0.412	0.134	0.148
0.511	62.8	0.416	0.134	0.150
0.510	61.8	0.412	0.133	0.148
0.509	62.4	0.414	0.134	0.148
0.509	62.5	0.413	0.134	0.152
0.508	62.4	0.412	0.134	0.149
0.507	62.0	0.411	0.134	0.149
0.507	62.8	0.412	0.134	0.150
0.506	63.0	0.412	0.134	0.150
0.505	63.7	0.413	0.134	0.151
0.504	63.6	0.413	0.135	0.150
0.504	62.8	0.410	0.135	0.148
0.503	63.3	0.411	0.134	0.154
0.502	63.5	0.411	0.134	0.153
0.502	64.1	0.412	0.135	0.153
0.501	64.4	0.412	0.135	0.155
0.500	64.0	0.410	0.135	0.151
0.500	65.1	0.413	0.135	0.152
0.499	64.6	0.411	0.135	0.154
0.498	64.4	0.409	0.135	0.151
0.498	65.3	0.411	0.135	0.157
0.497	64.6	0.409	0.136	0.152
0.496	65.2	0.410	0.135	0.149
0.496	65.5	0.410	0.135	0.153
0.495	66.8	0.413	0.136	0.152

0.472	70.9	0.404	0.138	0.156
0.471	70.6	0.402	0.138	0.159
0.471	71.2	0.403	0.138	0.156
0.470	71.1	0.402	0.138	0.158
0.469	71.6	0.403	0.138	0.156
0.469	72.0	0.403	0.139	0.161
0.468	71.7	0.402	0.139	0.159
0.467	71.5	0.401	0.139	0.156
0.467	72.4	0.402	0.139	0.159
0.466	71.4	0.399	0.139	0.156
0.465	72.4	0.401	0.139	0.161
0.464	72.3	0.400	0.139	0.158
0.464	72.6	0.400	0.139	0.158
0.463	72.7	0.400	0.139	0.160
0.462	72.2	0.398	0.139	0.157
0.462	72.7	0.399	0.139	0.158
0.461	74.0	0.401	0.139	0.160
0.460	73.2	0.399	0.140	0.157
0.460	72.6	0.397	0.140	0.156
0.459	73.5	0.398	0.140	0.156
0.458	73.5	0.398	0.140	0.157
0.458	73.8	0.398	0.140	0.158
0.457	74.0	0.397	0.140	0.162
0.456	75.1	0.399	0.140	0.161
0.455	74.0	0.396	0.140	0.158
0.455	74.2	0.396	0.140	0.157
0.454	74.8	0.397	0.140	0.159
0.453	75.0	0.397	0.140	0.163
0.453	74.9	0.396	0.140	0.159

0.430	80.3	0.388	0.143	0.170
0.429	80.4	0.387	0.143	0.169
0.429	80.7	0.387	0.144	0.166
0.428	80.0	0.385	0.143	0.167
0.427	80.5	0.386	0.143	0.169
0.427	81.2	0.386	0.144	0.169
0.426	81.2	0.386	0.144	0.167
0.425	81.2	0.385	0.144	0.169
0.424	80.4	0.383	0.144	0.169
0.424	81.2	0.384	0.144	0.170
0.423	82.0	0.385	0.144	0.169
0.422	82.5	0.385	0.145	0.171
0.422	81.4	0.382	0.144	0.165
0.421	80.8	0.381	0.144	0.165
0.420	83.3	0.385	0.145	0.174
0.420	82.1	0.382	0.144	0.169
0.419	82.7	0.383	0.145	0.169
0.418	82.8	0.382	0.145	0.168
0.418	82.5	0.381	0.145	0.168
0.417	82.2	0.380	0.145	0.166
0.416	82.8	0.380	0.145	0.170
0.415	83.2	0.381	0.145	0.172
0.415	83.1	0.380	0.145	0.170
0.414	82.3	0.377	0.145	0.171
0.413	83.1	0.378	0.145	0.166
0.413	84.1	0.380	0.146	0.176
0.412	84.5	0.380	0.146	0.173
0.411	84.5	0.379	0.146	0.171
0.411	84.4	0.379	0.146	0.173

0.388	88.7	0.366	0.149	0.185
0.387	88.2	0.364	0.149	0.185
0.386	88.6	0.365	0.149	0.184
0.386	89.3	0.365	0.149	0.183
0.385	88.9	0.364	0.149	0.184
0.384	88.7	0.363	0.149	0.180
0.384	89.6	0.364	0.150	0.186
0.383	89.5	0.363	0.150	0.180
0.382	89.8	0.363	0.150	0.186
0.382	89.6	0.362	0.150	0.181
0.381	89.6	0.361	0.150	0.186
0.380	89.8	0.361	0.150	0.184
0.380	89.4	0.359	0.150	0.188
0.379	90.6	0.361	0.150	0.186
0.378	90.3	0.360	0.150	0.184
0.378	90.5	0.360	0.150	0.184
0.377	90.2	0.358	0.150	0.183
0.376	91.2	0.360	0.151	0.187
0.375	90.4	0.358	0.151	0.190
0.375	91.0	0.358	0.151	0.188
0.374	91.2	0.358	0.151	0.193
0.373	91.5	0.357	0.151	0.192
0.373	91.1	0.356	0.151	0.187
0.372	90.9	0.355	0.151	0.188
0.371	91.2	0.355	0.151	0.192
0.371	91.2	0.354	0.152	0.192
0.370	91.3	0.354	0.151	0.189
0.369	91.4	0.353	0.152	0.194
0.369	91.2	0.352	0.151	0.185

