



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**Departamento de Ciências da Terra**

# **INUNDAÇÕES NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS CATUMBELA E CAVACO ANGOLA**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DUM SISTEMA DE  
PREVISÃO E ALERTA**

Júlio Tonecas

**MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS**

**Setembro, 2012**





**UNIVERSIDADE DE COIMBRA**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**Departamento de Ciências da Terra**

# **INUNDAÇÕES NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS CATUMBELA E CAVACO ANGOLA**

**CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DUM SISTEMA DE  
PREVISÃO E ALERTA**

**Júlio Tonecas**

**Mestrado em Geociências**  
Área de Especialização em Ambiente e Ordenamento

## **Orientadores científicos**

Prof. Doutor Pedro Alexandre H.D.M. Dinis, F.C.T.U.C

Prof. Doutor Alcides J. C. Pereira, F.C.T.U.C

**Setembro, 2012**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos defensores da vida e dos bens da população

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus orientadores Professor Doutor Pedro Diniz e o Professor Doutor Alcides José Sousa Castilho Pereira, pela simpatia e permanente preocupação e inspirar confiança e apoio incansável se predispuseram dias e noites sem olhar a distância que nos separa aceitaram orientar este trabalho e facultar todas as consultas apoiando-me incondicional e permanentemente.

Ao Doutor José Manuel Azevedo, Coordenador do Mestrado em Geociências, a todos professores do Departamento de ciências da Terra da Universidade de Coimbra Portugal que transmitiram durante o curso critérios e conteúdos valiosos e atualizados.

Ao Departamento de Ciências da Terra, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, especialmente ao Doutor Nelson Rodrigues, pela coragem em apostar na formação em Angola, os meus agradecimentos pelo conjunto das condições criadas

A Universidade Privada de Angola- UPRA, pela oportunidade de formação que nos brindou e a coragem em participar neste projeto

Aos meus filhos pela compreensão às limitações orçamentais a que foram submetidas

A Delegação Provincial do Ministério do Interior em Benguela particularmente o seu Delegado Provincial Comissário António Maria Sita e ao Excelentíssimo Comandante Provincial do Serviço de Protecção Civil e Bombeiros em Benguela, José Horácio da Silva pela oportunidade que me concederam de frequentar o Mestrado

Aos meus colegas do mestrado especialmente Pedro Chiquete, Domingos Quinzeca e Miguel Arcanjo pela luta conjunta e a troca de impressões durante o tempo que estivemos juntos.

Aos meus colegas de serviço Bento Sapuile, Alcides e David pelo apoio prestado na área informática

Ao Gabinete técnico da agricultura na Vila da Catumbela, na pessoa do senhor Raimundo Segunda Mussili, técnico agrónomo, pelo apoio e cedência de dados

Ao Gabinete técnico para o desenvolvimento do vale do Cavaco, na pessoa do Senhor Bernardo Gaspar, pelo apoio e cedência de dados.

Ao excelentíssimo senhor regedor do Município da Catumbela Augusto Raul “Kambeu” pela colaboração no esclarecimento relativo á problemática das cheias e inundações nas áreas em estudo.

Ao Engenheiro Henrique Victorino Diretor Provincial do INEA pela cedência de dados relativos aos danos materiais de cheias nas áreas em estudo.

Ao Instituto Nacional de geologia e Mina pela colaboração no esclarecimento de dúvida e disponibilização de informação relativa a geologia da área em estudo

Ao Engenheiro Quimbanda, do projeto de Regularização e controlo dos rios Catumbela e Cavaco pela cedência de dados.

Á Administração da Caconda na Província da Huila e as Administrações do Caim bambo, Cubal, Catumbela e Benguela os meus agradecimentos pela colaboração.

Aos serviços Nacional de Proteção Civil e Bombeiros pela colaboração e disponibilização de informação estatística relativa á problemática das cheias e inundações nas áreas em estudo.

Aos demais colegas de serviço que em momentos impróprios souberam repartir o tempo para facilitar a elaboração do meu trabalho.

Para todos aqueles que de uma forma direta ou indireta brindaram seu apoio durante o período de investigação.

## RESUMO

São aqui analisadas cheias do passado nas bacias hidrográficas do rio Catumbela e Cavaco, provocando vítimas mortais, o desalojamento de populares e perda de bens materiais. Para esta análise realizaram-se entrevistas a entidades Governamentais, tradicionais e outro pessoal técnico. Foi também feita uma análise das condições geológico-geomorfológicas (centrada nas características morfométricas das bacias de drenagem e granulométricas dos sedimentos), climáticas (distribuição espacial e sazonal da precipitação) e hidráulicas (níveis alcançados pelos dois rios em estações hidrométricas).

A precipitação nas bacias do Catumbela e Cavaco apresenta grande variabilidade sazonal, inter-anual e espacial. As maiores quedas pluviométricas podem ocorrer em diferentes meses entre Setembro e Abril. As quedas pluviométricas reflectem-se, com um atraso de 2 a 40 dias nos níveis observados nas estações hidrométricas instaladas nos rios Catumbela e Cavaco. Os dois rios têm um comportamento diferente. O fluxo no Catumbela mantêm-se durante todo o ano, mas a altura da coluna da água é geralmente muito baixa. O Cavaco é um rio torrencial, cujo leito se encontrava seco durante a maior parte do tempo, sendo possível observar subidas repentinas do nível de água após ou durante períodos de elevada precipitação. A posterior descida também ocorre rapidamente. A análise conjugada dos parâmetros morfométricos e das características da precipitação explicam o carácter torrencial deste rio.

Atendendo às características geológicas e geomorfológicas das duas bacias de drenagem, ao regime de precipitação e ao registo histórico de cheias e inundações são apresentadas recomendações que visam diminuir o efeito daqueles fenómenos nas populações.

Palavras-chave: Catumbela, Cavaco, Cheias, Precipitação, nível da água

## **ABSTRACT**

The past floods in river basins of Catumbela and Cavaco rivers that were responsible for casualties, the displacement of the population and loss of property are here studied. To complete this analysis we conducted interviews with governmental entities, traditional authorities and diversified technical staff. It was also made an analysis of geological and geomorphological features (focused on morphometric characteristics of the drainage basins and sediment grain size), climate (spatial and seasonal distribution of precipitation) and hydraulic (levels achieved by the two rivers measured in gauging stations).

The precipitation in the basins of Catumbela and Cavaco shows significant seasonal, inter-annual and spatial variability. The highest rainfall occurs in different months between September and April. Rainfall is reflected, with a delay of 20 to 40 days, in the levels observed in the gauging stations of Catumbela and Cavaco rivers. The two rivers have different behaviour. The water flow in Catumbela is maintained during the entire year, but the height of the water column is generally very low. The Cavaco is a torrential river, whose river bed is dry during most of the time, and where flood surges occur after or during periods of high rainfall. The subsequent decline also occurs swiftly. A combined analysis of morphometric parameters and the characteristics of the rainfall explain the torrential character of this river.