0.346	94.6	0.336	0.156	0.211
0.345	95.1	0.337	0.156	0.204
0.344	95.4	0.336	0.156	0.204
0.344	95.0	0.335	0.156	0.205
0.343	95.0	0.335	0.156	0.208
0.342	95.2	0.334	0.156	0.205
0.342	95.3	0.334	0.156	0.209
0.341	95.6	0.334	0.156	0.207
0.340	95.7	0.333	0.157	0.207
0.340	95.6	0.332	0.157	0.209
0.339	96.0	0.332	0.157	0.211
0.338	95.7	0.331	0.157	0.210
0.337	95.7	0.330	0.157	0.216
0.337	95.4	0.329	0.156	0.205
0.336	95.9	0.329	0.157	0.209
0.335	95.6	0.328	0.157	0.209
0.335	95.8	0.328	0.157	0.207
0.334	96.3	0.328	0.157	0.210
0.333	96.5	0.328	0.158	0.211
0.333	96.3	0.327	0.158	0.215
0.332	96.8	0.327	0.158	0.214
0.331	96.5	0.325	0.158	0.213
0.331	96.7	0.325	0.158	0.210
0.330	96.4	0.324	0.158	0.212
0.329	96.7	0.324	0.158	0.213
0.329	96.9	0.323	0.159	0.214
0.328	97.2	0.323	0.159	0.222
0.327	96.7	0.322	0.159	0.221
0.326	96.6	0.321	0.159	0.220

0.304	98.7	0.302	0.163	0.238
0.303	98.7	0.301	0.163	0.232
0.302	98.4	0.300	0.163	0.239
0.302	98.4	0.299	0.163	0.234
0.301	98.6	0.299	0.163	0.234
0.300	98.6	0.298	0.163	0.232
0.300	98.8	0.298	0.163	0.239
0.299	98.7	0.297	0.164	0.238
0.298	98.7	0.296	0.164	0.235
0.297	98.8	0.296	0.164	0.239
0.297	98.7	0.295	0.164	0.238
0.296	99.0	0.295	0.164	0.240
0.295	99.0	0.294	0.164	0.233
0.295	99.1	0.293	0.165	0.240
0.294	99.1	0.293	0.165	0.240
0.293	99.1	0.292	0.165	0.242
0.293	99.0	0.291	0.165	0.240
0.292	99.0	0.291	0.165	0.241
0.291	98.9	0.290	0.165	0.241
0.291	99.0	0.289	0.165	0.241
0.290	99.3	0.289	0.165	0.250
0.289	99.3	0.288	0.165	0.241
0.289	99.2	0.287	0.165	0.240
0.288	99.2	0.287	0.165	0.246
0.287	99.1	0.286	0.166	0.248
0.286	99.3	0.285	0.166	0.247
0.286	99.3	0.285	0.166	0.247
0.285	99.4	0.284	0.166	0.245
0.284	99.4	0.283	0.166	0.253

0.262	99.8	0.261	0.170	0.261
0.261	99.8	0.261	0.170	0.264
0.260	99.8	0.260	0.171	0.271
0.260	99.8	0.259	0.170	0.261
0.259	99.9	0.259	0.171	0.269
0.258	99.8	0.258	0.171	0.268
0.257	99.8	0.257	0.171	0.267
0.257	99.9	0.257	0.171	0.273
0.256	99.8	0.256	0.171	0.266
0.255	99.8	0.255	0.171	0.270
0.255	99.8	0.254	0.171	0.266
0.254	99.8	0.254	0.171	0.270
0.253	99.9	0.253	0.172	0.271
0.253	99.9	0.253	0.172	0.277
0.252	99.8	0.252	0.172	0.266
0.251	99.9	0.251	0.172	0.275
0.251	99.9	0.250	0.172	0.275
0.250	99.9	0.250	0.172	0.273
0.249	99.8	0.249	0.172	0.275
0.248	99.9	0.248	0.173	0.278
0.248	99.9	0.248	0.173	0.277
0.247	99.9	0.247	0.173	0.279
0.246	99.9	0.246	0.173	0.279
0.246	99.9	0.246	0.173	0.273
0.245	99.9	0.245	0.173	0.276
0.244	99.9	0.244	0.173	0.279
0.244	99.9	0.244	0.173	0.280
0.243	100.0	0.243	0.174	0.278
0.242	99.9	0.242	0.173	0.278

0.219	100.0	0.219	0.177	0.296
0.219	100.0	0.219	0.177	0.302
0.218	100.0	0.218	0.177	0.301
0.217	100.0	0.217	0.177	0.297
0.217	99.9	0.217	0.178	0.305
0.216	100.0	0.216	0.178	0.301
0.215	100.0	0.215	0.178	0.303
0.215	100.0	0.215	0.178	0.302
0.214	100.0	0.214	0.178	0.305
0.213	100.0	0.213	0.178	0.312
0.213	100.0	0.213	0.178	0.312
0.212	100.0	0.212	0.178	0.308
0.211	100.0	0.211	0.178	0.309
0.211	100.0	0.211	0.179	0.309
0.210	100.0	0.210	0.179	0.308
0.209	100.0	0.209	0.179	0.311
0.208	100.0	0.208	0.179	0.310
0.208	100.0	0.208	0.179	0.303
0.207	100.0	0.207	0.179	0.311
0.206	100.0	0.206	0.179	0.310
0.206	99.9	0.206	0.179	0.312
0.205	100.0	0.205	0.179	0.316
0.204	100.0	0.204	0.179	0.310
0.204	100.0	0.204	0.180	0.309
0.203	100.0	0.203	0.180	0.311
0.202	100.0	0.202	0.180	0.320
0.202	100.0	0.202	0.180	0.312
0.201	100.0	0.201	0.180	0.314
0.200	100.0	0.200	0.180	0.310

0.177	100.0	0.177	0.183	0.338
0.177	100.0	0.177	0.184	0.336
0.176	100.0	0.176	0.184	0.338
0.175	100.0	0.175	0.184	0.341
0.175	100.0	0.175	0.184	0.336
0.174	100.0	0.174	0.184	0.336
0.173	100.0	0.173	0.184	0.334
0.173	100.0	0.173	0.184	0.346
0.172	100.0	0.172	0.184	0.347
0.171	100.0	0.171	0.184	0.338
0.171	100.0	0.171	0.184	0.340
0.170	100.0	0.170	0.184	0.340
0.169	100.0	0.169	0.184	0.341
0.168	100.0	0.168	0.184	0.343
0.168	100.0	0.168	0.185	0.338
0.167	100.0	0.167	0.185	0.343
0.166	100.0	0.166	0.185	0.347
0.166	100.0	0.166	0.185	0.348
0.165	100.0	0.165	0.185	0.345
0.164	100.0	0.164	0.185	0.347
0.164	100.0	0.164	0.185	0.343
0.163	100.0	0.163	0.185	0.352
0.162	100.0	0.162	0.185	0.348
0.162	100.0	0.162	0.185	0.350
0.161	100.0	0.161	0.186	0.352
0.160	100.0	0.160	0.186	0.351
0.159	100.0	0.159	0.186	0.348
0.159	100.0	0.159	0.186	0.355
0.158	100.0	0.158	0.186	0.354

0.135	100.0	0.135	0.189	0.377
0.135	100.0	0.135	0.189	0.368
0.134	100.0	0.134	0.189	0.370
0.133	100.0	0.133	0.189	0.369
0.133	100.0	0.133	0.189	0.372
0.132	100.0	0.132	0.189	0.375
0.131	100.0	0.131	0.189	0.379
0.130	100.0	0.130	0.190	0.371
0.130	100.0	0.130	0.190	0.378
0.129	100.0	0.129	0.190	0.382
0.128	100.0	0.128	0.190	0.379
0.128	100.0	0.128	0.190	0.380
0.127	100.0	0.127	0.190	0.376
0.126	100.0	0.126	0.190	0.381
0.126	100.0	0.126	0.190	0.384
0.125	100.0	0.125	0.190	0.376
0.124	100.0	0.124	0.190	0.383
0.124	100.0	0.124	0.190	0.378
0.123	100.0	0.123	0.190	0.380
0.122	100.0	0.122	0.191	0.377
0.122	100.0	0.122	0.191	0.384
0.121	100.0	0.121	0.191	0.388
0.120	100.0	0.120	0.191	0.386
0.119	100.0	0.119	0.191	0.385
0.119	100.0	0.119	0.191	0.388
0.118	100.0	0.118	0.191	0.388
0.117	100.0	0.117	0.191	0.383
0.117	100.0	0.117	0.191	0.385
0.116	100.0	0.116	0.191	0.392

0.093	100.0	0.093	0.194	0.408
0.093	100.0	0.093	0.194	0.413
0.092	100.0	0.092	0.194	0.412
0.091	100.0	0.091	0.194	0.417
0.090	100.0	0.090	0.194	0.410
0.090	100.0	0.090	0.194	0.412
0.089	100.0	0.089	0.195	0.407
0.088	100.0	0.088	0.195	0.412
0.088	100.0	0.088	0.195	0.419
0.087	100.0	0.087	0.195	0.416
0.086	100.0	0.086	0.195	0.419
0.086	100.0	0.086	0.195	0.417
0.085	100.0	0.085	0.195	0.411
0.084	100.0	0.084	0.195	0.413
0.084	100.0	0.084	0.195	0.418
0.083	100.0	0.083	0.195	0.418
0.082	100.0	0.082	0.195	0.418
0.081	100.0	0.081	0.195	0.422
0.081	100.0	0.081	0.196	0.420
0.080	100.0	0.080	0.196	0.421
0.079	100.0	0.079	0.196	0.421
0.079	100.0	0.079	0.196	0.424
0.078	100.0	0.078	0.196	0.420
0.077	100.0	0.077	0.196	0.424
0.077	100.0	0.077	0.196	0.423
0.076	100.0	0.076	0.196	0.426
0.075	100.0	0.075	0.196	0.431
0.075	100.0	0.075	0.196	0.424
0.074	100.0	0.074	0.196	0.428