Given the geological and geomorphological features of the two drainage basins, the precipitation regime and the historical record of flood recommendations to reduce the effect of those phenomena in populations are presented.

Keywords: Catumbela, Cavaco, Floods, Rainfall, water level

## INDICE GERAL

Dedicatória.....	I
Agradecimentos.....	II
Resumo.....	III
Abstrato.....	IV
Índice Geral.....	V
Índice de Figuras.....	VI
<b>1- Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1-Contextualização do tema.....	1
1.2- Área de estudo.....	4
1.3-Objectivo de trabalho.....	4
1.4-Estrutura da Tese.....	6
<b>2- Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>8</b>
2.1- Enquadramento geográfico e Administrativo.....	8
2.2- Geomorfologia e Geologia.....	10
2.3 – Climatologia.....	18
2.4-Rede hidrográfica.....	22
2.5-Ocupaçãp humana.....	24
<b>3-Metodologia aplicada.....</b>	<b>26</b>
3.1-Realização de inquéritos.....	26
3.2-Medição de níveis.....	28
3.3-Dados meteorológicos.....	32
3.4- Análise morfométrica das bacias de drenagem.....	34



<b>4-Resultados e discussão</b> .....	35
4.1. Cheias históricas nos rios Cavaco e Catumbela.....	35
4.1.1- Cheias no rio Catumbela.....	35
4.1.2- Cheia no rio Cavaco.....	40
4.2. Dados climático-hidrológicos dos rios Cavaco e Catumbela.....	44
4.2.1 Evolução da precipitação de 2008 a 2010.....	44
4.2.2- Níveis alcançados nos rios Cavaco e Catumbela (2008 a 2010) .....	49
4.2.3- Relação entre os níveis do Cavaco e Catumbela e a precipitação.....	53
4.3. Caracterização morfométricas das bacias.....	57
4.4. Sedimentos de fundo nas proximidades das estações do Caiave e Guvriri.....	60
4.5. – Análise dos rios Catumbela e Cavaco.....	61
4.6- Desenvolvimento de um sistema de previsão e Alerta de cheias.....	63
Referências Bibliográficas.....	65
Anexos	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Localização da área de estudo (bacia hidrográfica do Catumbela e Cavaco). Fonte: Laboratório de Detecção Remota e SIG da UC 2012.....	9
Figura 2.2- Escadaria de peneplanícies do Ocidente de Angola segundo jessem (Feio 1946). O relevo de Angola Minua (2006) .....	11
Figura 2.3- Excerto da carta geológica da área de drenagem do Catumbela e Cavaco a escala 1: 100.000 modificado de Carvalho (1980) .....	13
Figura 2.4- Mapa Pluviométrico para Angola (Dinis 1998). Valores de precipitação média anual.....	19
Figura 2.5- Temperatura média anual (°C). Dados do <a href="http://www.fremetrio.com">www.fremetrio.com</a> .....	20
Figura 2.6- Precipitação total anual em mm para Benguela. Dados do Instituto Hidrometeorológico do Aeroporto 17 de Setembro, Benguela.....	21
Figura 2.7- Rede hidrográfica da bacia do Catumbela e Cavaco. Obtida a partir do Modelo digital de terreno “ Imagem de radar S. R.T.M”.....	23
Figura 3.1- Esquema de funcionamento dum sistema hidrométrico de medição de níveis (Anderson e Anderson, 2010) .....	30
Figura 3.2- Localização das estações do Guvriri e de Caiave na região ocidental de Angola.....	31
Figura 3.3- Processo de montagem da estação hidrométrica do Guvriri (A) e de Caiave (B).....	31
Figura 3.4- Operacionalidade da estação de Caiave (A) e do Guvriri (B).....	32
Figura 3.5- Blocos de amostragem de precipitação na bacia do Catumbela e Cavaco.....	33
Figura 4.1-Localização dos Bairros periféricos do Município da Catumbela vítimas de enchentes do Catumbela. Imagens obtidas a partir do Google Eart.....	36
Figura 4.2- Bairro das salinas vítimas de enchentes do Catumbela (A) comportas antimares no Bairro da praia Bebé (B) .....	37
Figura 4.3- Estrutura de represamento da água no rio Catumbela a 5km da ponte em degradação.....	38
Figura 4.4- Exploração inadequada de inertes no rio Catumbela.....	38
Figura 4.5- Área intervencionada Bairro do Namano baixa (A) e área não intervencionada Bairro do Açude (B) .....	39

Figura 4.6- Área intervencionada Bairro do Chiúle (A) e ponte sobre o rio Catumbela (B) .....	39
Figura 4.7- Água batendo na tabuleta da ponte rodoviária e ferroviária sobre o rio Catumbela (A) e inundação do perímetro agrário (B), cheias de 2002 .....	39
Figura 4.8- Localiza�o dos Bairros periféricos de Benguela vítimas de enchentes do Cavaco. Imagens obtida a partir do Google Eart.....	41
Figura 4.9- Desabamento da ponte sobre o rio Cavaco (A) e ponte ferroviária servindo de caminho alternativo (B) e represa do Ndungo (C) .....	42
Figura 4.10- Estado actual das comportas da barragem do Ndungo (A) e travessia de pessoas na ponte alternativa sobre o rio Cubal da Hanha (B), cheias de 2002.....	43
Figura 4.11- Estado actual de diques no rio Cavaco a 5 km da ponte a montante.....	43
Figura 4.12- Precipita�o média anual, 2000- 2010.....	44
Figura 4.13- Precipita�o média mensal bacia hidrográfica do Catumbela.....	45
Figura 4.14- Precipita�o média mensal bacia hidrográfica do Cavaco.....	45
Figura 4.15- Precipita�o média diária na bacia do Catumbela.....	46
Figura 4.16- Precipita�o média diária na bacia do Cavaco.....	46
Figura 4.17- Precipita�o máxima em blocos para o período de 2000-2010.....	47
Figura 4.18- Pico de precipita�o bacia do Catumbela .....	48
Figura 4.19- Pico de precipita�o e percentagem de dias sem precipita�o bacia do Cavaco.....	48
Figura 4.20- Percentagem de dias sem precipita�o bacia do Catumbela.....	49
Figura 4.21- Histograma com distribui�o dos níveis medidos na esta�o do Caiave.....	49
Figura 4.22- Níveis máximos diários obtidos ao longo do ano para o período de registo.....	50
Figura 4.23- Níveis médios mensais observados na esta�o de Caiave para o período em análise (rio Catumbela) .....	51
Figura 4.24- Histograma com distribui�o dos níveis medidos na esta�o do Guvriri.....	51
Figura 4.25- Níveis obtidos na esta�o do Guvriri para um período entre finais de Novembro e início de Dezembro de 2009 em que se verificou uma rápida subida da altura da coluna de �gua (A), valores médios diários (B) resultados individuais entre quatro e sete de Dezembro de 2009.....	52