0.051	100.0	0.051	0.199	0.450
0.050	100.0	0.050	0.199	0.447
0.050	100.0	0.050	0.199	0.446
0.049	100.0	0.049	0.199	0.449
0.048	100.0	0.048	0.199	0.451
0.048	100.0	0.048	0.199	0.451
0.047	100.0	0.047	0.199	0.457
0.046	100.0	0.046	0.200	0.446
0.046	100.0	0.046	0.200	0.456
0.045	100.0	0.045	0.200	0.450
0.044	100.0	0.044	0.200	0.453
0.044	100.0	0.044	0.200	0.459
0.043	100.0	0.043	0.200	0.455
0.042	100.0	0.042	0.200	0.454
0.041	100.0	0.041	0.200	0.456
0.041	100.0	0.041	0.200	0.459
0.040	100.0	0.040	0.200	0.453
0.039	100.0	0.039	0.200	0.456
0.039	100.0	0.039	0.200	0.457
0.038	100.0	0.038	0.200	0.461
0.037	100.0	0.037	0.201	0.462
0.037	100.0	0.037	0.201	0.456
0.036	100.0	0.036	0.201	0.462
0.035	100.0	0.035	0.201	0.455
0.035	100.0	0.035	0.201	0.464
0.034	100.0	0.034	0.201	0.464
0.033	100.0	0.033	0.201	0.462
0.033	100.0	0.033	0.201	0.468
0.032	100.0	0.032	0.201	0.461

Anexo 6 - Relatório simulações Barragem Faveta

Relatório simulações (Barragem Faveta)				
Qr (hm3/ano)	G (%)	Qrm (hm3/ano)	Qem (hm3/ano)	Qsm (hm3/ano)
0,564	52,8	0,431	0,102	0,136
0,563	53,9	0,433	0,102	0,138
0,562	54,3	0,434	0,102	0,137
0,561	53,8	0,432	0,102	0,137
0,556	54,9	0,431	0,103	0,134
0,555	55,3	0,431	0,103	0,136
0,554	54,9	0,429	0,103	0,134
0,553	55,3	0,429	0,103	0,135
0,552	54,9	0,427	0,103	0,134
0,551	55,9	0,429	0,104	0,134
0,550	55,3	0,427	0,104	0,135
0,549	56,7	0,43	0,104	0,138
0,548	55,6	0,426	0,104	0,132
0,547	56,7	0,429	0,104	0,137
0,546	56,5	0,427	0,105	0,133
0,545	56,7	0,427	0,104	0,136
0,544	57,2	0,427	0,105	0,136
0,543	57,5	0,427	0,105	0,136
0,542	58,2	0,428	0,105	0,139
0,541	57,6	0,426	0,105	0,134
0,540	58	0,426	0,105	0,137
0,539	58,7	0,428	0,105	0,139
0,538	58,7	0,427	0,105	0,138
0,537	58,4	0,425	0,105	0,135
0,536	59,1	0,426	0,105	0,138
0,535	59,1	0,425	0,105	0,139
0,534	59,8	0,427	0,105	0,138
0,533	59,7	0,426	0,105	0,137
0,532	59,6	0,425	0,106	0,137
0,531	60,2	0,425	0,106	0,135
0,530	60,4	0,425	0,106	0,139
0,529	60,6	0,425	0,106	0,137
0,528	60,8	0,425	0,106	0,137
0,527	61,4	0,425	0,106	0,137
0,526	60,5	0,423	0,106	0,136
0,525	61,6	0,424	0,106	0,141
0,524	62	0,424	0,107	0,137
0,523	62,1	0,424	0,107	0,139
0,522	62	0,423	0,107	0,14
0,521	62,2	0,423	0,106	0,139
0,520	62	0,421	0,107	0,136
0,519	62,5	0,422	0,107	0,138

0,518	62,7	0,422	0,107	0,138
0,517	62,9	0,421	0,107	0,139
0,516	63,7	0,422	0,107	0,139
0,514	64,1	0,422	0,107	0,137
0,513	63,8	0,42	0,107	0,141
0,512	64,2	0,42	0,108	0,136
0,511	64,1	0,419	0,108	0,14
0,510	65,1	0,421	0,108	0,141
0,509	64,9	0,42	0,108	0,144
0,508	66	0,421	0,108	0,144
0,507	65,8	0,42	0,108	0,142
0,505	66,1	0,419	0,108	0,141
0,504	65,7	0,418	0,108	0,142
0,503	66,3	0,418	0,108	0,14
0,502	66	0,417	0,108	0,141
0,501	67,3	0,419	0,109	0,139
0,500	66,7	0,417	0,109	0,141
0,499	67,3	0,417	0,109	0,143
0,498	66,5	0,415	0,109	0,141
0,497	67,4	0,416	0,109	0,144
0,496	67,8	0,416	0,109	0,142
0,495	69,1	0,418	0,109	0,144
0,494	67,5	0,414	0,109	0,142
0,493	68,8	0,416	0,109	0,142
0,492	68,1	0,414	0,11	0,142
0,491	69,5	0,416	0,11	0,145
0,490	69,1	0,414	0,11	0,145
0,489	69,9	0,415	0,11	0,145
0,488	68,9	0,412	0,11	0,143
0,487	70,3	0,414	0,11	0,145
0,486	69,5	0,412	0,11	0,144
0,485	70,5	0,413	0,11	0,143
0,484	70,4	0,412	0,11	0,143
0,483	70,6	0,412	0,11	0,146
0,482	71	0,412	0,11	0,14
0,481	71,1	0,412	0,11	0,147
0,480	71,8	0,413	0,111	0,146
0,479	72,2	0,413	0,111	0,148
0,478	72,4	0,412	0,111	0,146
0,477	71,9	0,41	0,111	0,148
0,476	72,5	0,411	0,111	0,152
0,475	72,7	0,41	0,111	0,143
0,474	73,9	0,412	0,111	0,147
0,473	72,5	0,408	0,111	0,144

0,472	73,6	0,409	0,111	0,144
0,471	73,8	0,409	0,112	0,146
0,470	73,4	0,408	0,111	0,148
0,469	73,6	0,407	0,111	0,147
0,468	74,3	0,407	0,112	0,148
0,467	75,1	0,409	0,112	0,15
0,466	74,7	0,407	0,112	0,149
0,465	74,8	0,406	0,112	0,148
0,464	74,6	0,405	0,112	0,147
0,463	74,7	0,404	0,112	0,149
0,462	76	0,406	0,112	0,147
0,461	75,9	0,405	0,112	0,148
0,460	76,1	0,405	0,112	0,152
0,459	75,7	0,403	0,112	0,149
0,458	77,4	0,406	0,113	0,153
0,457	76,8	0,404	0,113	0,152
0,456	76,2	0,402	0,113	0,145
0,455	77,4	0,404	0,113	0,153
0,454	77,3	0,402	0,113	0,151
0,453	77,2	0,401	0,113	0,148
0,452	78,3	0,403	0,114	0,151
0,451	78,2	0,402	0,113	0,154
0,450	78,6	0,402	0,113	0,153
0,449	78,8	0,401	0,113	0,152
0,448	78,9	0,401	0,114	0,155
0,447	78,8	0,4	0,114	0,152
0,446	79,7	0,401	0,114	0,155
0,445	79,7	0,4	0,114	0,157
0,444	79,9	0,399	0,114	0,154
0,443	80,1	0,399	0,114	0,155
0,442	80,1	0,398	0,114	0,154
0,441	81	0,399	0,114	0,157
0,440	80,3	0,397	0,115	0,154
0,439	80,7	0,396	0,115	0,153
0,438	81,1	0,397	0,115	0,154
0,437	82,2	0,398	0,115	0,157
0,436	81,2	0,395	0,115	0,155
0,435	81,7	0,395	0,115	0,156
0,434	82,3	0,395	0,115	0,159
0,433	82,1	0,394	0,115	0,157
0,432	82,9	0,395	0,115	0,16
0,431	82,4	0,393	0,116	0,16
0,430	83	0,393	0,115	0,158
0,429	82,9	0,392	0,116	0,16

0,428	83,2	0,392	0,116	0,158
0,427	83,7	0,392	0,116	0,162
0,426	83,7	0,391	0,116	0,159
0,425	84	0,391	0,116	0,157
0,424	84,1	0,39	0,116	0,159
0,423	84,2	0,389	0,116	0,16
0,422	84,2	0,389	0,116	0,162
0,421	84,7	0,389	0,116	0,159
0,420	85	0,388	0,117	0,163
0,419	84,9	0,388	0,117	0,162
0,418	85,2	0,387	0,117	0,165
0,417	85,3	0,387	0,117	0,162
0,416	86,1	0,387	0,117	0,162
0,415	86,1	0,386	0,117	0,168
0,414	86,2	0,385	0,117	0,163
0,413	86,6	0,386	0,117	0,165
0,412	85,9	0,383	0,117	0,164
0,411	87,2	0,385	0,118	0,168
0,410	87	0,384	0,118	0,165
0,409	87,2	0,383	0,118	0,168
0,408	87,6	0,383	0,118	0,169
0,407	87,7	0,382	0,118	0,166
0,406	87,1	0,38	0,118	0,168
0,405	88,2	0,381	0,119	0,168
0,404	88,7	0,381	0,119	0,171
0,403	87,5	0,378	0,118	0,164
0,402	89,2	0,38	0,119	0,174
0,401	88,9	0,379	0,119	0,169
0,400	89,3	0,379	0,119	0,167
0,399	88,6	0,376	0,119	0,165
0,398	89,3	0,376	0,119	0,172
0,397	89,4	0,376	0,119	0,169
0,396	89,2	0,374	0,119	0,167
0,395	89,8	0,375	0,12	0,177
0,394	90,2	0,374	0,12	0,172
0,393	90,6	0,375	0,12	0,173
0,392	90,2	0,373	0,12	0,175
0,391	90,3	0,372	0,12	0,175
0,390	90,5	0,372	0,12	0,172
0,389	91,3	0,372	0,12	0,174
0,388	91	0,37	0,121	0,175
0,387	91	0,37	0,121	0,176
0,386	91,5	0,369	0,12	0,176
0,385	91,4	0,369	0,121	0,178