Figura 4.26- Relação entre os níveis medidos na estação do Guvriri e a precipitação na bacia de drenagem do Cavaco para a série temporal disponível nesta estação.....	53
Figura 4.27- relação entre os níveis medidos na estação do Caiave e a precipitação para série temporal disponível nesta estação. São representados os valores de precipitação em toda a bacia de drenagem (total), nos blocos onde se verifica maior intensidade de precipitação (B6, B11 e B16) e no bloco B3, um bloco imediatamente a montante da estação de Caiave onde ocorrem picos de precipitação muito elevadas.....	54
Figura 4.28- Localização de represas nas bacias de drenagem do Catumbela e Cavaco.....	55
Figura 4.29-Relação entre os valores obtidos para os vários parâmetros morfométricos analisados nas bacias de drenagem do Catumbela e Cavaco.....	56
Figura 4.30- Rede de drenagem na bacia do Catumbela e Cavaco.....	58
Figura- 4. 31- Distribuição granulométrica dos sedimentos amostra nas secções dos rios Catumbela e Cavaco onde estão instaladas as estações hidrométricas do Guvriri e Caiave.....	59
Figura 4.32- Relação entre os hidrogramas e as fontes de água (domínio de escorrência superficial ou sub-superficial) para um canal fluvial.....	60
Figura 4.33: Relação entre os hidrogramas e as fontes de água (domínio de escorrência superficial ou sub-superficial) para um canal fluvial. No caso de se ter apenas uma alimentação por escorrência superficial espera-se um carácter mais torrencial (Anderson e Anderson, 2010).....	62

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1- Danos de análise comparativa dos danos e vítimas humanas causados pela chuva na época chuvosa 2009/2010 e 2010/2011.....	5
Tabela 2.1- Valores médios mensais da temperatura média do ar (°C). Fonte: <a href="http://www.freemetrio.com">www.freemetrio.com</a> .....	20
Tabela 2.2- valores médios de humidade relativa mensal. Ano 2010 em (%).....	21
Tabela 3.1- Localização das estações hidrométricas utilizadas para a caracterização climática das bacias e para obtenção dos dados de níveis de água nos rios.....	30
Tabela 3.2- Fórmula usadas para o cálculo de parâmetros morfométricos.....	34
Tabela 4.1- Desastres provocados pelas cheias na base de dados de Serviço Nacional de Protecção Civil (SNPC, 2011) .....	42
Tabela 4.2.- Variáveis morfométricos analisadas na bacia do Catumbela e Cavaco.....	58

## INDICE GERAL

Dedicatória-----	I
Agradecimentos-----	II
Resumo-----	III
Abstrato-----	IV
Índice Geral-----	V
Índice de Figuras-----	VI
1- Introdução -----	- 1
1.1-Contextualização do tema.....	1
1.2- Área de estudo.....	4
1.3-Objectivo de trabalho.....	4
1.4-Estrutura da Tese.....	6
2- Caracterização da área de estudo .....	7
2.1- Enquadramento geográfico e Administrativo.....	7
2.2- Geomorfologia e Geologia.....	9
2.3 – Climatologia.....	13
2.4-Rede hidrográfica.....	17
2.5-Ocupaçãp humana.....	19
3- Metodologia aplicada.....	20
3.1-Entrevistas.....	20
Medição de níveis.....	22
3.3-Dados meteorológicos.....	26
3.4- Análise morfométrica das bacias de drenagem.....	28
4-Resultados e discussão.....	29
4.1. Cheias históricas nos rios Cavaco e Catumbela.....	29
4.1.1- Cheias no rio Catumbela.....	29

4.1.2- Cheia no rio Cavaco.....	34
4.2. Dados climático-hidrológicos dos rios Cavaco e Catumbela.....	38
4.2.1 Evolução da precipitação de 2008 a 2010.....	38
4.2.2- Níveis alcançados nos rios Cavaco e Catumbela (2008 a 2010) .....	43
4.2.3- Relação entre os níveis do Cavaco e Catumbela e precipitação.....	47
4.3. Caracterização morfométricas das bacias.....	51
4.4. Sedimentos de fundo nas proximidades das estações do Caiave e Guvriri.....	54
4.5. – Análise dos rios Catumbela e Cavaco.....	55
4.6- Desenvolvimento de um sistema de previsão e Alerta de cheias.....	57
Referências Bibliográficas.....	61

Anexos

## Índice de figuras

Figura 2.1- Localização da área de estudo (bacia hidrográfica do Catumbela e Cavaco). Fonte: Laboratório de Detecção Remota e SIG da UC 2012.....	8
Figura 2.2- Escadaria de peneplanícies do Ocidente de Angola segundo jessem (Feio 1946). O relevo de Angola Minua (2006) .....	10
Figura 2.3- Excerto da carta geológica da área de drenagem do Catumbela e Cavaco a escala 1: 100.000 modificado de Carvalho (1980) .....	12
Figura 2.4- Mapa Pluviométrico para Angola (Dinis 1998). Valores de precipitação média anual.....	14
Temperatura média (°C) zonas da bacia do Catumbela e Cavaco.....	15
Figura 2.6- Precipitação total anual em mm para Benguela. Dados do Instituto Hidrometeorológico do Aeroporto 17 de Setembro, Benguela.....	16
Figura 2.7- Rede hidrográfica da bacia do Catumbela e Cavaco. Obtida a partir do Modelo digital de terreno “ Imagem de radar S. R.T.M”.....	18
Figura 3.1- Esquema de funcionamento dum sistema hidrométrico de medição de níveis (Anderson e Anderson, 2010) .....	24
Figura 3.2- Localização das estações do Guvriri e de Caiave na região ocidental de Angola.....	25
Figura 3.3- Processo de montagem da estação hidrométrica do Guvriri (A) e de Caiave (B).....	25
Figura 3.4- Operacionalidade da estação de Caiave (A) e do Guvriri (B).....	26
Figura 3.5- Blocos de amostragem de precipitação na bacia do Catumbela e Cavaco.....	27
Figura 4.1-Localização dos Bairros periféricos do Município da Catumbela vítimas de enchentes do Catumbela. Imagens obtidas a partir do Google Eart.....	30
Figura 4.2- Bairro das salinas vítimas de enchentes do Catumbela (A) comportas antimares no Bairro da praia Bebé (B) .....	31
Figura 4.3- Estrutura de represamento da água no rio Catumbela a 5km da ponte em degradação.....	32
Figura 4.4- Exploração inadequada de inertes no rio Catumbela.....	32
Figura 4.5- Área intervencionada Bairro do Namano baixa (A) e área não intervencionada Bairro do Açude (B) .....	33
Figura 4.6- Área intervencionada Bairro do Chiúle (A) e ponte sobre o rio Catumbela (B) .....	33