0,384	92,1	0,369	0,121	0,178
0,383	92,1	0,368	0,121	0,18
0,382	91,8	0,367	0,121	0,179
0,381	91,9	0,366	0,121	0,18
0,380	92,3	0,366	0,121	0,179
0,379	92,1	0,364	0,121	0,178
0,378	92,6	0,364	0,122	0,178
0,377	92,9	0,364	0,122	0,185
0,376	92,7	0,363	0,122	0,176
0,375	92,8	0,362	0,122	0,179
0,374	93,3	0,362	0,122	0,186
0,373	93,2	0,361	0,122	0,184
0,372	93,5	0,36	0,122	0,185
0,371	93,6	0,359	0,123	0,188
0,370	93,8	0,358	0,123	0,186
0,369	94,1	0,358	0,123	0,186
0,368	93,9	0,357	0,123	0,187
0,367	94,3	0,356	0,123	0,183
0,366	94,5	0,356	0,123	0,189
0,365	94,4	0,355	0,123	0,184
0,364	94,2	0,353	0,124	0,188
0,363	95,1	0,354	0,124	0,19
0,362	94,8	0,353	0,124	0,188
0,361	94,8	0,352	0,124	0,188
0,360	95,4	0,352	0,125	0,192
0,359	95,4	0,35	0,124	0,192
0,358	95,5	0,35	0,125	0,197
0,357	95,6	0,349	0,125	0,191
0,356	95,6	0,348	0,125	0,192
0,355	95,6	0,348	0,125	0,196
0,354	95,7	0,346	0,125	0,193
0,353	95,5	0,345	0,125	0,199
0,352	96,1	0,345	0,125	0,197
0,351	96,1	0,344	0,125	0,195
0,350	96,3	0,344	0,126	0,2
0,349	96,1	0,343	0,126	0,197
0,348	96,3	0,342	0,126	0,197
0,347	96,5	0,341	0,126	0,2
0,346	96,5	0,34	0,126	0,205
0,345	96,6	0,34	0,126	0,201
0,344	96,8	0,339	0,126	0,204
0,343	96,8	0,338	0,127	0,199
0,342	97,2	0,337	0,127	0,203
0,341	97,1	0,336	0,127	0,206

0,340	97	0,335	0,127	0,205
0,339	97,2	0,335	0,127	0,207
0,338	97,2	0,333	0,127	0,203
0,337	97,8	0,334	0,128	0,21
0,336	97,3	0,332	0,128	0,209
0,335	97,7	0,331	0,128	0,208
0,334	97,9	0,331	0,128	0,21
0,333	97,9	0,33	0,128	0,214
0,332	97,8	0,328	0,128	0,21
0,331	97,8	0,327	0,129	0,218
0,330	98,2	0,327	0,129	0,211
0,329	97,7	0,325	0,129	0,212
0,328	97,9	0,325	0,129	0,215
0,327	98,2	0,324	0,129	0,215
0,326	98,3	0,323	0,129	0,214
0,325	98,2	0,322	0,129	0,216
0,324	98,4	0,322	0,13	0,218
0,323	98,2	0,32	0,13	0,223
0,322	98,4	0,319	0,13	0,217
0,321	98,3	0,318	0,13	0,216
0,320	98,5	0,317	0,13	0,218
0,319	98,7	0,317	0,13	0,219
0,318	98,9	0,316	0,131	0,222
0,317	98,6	0,315	0,131	0,221
0,316	98,9	0,315	0,131	0,218
0,315	98,8	0,313	0,131	0,221
0,314	98,9	0,313	0,131	0,222
0,313	98,6	0,311	0,131	0,229
0,312	99	0,31	0,131	0,224
0,311	99,2	0,31	0,132	0,231
0,310	99,1	0,308	0,132	0,23
0,309	99	0,308	0,132	0,231
0,308	99,1	0,307	0,132	0,225
0,307	99	0,306	0,132	0,232
0,306	99,2	0,305	0,132	0,228
0,305	99,1	0,304	0,132	0,229
0,304	99,3	0,303	0,133	0,23
0,303	99,2	0,302	0,132	0,233
0,302	99,3	0,301	0,133	0,233
0,301	99,4	0,3	0,133	0,233
0,300	99,4	0,3	0,133	0,237
0,299	99,5	0,298	0,133	0,238
0,298	99,5	0,298	0,133	0,234
0,297	99,4	0,296	0,134	0,241

0,296	99,4	0,295	0,134	0,24
0,295	99,5	0,294	0,134	0,236
0,294	99,5	0,293	0,134	0,239
0,293	99,6	0,293	0,134	0,239
0,292	99,6	0,291	0,134	0,236
0,291	99,6	0,29	0,135	0,248
0,290	99,6	0,289	0,135	0,242
0,289	99,5	0,289	0,135	0,248
0,288	99,6	0,287	0,135	0,244
0,287	99,7	0,286	0,135	0,248
0,286	99,7	0,285	0,135	0,248
0,285	99,7	0,284	0,135	0,248
0,284	99,7	0,284	0,136	0,248
0,283	99,8	0,282	0,136	0,243
0,282	99,8	0,282	0,136	0,25
0,281	99,8	0,28	0,136	0,252
0,280	99,8	0,28	0,136	0,25
0,279	99,7	0,279	0,136	0,251
0,278	99,8	0,278	0,136	0,252
0,277	99,9	0,277	0,137	0,251
0,255	100	0,255	0,14	0,272

Fonte: Pesquisa, 2015.