Figura 4.7- Água batendo na tabuleta da ponte rodoviária e ferroviária sobre o rio Catumbela (A) e inundação do perímetro agrário (B), cheias de 2002 .....	33
Figura 4.8- Localização dos Bairros periféricos de Benguela vítimas de enchentes do Cavaco. Imagens obtida a partir do Google Eart.....	35
Figura 4.9- Desabamento da ponte sobre o rio Cavaco (A) e ponte ferroviária servindo de caminho alternativo (B) e represa do Ndungo (C) .....	36
Figura 4.10- Estado actual das comportas da barragem do Ndungo (A) e travessia de pessoas na ponte alternativa sobre o rio Cubal da Hanha (B), cheias de 2002.....	37
Figura 4.11- Estado actual de diques no rio Cavaco a 5 km da ponte a montante.....	37
Figura 4.12- Precipitação média anual, 2000- 2010.....	38
Figura 4.13- Precipitação média mensal bacia hidrográfica do Catumbela.....	39
Figura 4.14- Precipitação média mensal bacia hidrográfica do Cavaco.....	39
Figura 4.15- Precipitação média diária na bacia do Catumbela.....	40
Figura 4.16- Precipitação média diária na bacia do Cavaco.....	40
Figura 4.17- Precipitação máxima em blocos para o período de 2000-2010.....	41
Figura 4.18- Pico de precipitação bacia do Catumbela .....	42
Figura 4.19- Pico de precipitação e percentagem de dias sem precipitação bacia do Cavaco.....	42
Figura 4.20- Percentagem de dias sem precipitação bacia do Catumbela.....	43
Figura 4.21- Histograma com distribuição dos níveis medidos na estação do Caiave.....	43
Figura 4.22- Níveis máximos diários obtidos ao longo do ano para o período de registo.....	44
Figura 4.23- Níveis médios mensais observados na estação de Caiave para o período em análise (rio Catumbela) .....	45
Figura 4.24- Histograma com distribuição dos níveis medidos na estação do Guvriri.....	45
Figura 4.25- Níveis obtidos na estação do Guvriri para um período entre finais de Novembro e início de Dezembro de 2009 em que se verificou uma rápida subida da altura da coluna de água (A), valores médios diários (B) resultados individuais entre quatro e sete de Dezembro de 2009.....	46

Figura 4.26- Relação entre os níveis medidos na estação do Guvriri e a precipitação na bacia de drenagem do Cavaco para a série temporal disponível nesta estação.....	47
Figura 4.27- relação entre os níveis medidos na estação do Caiave e a precipitação para série temporal disponível nesta estação. São representados os valores de precipitação em toda a bacia de drenagem (total), nos blocos onde se verifica maior intensidade de precipitação (B6, B11 e B16) e no bloco B3, um bloco imediatamente a montante da estação de Caiave onde ocorrem picos de precipitação muito elevadas.....	48
Figura 4.28- Localização de represas nas bacias de drenagem do Catumbela e Cavaco.....	49
Figura 4.29-Relação entre os valores obtidos para os vários parâmetros morfométricos analisados nas bacias de drenagem do Catumbela e Cavaco.....	50
Figura 4.30- Rede de drenagem na bacia do Catumbela e Cavaco.....	52
Figura- 4. 31- Distribuição granulométrica dos sedimentos amostra nas secções dos rios Catumbela e Cavaco onde estão instaladas as estações hidrométricas do Guvriri e Caiave.....	53
Figura 4.32- Relação entre os hidrogramas e as fontes de água (domínio de escorrência superficial ou sub-superficial) para um canal fluvial.....	54
Figura 4.33: Relação entre os hidrogramas e as fontes de água (domínio de escorrência superficial ou sub-superficial) para um canal fluvial. No caso de se ter apenas uma alimentação por escorrência superficial espera-se um carácter mais torrencial (Anderson e Anderson, 2010).....	56

## ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1.1- Danos de análise comparativa dos danos e vítimas humanas causados pela chuva na época chuvosa 2009/2010 e 2010/2011.....	5
Tabela 2.1- Valores médios mensais da temperatura média do ar (°C). Fonte: <a href="http://www.freemetro.com">www.freemetro.com</a> .....	20
Tabela 2.2- valores médios de humidade relativa mensal. Ano 2010 em (%).....	16
Tabela 3.1- Localização das estações hidrométricas utilizadas para a caracterização climática das bacias e para obtenção dos dados de níveis de água nos rios.....	24
Tabela 3.2- Fórmula usadas para o cálculo de parâmetros morfométricos.....	28
Tabela 4.1- Desastres provocados pelas cheias na base de dados de Serviço Nacional de Protecção Civil (SNPC, 2011) .....	36
Tabela 4.2.- Variáveis morfométricos analisadas na bacia do Catumbela e Cavaco.....	52

# 1-INTRODUÇÃO

## 1.1-CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

Com a presente dissertação pretende-se obter conhecimentos científicos que possam auxiliar na adopção de medidas, adequadas à realidade da Província de Benguela (Angola), que visem minimizar o sofrimento das populações que vivem em áreas vulneráveis a inundações. Vamos proceder a uma análise dos efeitos das cheias do passado, tentar entender as suas causas, auxiliando assim no estabelecimento dum sistema de prevenção e protecção contra as cheias nas bacias hidrográficas dos rios Catumbela e Cavaco.

Os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar. Eles representam massas mais ou menos contínuas e caudalosas de água, que desaguam no Mar ou noutra rio, pese embora nem sempre apresentarem o mesmo caudal. Quando os caudais são maiores transbordam do leito e originam inundações (Christofolletti 1980). Nos rios, as cheias são o resultado de chuvas intensas ou de longa duração que excedem a capacidade de infiltração dos solos e a capacidade de escoamento do caudal no leito do rio. Em alguns casos elas não se relacionam com as condições meteorológicas, sendo justificadas pela presença de estrangulamentos em áreas a jusante ou por um débito anormal de água de montante (por exemplo, libertação em represas). Estes fatores levam um rio a saltar as suas margens e a inundar os terrenos adjacentes.

Tomando como referência a Directiva Comunitária relativa á avaliação e gestão de riscos de inundações (UE, 2007, in. Santos, 2009), inundação é “a cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água”. As grandes inundações são originadas pelo transbordo dos rios durante a ocorrência de precipitações intensas. Segundo esta aceção, podem ter causas exclusivamente naturais. As cheias, por sua vez, são um fenómeno hidrológico espectacular, podendo provocar em poucas horas uma acção morfogenética que a dinâmica fluvial, durante anos, não atinge.

Apesar dos inúmeros estudos realizados sobre a temática das cheias, não existe uma uniformidade de critérios no que diz respeito à definição do conceito de cheias. Há autores que as consideram como fenómenos vulgares (...) decorrentes do carácter aleatório dos processos hidrológico“ (Lencastre e Franco, 1984), enquanto outros as definem como fenómenos fora de série, de carácter verdadeiramente excepcional (Guilcher 1979).