Anexo 6 - Relatório simulações Barragem

Relatório de Simulações (Barragem Salineiro)				
Qr (hm3/ano)	G (%)	Qrm (hm3/ano)	Qem (hm3/ano)	Qsm (hm3/ano)
0,336	34,3	0,225	0,108	0,003
0,335	35,1	0,226	0,108	0,003
0,334	34,7	0,225	0,108	0,003
0,333	35,4	0,225	0,108	0,003
0,332	35,5	0,225	0,109	0,004
0,331	35,7	0,225	0,109	0,004
0,330	36,3	0,225	0,109	0,003
0,329	36,2	0,224	0,109	0,003
0,328	36,4	0,224	0,109	0,003
0,327	36,9	0,224	0,108	0,003
0,326	38,1	0,225	0,109	0,004
0,325	37,8	0,224	0,109	0,003
0,324	38,8	0,225	0,11	0,004
0,323	38,8	0,224	0,109	0,004
0,322	39,4	0,225	0,11	0,004
0,321	38,9	0,223	0,11	0,003
0,320	39,3	0,223	0,11	0,004
0,319	40,6	0,224	0,111	0,004
0,318	40,8	0,224	0,111	0,004
0,317	40,9	0,224	0,11	0,003
0,316	40,9	0,222	0,11	0,004
0,315	41,7	0,223	0,11	0,004
0,314	41,4	0,222	0,111	0,004
0,313	42,7	0,224	0,111	0,003
0,312	42,5	0,222	0,111	0,004
0,311	43,5	0,223	0,111	0,004
0,310	43,4	0,222	0,111	0,004
0,309	43,3	0,221	0,111	0,003
0,308	44,2	0,222	0,111	0,004
0,307	43,9	0,221	0,111	0,004
0,306	45,6	0,223	0,112	0,004
0,305	44,8	0,221	0,111	0,004
0,304	45,8	0,221	0,111	0,004
0,303	46,3	0,221	0,112	0,004
0,302	47,1	0,222	0,112	0,004
0,301	46,9	0,221	0,112	0,004
0,300	47	0,22	0,112	0,004
0,299	48,8	0,222	0,113	0,004
0,298	47,7	0,22	0,112	0,004
0,297	49,3	0,221	0,113	0,004
0,296	48,6	0,22	0,113	0,004
0,295	49,1	0,22	0,113	0,004
0,294	49,6	0,22	0,113	0,005

0,293	49,3	0,219	0,112	0,004
0,292	50,4	0,22	0,113	0,004
0,291	51,4	0,221	0,113	0,004
0,290	50,8	0,219	0,113	0,004
0,289	52	0,22	0,113	0,004
0,288	52,5	0,219	0,114	0,004
0,287	51,5	0,217	0,114	0,004
0,286	53,5	0,22	0,114	0,004
0,285	52,7	0,218	0,114	0,004
0,284	54,1	0,219	0,114	0,004
0,283	54,8	0,219	0,115	0,005
0,282	54,5	0,218	0,114	0,004
0,281	55,2	0,218	0,115	0,004
0,280	55,2	0,217	0,115	0,004
0,279	56	0,218	0,115	0,005
0,278	57	0,218	0,116	0,004
0,277	56,3	0,216	0,115	0,004
0,276	58,1	0,219	0,115	0,005
0,275	57,5	0,217	0,115	0,004
0,274	58,2	0,217	0,116	0,004
0,273	59,5	0,218	0,116	0,005
0,272	59,2	0,216	0,116	0,005
0,271	60,1	0,217	0,116	0,005
0,270	60,1	0,216	0,116	0,005
0,269	60,1	0,216	0,116	0,005
0,268	60,5	0,215	0,116	0,005
0,267	61,5	0,215	0,117	0,005
0,266	62,3	0,216	0,117	0,005
0,265	62,2	0,215	0,117	0,005
0,264	62,7	0,215	0,118	0,005
0,263	63,3	0,215	0,117	0,005
0,262	63	0,214	0,117	0,005
0,261	64,1	0,214	0,118	0,005
0,260	64,4	0,214	0,118	0,006
0,259	64,6	0,213	0,118	0,005
0,258	65,2	0,214	0,118	0,005
0,257	66,4	0,214	0,119	0,005
0,256	67	0,213	0,119	0,005
0,255	67,1	0,213	0,119	0,006
0,254	67	0,212	0,119	0,005
0,253	67,7	0,212	0,119	0,006
0,252	68,3	0,212	0,119	0,005
0,251	68,8	0,211	0,12	0,006
0,250	68,8	0,211	0,12	0,006
0,249	69,7	0,211	0,12	0,006

Operacionalizado por:

0,248	70,6	0,211	0,121	0,006
0,247	70,7	0,211	0,121	0,006
0,246	70,8	0,21	0,121	0,006
0,245	71,1	0,21	0,121	0,006
0,244	71,1	0,209	0,121	0,006
0,244	71,1	0,209	0,12	0,007
0,244	71,7	0,209	0,121	0,007
0,243	72	0,209	0,121	0,007
0,242	73,2	0,209	0,122	0,007
0,241	73,4	0,209	0,122	0,006
0,240	73,5	0,208	0,122	0,006
0,239	74,8	0,208	0,123	0,006
0,238	73,8	0,207	0,122	0,007
0,237	74,8	0,207	0,123	0,006
0,236	75	0,206	0,123	0,007
0,235	76	0,207	0,124	0,007
0,234	75,8	0,206	0,123	0,006
0,233	76,7	0,206	0,124	0,007
0,232	77	0,205	0,125	0,007
0,231	78,5	0,206	0,125	0,008
0,230	77,1	0,203	0,124	0,007
0,229	78,2	0,204	0,125	0,008
0,228	78,9	0,204	0,125	0,008
0,227	79,5	0,203	0,125	0,008
0,226	80,5	0,204	0,127	0,008
0,225	80,7	0,203	0,127	0,008
0,224	80,6	0,202	0,127	0,009
0,223	80,5	0,201	0,126	0,009
0,222	81,7	0,202	0,127	0,009
0,221	81,6	0,2	0,127	0,008
0,220	83,1	0,201	0,128	0,008
0,219	82,9	0,2	0,128	0,009
0,218	83,4	0,2	0,129	0,009
0,217	83,8	0,199	0,129	0,008
0,216	83,8	0,198	0,129	0,009
0,215	84,3	0,198	0,13	0,01
0,214	84,8	0,197	0,129	0,009
0,213	84,9	0,197	0,13	0,009
0,212	85,4	0,196	0,131	0,01
0,211	86,1	0,196	0,131	0,01
0,210	86,2	0,195	0,131	0,01
0,209	86,8	0,195	0,132	0,011
0,208	86,7	0,194	0,132	0,011
0,207	87,6	0,194	0,133	0,01
0,206	87	0,193	0,132	0,01