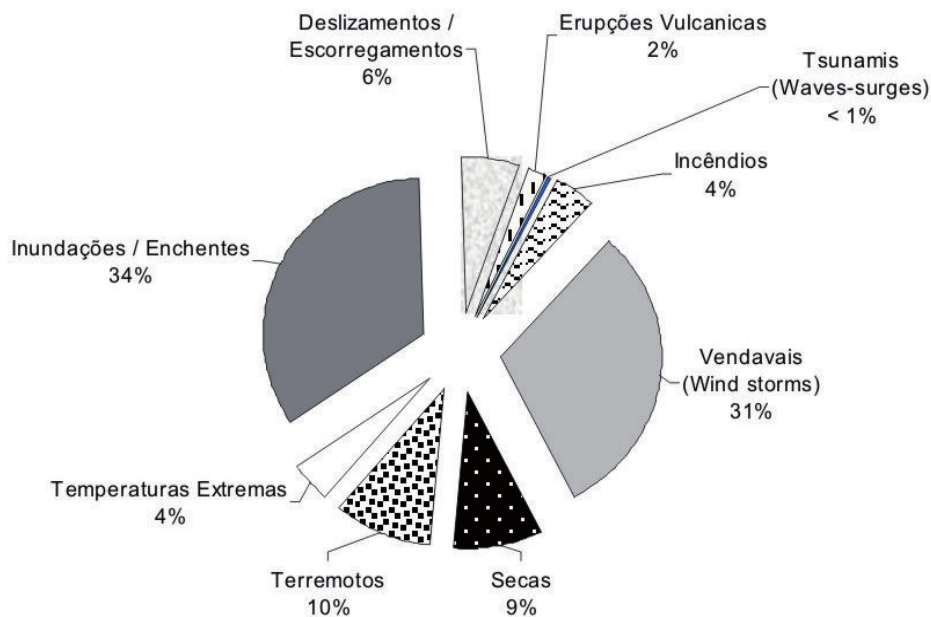
Por cheias histórica entende-se aquela cujo período de retorno é superior a 25 anos Pereira (2010). É equivalente a uma cheia onde os limites de área inundada estão na memória das pessoas (porque viveram ou ouviram contar). A tomada de consciência desta memória resulta da recolha de dados históricos, através de fontes documentais, registos ou entrevistas á população local. A cheia centenária é aquela cujo período de retorno corresponde a 100 anos. Admitimos que os limites da área inundável de uma cheia histórica possam ser iguais aos limites de uma cheia centenária.

O impacto crescente das inundações na sociedade pode ter várias origens, desde as mudanças climáticas passando por outros factores humanos apresentados por Santos (2009):

- A desflorestação, que aumenta e acelera o escoamento superficial;
- A canalização dos rios, responsável por problemas de escoamento a jusante;
- A impermeabilização dos solos, que provoca menor infiltração e maior quantidade e velocidade de escoamento;
- O crescimento urbano em áreas da planície aluvial, que cria obstáculos ao escoamento superficial e acentua a impermeabilização do solo.

Temos verificado, nos últimos tempos, uma cada vez maior intervenção dos Homem nos sistemas fluviais. Ela tem-se manifestado através de alterações na ocupação e o uso do solo, na redefinição geométrica dos canais e margens, na ocupação urbana e industrial, na presença de infraestruturas e equipamentos nas margens. Todas estas intervenções originam alterações das dinâmicas naturais dos cursos de água.

Estes condicionantes antrópicos, conjugados com os elementos ambientais nomeadamente as alterações climáticas, as variações do nível de base do mar, a dinâmica litoral ou os fogos florestais, agravam cada vez mais a perigosidade relacionada com as cheias e inundações.



FONTE: EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database. <http://www.em-dat.net>, UCL-Bruselas, Bélgica

Figura- 1.1- Distribuição de desastres naturais no Mundo durante o período 1974-2003 (EM-Data, 2005)

A figura 1.1. mostra que na Terra, de acordo com a Emergency Desasters Data Base (EM-Data, 2005), destacados por Hoyois e Guha-Sapir (2004), as cheias são, entre os desastres naturais, o processo mais frequentes com 34% das ocorrências no período de 1974-2003. O número total de afetados ultrapassou 65 Milhões de pessoas e o número de mortes foi de mais de 15 mil pessoas sendo que a seca e as inundações são as principais causas de perdas de vidas humanas (Vestena, 2005). Para se ter uma ideia dos impactos ocasionados pelas inundações, destaca-se que apenas no ano de 1996, as inundações chinesas mataram 3.048 pessoas e feriram outras 363.800.

Angola não fugirá à regra, havendo vários relatos de situações idênticas. Por exemplo, em 2010, mais de 116 mortos, 83 feridos e milhares de pessoas desalojadas foi o balanço registado pelos serviços Nacional de Proteção civil e bombeiros em Angola, (Angonotícia, 2011). Num comunicado produzido no termo de uma reunião, a Comissão Nacional de Proteção Civil fez saber que de Janeiro até 19 de Abril de 2010 as quedas pluviométricas provocaram em Luanda 54 mortos, 8.752 residências destruídas e 65.519 pessoas desalojadas. A Comissão referiu igualmente a destruição de 153 escolas do ensino de base (atual 1 ciclo do ensino geral), 11 pontes e 87 populares feridos em todo país. Na Província do Cunene perto de mil famílias perderam suas casas e várias culturas ficaram destruídas em consequência da chuva.

De acordo com o Relatório do Serviço Nacional de Proteção Civil e Bombeiros em Benguela, balanço da época chuvosa 2010/2011 (SNPC, 2011), em 2010 registaram-se inundações nos Município do Lobito, Benguela e Catumbela que causaram a morte de 24 cidadãos, 20 feridos, 298 casas desabadas e 1.720 pessoas

desalojadas. Outro Relatório deste órgão do Ministério do Interior para o período 2009/2010 indica que as inundações fizeram 13 mortos, 31 ferimentos, 2.409 casas desabadas e 11.469 pessoas desalojadas, das quais 10.895 foram da Comuna do Dombe Grande. Serviço Nacional de Protecção Civil-SNPC (2010), balanço da época chuvosa 2009/2010. Os resultados destes dois Relatórios estão sintetizados na Tabela 1.1.

Na Província de Benguela as chuvas são cíclicas, porém, há anos em que chove com grande intensidade nas zonas mais elevadas do interior originando cheias principalmente nos rios Catumbela e Cavaco. Os principais episódios de cheias conhecidas datam de 1972 e 2002 para os rios Catumbela e Cavaco, respectivamente. Como estes rios não estão regularizados é frequente haver transbordo do leito, alagando os terrenos marginais e provocando danos e vítimas.

Estes dados são reveladores da importância que as cheias têm para as populações ribeirinhas na Província de Benguela.

## **1.2- Áreas de estudo**

A área de estudo do presente trabalho corresponde às bacias dos rios Catumbela e Cavaco, dando-se especial enfoque às zonas próximas à foz onde existem evidências históricas de cheias e inundações. Estes rios definem vales importantes na faixa litoral da Província.

Recorde-se que na Província de Benguela as cheias se repetem com uma certa regularidade, existindo registos de eventos com danos significativos para as populações em 1972, 1979, 1983, 2002 e 2010.