Operacionalizado por:

0,205	88,1	0,193	0,132	0,01
0,204	89,3	0,193	0,134	0,011
0,203	89,9	0,192	0,135	0,012
0,202	89,2	0,191	0,134	0,011
0,201	89	0,19	0,134	0,01
0,200	89,8	0,19	0,135	0,012
0,199	90,5	0,189	0,136	0,012
0,198	90,7	0,189	0,136	0,011
0,197	90,3	0,187	0,136	0,012
0,196	91,1	0,187	0,137	0,012
0,195	91,6	0,186	0,137	0,013
0,194	92	0,186	0,138	0,013
0,193	92,2	0,186	0,138	0,013
0,192	91,6	0,184	0,138	0,014
0,191	92,6	0,184	0,139	0,013
0,190	93,2	0,183	0,14	0,014
0,189	92,6	0,182	0,139	0,013
0,188	93,3	0,182	0,139	0,014
0,187	93,9	0,181	0,142	0,014
0,186	94,2	0,18	0,141	0,015
0,185	94,3	0,18	0,142	0,015
0,184	94,3	0,178	0,142	0,016
0,183	95,1	0,178	0,143	0,015
0,182	94,1	0,177	0,142	0,016
0,182	94,3	0,177	0,142	0,015
0,182	94,5	0,177	0,142	0,014
0,181	95,2	0,176	0,143	0,016
0,180	95,5	0,176	0,145	0,017
0,179	95,1	0,175	0,144	0,016
0,178	95,6	0,174	0,145	0,018
0,177	95,7	0,173	0,145	0,018
0,176	96,1	0,173	0,146	0,018
0,175	96,3	0,171	0,147	0,017
0,174	96,5	0,171	0,148	0,019
0,173	96,4	0,17	0,148	0,019
0,172	96,8	0,17	0,148	0,018
0,171	97,2	0,169	0,148	0,019
0,170	97,6	0,168	0,15	0,02
0,169	97,2	0,166	0,15	0,02
0,168	97,6	0,166	0,151	0,02
0,167	98	0,165	0,152	0,022
0,166	97,7	0,164	0,151	0,021
0,165	97,8	0,163	0,152	0,022
0,164	97,9	0,163	0,152	0,021
0,163	98,1	0,162	0,153	0,023

0,162	98,2	0,161	0,153	0,022
0,161	97,9	0,16	0,152	0,021
0,160	98,6	0,159	0,155	0,023
0,159	98,5	0,158	0,154	0,023
0,158	98,7	0,157	0,157	0,026
0,157	98,7	0,156	0,157	0,027
0,156	98,8	0,155	0,157	0,026
0,155	98,8	0,154	0,157	0,026
0,154	98,7	0,153	0,157	0,025
0,153	98,9	0,152	0,157	0,025
0,152	99,2	0,151	0,159	0,026
0,151	99,2	0,15	0,159	0,028
0,150	99,3	0,149	0,16	0,029
0,149	99,2	0,149	0,16	0,028
0,148	99,3	0,148	0,16	0,028
0,147	99,3	0,147	0,162	0,028
0,167	98	0,165	0,152	0,022
0,166	97,7	0,164	0,151	0,021
0,165	97,4	0,163	0,152	0,022
0,164	97,9	0,162	0,152	0,022
0,163	98,1	0,162	0,153	0,023
0,162	98,2	0,161	0,153	0,022
0,161	98,2	0,16	0,154	0,022
0,160	98,6	0,159	0,155	0,023
0,159	98,5	0,158	0,154	0,022
0,158	98,7	0,157	0,157	0,026
0,157	98,7	0,156	0,157	0,027
0,156	98,8	0,155	0,157	0,026
0,155	98,8	0,154	0,157	0,026
0,154	98,7	0,153	0,156	0,024
0,153	98,9	0,152	0,157	0,025
0,152	99,2	0,151	0,159	0,026
0,151	99,2	0,15	0,159	0,028
0,150	99,3	0,149	0,16	0,029
0,149	99,2	0,149	0,16	0,028
0,148	99,3	0,148	0,16	0,028
0,147	99,2	0,146	0,161	0,028
0,126	99,9	0,126	0,171	0,037
0,122	100	0,122	0,172	0,042
0,122	100	0,122	0,173	0,043

Fonte: Pesquisa, 2015.