## **1.3- Objectivos de trabalho**

Traçámos os seguintes objectivos para o presente trabalho de pesquisa:

- 1- Analisar os efeitos das cheias nos rios Catumbela e Cavaco durante as últimas décadas;
- 2- Proceder a uma avaliação das condições de drenagem e um inventário de pontos sensíveis que possam promover danos pessoais e materiais associadas as cheias;
- 3- Relacionar a precipitação no seio das bacias de drenagem e algumas características morfométricas das duas bacias com os níveis alcançados e os riscos de cheias;
- 4- Contribuir para a implementação dum sistema de previsão e protecção contra cheias.

Tabela- 1.1- Dados de análise comparativa dos danos e vítimas humanas causados pela chuva na época chuvosa 2009/2010 e 2010/2011. Fonte: Banco de dados do Serviço Nacional de Proteção Civil – Benguela (2011)

Municípios de Benguela (Angola)	Época chuvosa 2009/2010								Época chuvosa 2010/2011							
	Residência afectadas		danos e vítimas humanas						Residência afectads		Danos e vítimas humanas					
	Casas desabadas	Casa com chapas desabadas	Feridos		Mortos		Pessoas setiadas	Pessoas desalojadas	Casas desabadas	Casas com chapas desabadas	Feridos		Mortos		Pessoas setiadas	Pessoas desalojadas
Desabamento			Relâmpago	Desabamento	Relâmpago	Desabamento					Relâmpago	Desabamento	Relâmpago			
Benguela	21	1	2	---	8	---	---	335	54	--	1	---	---	---	---	---
Lobito	2	10	8	---	2	---	---	10	15	---	1	---	2	---	---	---
Baía-Farta	---	3	---	---	---	---	---	---	1.336	---	22	---	2	---	26112	10895
Cubal	---	---	---	---	---	---	---	---	5	145	3	1	1	1	---	474
Ganda	69	4	---	---	---	---	---	345	---	3	---	1	---	4	---	---
Caim Bambo	158	236	6	---	---	2	---	790	---	22	---	---	---	---	---	110
Chongoroi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bocoio	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Bolombo	48	---	4	---	---	12	---	240	24	---	1	1	---	3	---	---
<b>Total</b>	<b>298</b>	<b>254</b>	<b>20</b>	<b>---</b>	<b>24</b>	<b>---</b>	<b>---</b>	<b>1720</b>	<b>1384</b>	<b>170</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>26112</b>	<b>11479</b>	



#### 1.4- Estrutura da Tese

Depois do presente capítulo de introdução, em que se contextualiza o trabalho e se apresentam os objetivos da pesquisa, a dissertação envolve 4 capítulos, com a seguinte estruturação organizativa:

**Capítulo-2:** Enquadramento. Aborda o enquadramento geográfico e administrativo das áreas de estudo, identifica os elementos climáticos mais relevantes e realça os aspectos demográficos e socioeconómicos da área em estudo que possam ter implicações na análise das situações de cheias que se pretende desenvolver.

**Capítulo 3:** Metodologias: Neste capítulo são descritas as metodologias utilizadas no trabalho. Nele procede-se a uma descrição de duas estações instaladas nos rios Catumbela e Cavaco para medições de níveis alcançados durante os últimos anos e à metodologia usada para obtenção de dados de precipitação nas bacias em estudo. Finalmente, apresenta-se a metodologia usada para a caracterização morfométrica das duas bacias de drenagem.

**Capítulo 4:** Resultados e discussão. Este capítulo inicia-se por uma descrição da história das cheias nos rios Cavaco e Catumbela. Posteriormente faz-se uma análise dos dados de precipitação e de níveis atingidos nas estações instaladas nos rios Cavaco e Catumbela e relacionam-se estas duas séries de dados. Depois apresenta-se uma caracterização morfométrica das bacias. Por fim, procede-se a uma avaliação de alguns pontos sensíveis que têm vindo a promover situações de cheias e inundações.

## **2- CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1- Enquadramento geográfico e Administrativo**

A bacia hidrográfica que compreende o rio Catumbela estende-se desde norte da Província da Huila até ao norte da Província de Benguela (Províncias localizadas a Sudoeste e Centro-Oeste da República de Angola) em Latitude  $12^{\circ} 26' 41,99''$  S e Longitude  $13^{\circ} 28' 31,55''$  E apresentando uma área de 16.532,6 km<sup>2</sup> e um perímetro de 747,9. O curso de água principal (o Catumbela) percorre aproximadamente 250km, descendo quase 2000 metros o que lhe confere um perfil de declive acentuado (Administração Municipal da Catumbela 2012). É limitada a Norte pela bacia do rio Balombo, a Sul pela bacia do rio Cavaco a Oeste pelo Oceano Atlântico e a Este pela superfície planáltica da Huila (Administração Municipal da Catumbela, 2012).

A nascente do rio Catumbela situa-se na povoação com o mesmo nome Município de Caconda Província da Huila. Os seus afluentes principais são o rio Cubal da Ganda na margem esquerda e o rio Cuiva na margem direita.

A bacia hidrográfica do Cavaco insere-se inteiramente no centro-oeste de Angola, na Província de Benguela. Posiciona-se entre a zona subplanáltica e o Oceano Atlântico em latitudes de  $12^{\circ} 34' S$  a  $13^{\circ} 23' S$  e Longitudes de  $13^{\circ} 23' E$  a  $14^{\circ} 16' E$ . Abrange uma área total de 3930 km<sup>2</sup>, com alongamento SW-NE (Snaprogetti 1986). A bacia está limitada a Norte pela bacia do Catumbela, a Sul pela bacia do rio Coporolo e a Oeste pelo Oceano Atlântico.

A nascente do rio Cavaco situa-se na Comuna de Kapupa Município do Cubal Província de Benguela (Administração Municipal do Cubal, 2012). Os seus afluentes principais são o rio Cubal da Hanha, rio Catengue e rio Hódio



Fig-2.1- Localização da área de estudo (Bacia hidrográfica do Catumbela e Cavaco) -Fonte: Laboratório de Detecção Remota e SIG- UC.2012.

## 2.2- Geomorfologia e Geologia

O interior de Angola é formado por planaltos extensos e monótonos. Jessen, no seguimento duma excursão pelo território angolano, identificou diversas superfícies com grande desenvolvimento horizontal, tendencialmente dispostas sub-paralelamente à linha de costa (Feio, 1946). Na zona sudoeste de Angola, ordenadas das cotas mais elevadas para as mais baixas, foram reconhecidas as superfícies V (equivalente do Planalto da Humpata), IV (geralmente designada de Planalto Principal), III (cuja relevância é contestada por outros autores), II (equivalente da Superfície Intermédia) e I (assumida como uma superfície de abrasão pós-Eocénica) (Feio, 1946, 1980).

A presença e o significado das superfícies mais elevadas é relativamente consensual. Assim, tem-se um Planalto Principal (Sup. IV) que se prolonga desde as zonas do Bailundo, a norte, até à Chibia, a sul, por mais de 500 km, que se desenvolve a costas de 1200-1400 metros, tendencialmente mais elevada em posições mais meridionais (Feio, 1980). O limite oriental é bastante claro, terminando ora contra os relevos em que se desenvolve a superfície mais elevada ora na descida para as superfícies mais baixas (Feio, 1946, 1964, 1980; Marques, 1966). Esta zona apresenta um relevo levemente ondulado, com vales pouco profundos e muito largos, que resulta da aplanção de rochas muito variadas.

O Planalto da Humpata (Sup. V) eleva-se a oeste do Planalto Principal e a oriente da Superfície Intermédia, atingindo cotas da ordem de 2300 em posições mais meridionais. Marques (1966; 1977) integra as zonas enquadradas pelo Planalto Principal na Cadeia Marginal de Montanhas. Feio (1980) distingue a generalidade dos relevos encontrados em posições mais setentrionais do Planalto Principal pelas características da porção culminante, classificando-os como relevos residuais que se elevam acima da Superfície Intermédia. O desnível entre estes relevos e a área a ocidente é muito elevado, podendo atingir 1500 metros (Feio, 1946, 1964, 1980; Marques, 1966). Corresponde a uma área onde os processos erosivos têm tido supremacia sobre a pedogénese (Marques, 1977).

A Superfície Intermédia corresponde a uma aplanção muito extensa, posicionada entre os relevos mais orientais e a orla litoral (Feio, 1946; 1980). Está integrada na área que Marques (1966) designa de zona de transição. As cotas desta região vão geralmente dos 350 m aos 900 m sendo que mais para o sopé da escarpa montanhosa se atinge os 1000 metros, descendo progressivamente à medida que se

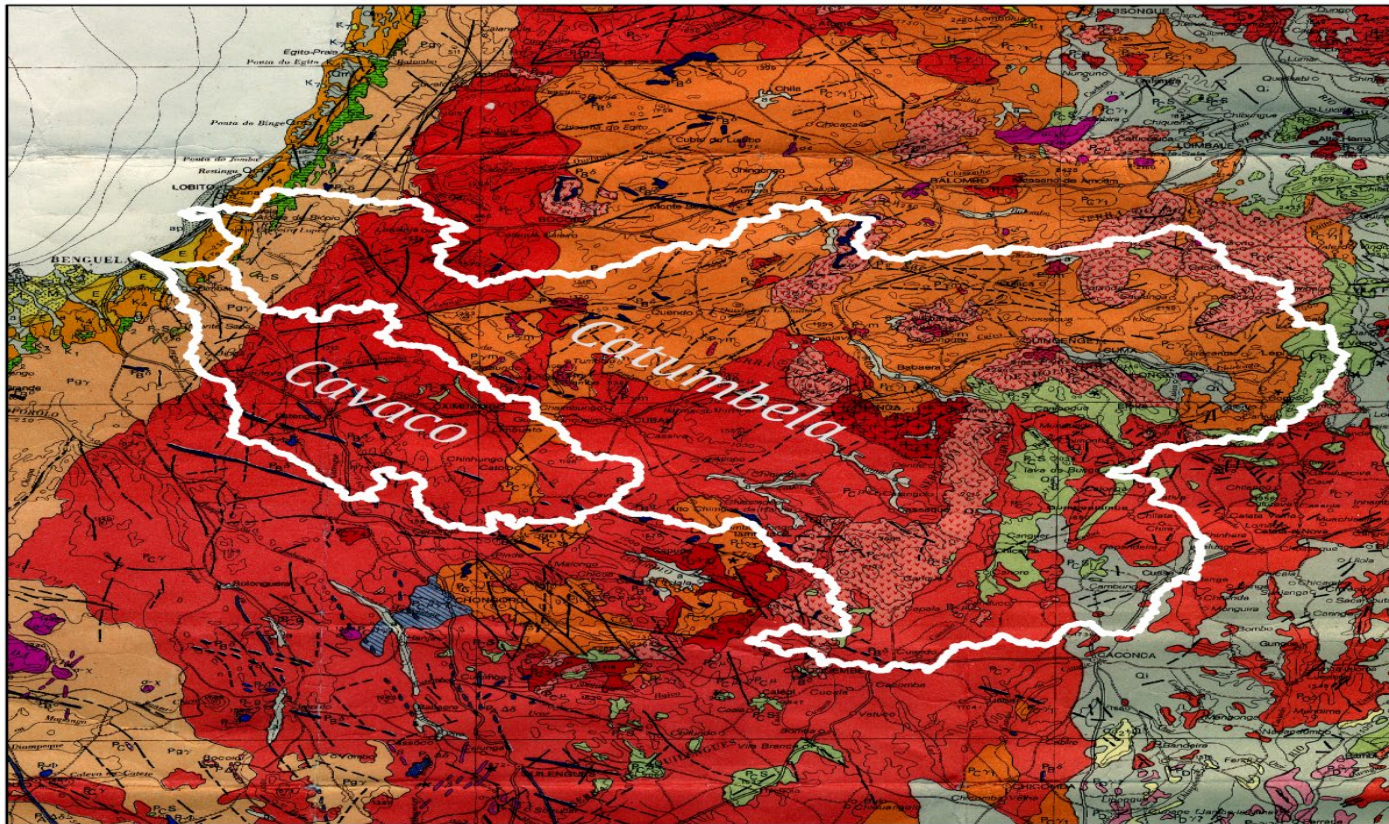


também estão levemente basculado para ocidente (Feio, 1980). Trata-se duma faixa estreita que, no sector a sul de Porto Amboim, não se afasta muito de 50 km de largura (Feio, 1946, 1964, 1980; Marques, 1966, 1977; Dinis, 2006). As bacias hidrográficas do Catumbela e do Cavaco estendem-se pelas zonas litoral e de transição. A do Catumbela alcança alonga-se ainda pela zona montanhosa do interior de Angola.

A figura 2.3 apresenta as principais unidades geológicas presentes nas bacias do Catumbela e Cavaco. Na zona montante da bacia do Catumbela predominam formações eruptivas, onde dominam os granitos, designadamente o conjunto frequentemente designado de granito regional, por vezes associados a granodioritos e dioritos (Carvalho, 1980, 1983). Em associação com estas rochas ígneas correm também migmatitos, gneisses entre outras (Carvalho, 1983). A maioria destas unidades estará relacionada com os ciclo tectónico Eburniano, cujas idades estarão compreendidas entre os 1.8 e os 2.2 G.a. (Carvalho et al, 2000; Pereira et al., 2010). Nas zonas mais interiores da bacia de drenagem do Catumbela também se observam grandes manchas com afloramento de rochas metasedimentares mais antigas (Carvalho, 1980, 1983).

Para ocidente, os rios Catumbela e Cavaco atravessam uma área com rochas afetadas por diversos ciclos tectónicos que constituem uma unidade designada de Complexo gnéssico, granítico e migmatítico (Carvalho, 1980, 1983). Esta unidade apresenta grande complexidade estrutural e diversidade lítica e a sua idade é entendida com ante-Eburiano (Carvalho et al., 2000; Pereira et al., 2010). A faixa com estes materiais desenvolve-se entre a área litoral, onde dominam as rochas sedimentares mais recentes (descrita abaixo), e a zona mais interior, essencialmente com rochas magmáticas (descrita acima).

Na zona jusante das duas bacias ocorrem unidades sedimentares mesocenozóicas pertencentes à sub-bacia de Benguela, que tem sido considerada a parte meridional da Bacia do Quanza (Pinho & Carvalho, 2010). Esta sub-bacia está limitada a Norte pelo paralelo de 12° 00'S e termina, a Sul, por alturas do cabo de Santa Maria, onde as rochas do soco Precâmbrico atingem a costa. O enchimento sedimentar da bacia é, sobretudo, de idade cretácica, mas continua pelo Cenozóico (Tavares et al., 2007; Buta-Neto et al., 2006). A sucessão integra unidades dominadas por evaporitos, lutitos, arenitos-conglomerados, rochas carbonatadas e margosos. Tratam-se de formações marinhas e fluvio-deltaicas que assentam em discordância sobre as unidades metamórficas e magmáticas do soco.



0 25 50 Km

Figura 2.3– Excerto da carta geológica da área das bacias de drenagem do Catumbela e Cavaco à escala 1:100.000 (modificado de Carvalho, 1980)



O Plistocénico está registado sobretudo por terraços marinhos e fluviais e coluviões que apresentam maior expressão nas proximidades dos principais rios da região (Catumbela, Cavaco e Coporolo). Os sedimentos do Holocénico também têm maior representação nos sectores distais dos principais vales. Segundo Carvalho (1961), estes sedimentos podem ser agrupados em depósitos vasosos e depósitos arenosos. A generalidade dos depósitos arenosos está relacionada com cordões de praia que registam uma progressiva progressão da linha de costa no sentido do Atlântico em resposta ao retrabalhamento e deposição de sedimentos transportados pelos rios. Ao longo do sector distal dos vales fluviais ocorrem extensos aluviões formadas por diversos tipos de areias de vários calibres que apresenta por vezes intercalações argilosas.

### **2.3- Climatologia**

O Território da República de Angola é marcado por duas estações climáticas distintas: a das chuvas, húmidas e quente, que decorre de Setembro a Abril, pronunciando-se com alguma antecedência ou mais tardiamente em algumas regiões; e a de cacimbo, seca e fria que normalmente vai de Maio a Setembro (Dinis, 2006). Dada a grandeza do território (1.246.700km<sup>2</sup> de extensão), há uma variedade climática de região para região.

O regime pluviométrico em Angola é determinado fundamentalmente pelos elementos que caracterizam a circulação geral da atmosfera no continente em particular pela presença de um Centro de altas pressões no Atlântico Sul e a ocorrência de um Centro de baixas pressões no interior do Continente. O posicionamento do primeiro mais para o Norte durante o verão está associado ao aquecimento das massas de ar, a sua expansão e subida em altura com consequente precipitação. Associado a este movimento está a corrente fria de Benguela que soprando de Oeste para Este, inflecte para norte do território. Durante a estação seca (Inverno), o centro de altas pressões desloca-se para Sul e Este tornando o ar mais frio e húmido no Litoral e mais seco para o interior à medida que se sobe em altitude. Relatório do Ministério de Agricultura e Desenvolvimento rural e Programa das Nações Unidas para Agricultura-FAO (2004), revisão do Sector Agrário e da Estratégia de segurança Alimentar para a definição de prioridades de investimentos.

A Figura 2.5 apresenta a variação espacial da precipitação no território angolano. A zona planáltica regista valores de precipitação entre 1100 mm aos 1500





zona litoral, evoluindo para Cwa (sub-tropical húmido) e Cwb (temperado com inverno seco).

Tabela.- 2.1- Valores médios mensais da temperatura média do ar (°C) fonte: [www.fremetrio.com](http://www.fremetrio.com))

Município	Jan.	Fev.	Mar.	Ab.	Maio	Jun.	Jul.	Ag.	Set	Out.	Nov.	Dez.
<b>Benguela</b>	29,2	25,2	28,7	30,5	29,3	28,2	27	26,7		27	27,8	27,7
<b>Lobito</b>	28,8	30,3	28,9	30,5	28,3	28,1	27	26,7		27	27,8	27,7
<b>Cubal</b>	24,1	23,6	23,3	22,7	23,7	22,3	23,4	25		25,1	23	21
<b>Ganda</b>	20,7	20,8	20,6	25,7	21,8	20,6	21,8	24		26	22,3	19,3
<b>Caibambo</b>	23,5	25,1	23,6	24,4	25,2	24	25	27		28,1	25	22,9

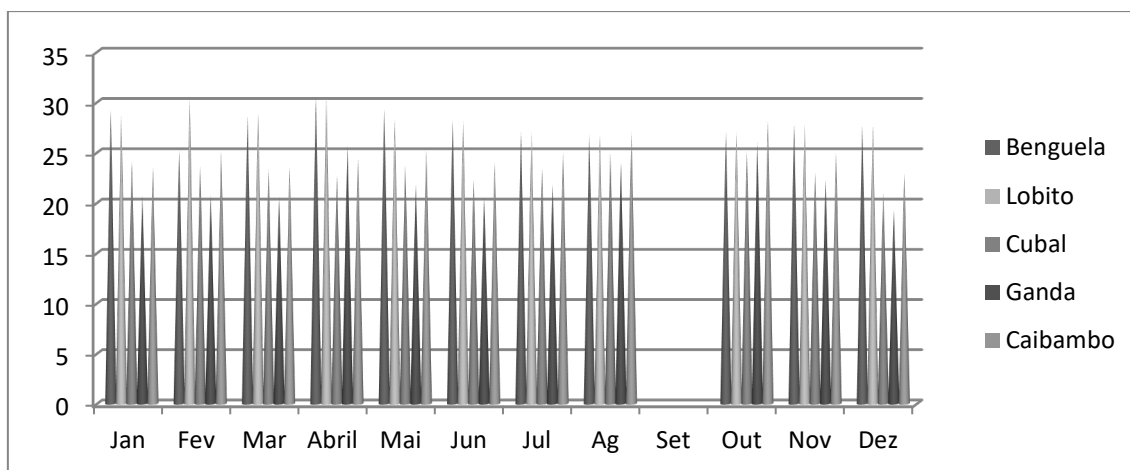


Figura 2.5- Temperatura média regional (C°) zona da bacia do Catumbela e Cavaco.

A análise da Tabela 2.2 mostra que os valores da humidade do ar vão diminuindo do litoral para o interior. Os valores mais altos da humidade ocorrem em Novembro e Dezembro e os mínimos em Junho e Julho.

Tabela 2.2 - valores médios da humidade relativa mensal no ano 2010 (%)

Município	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média anual
Benguela		58		66	60	50	58	69		74	74	71	64
Lobito		66		69	63	52	60	70		76	58	72	65
Cubal		68		73	60	42	43	34		74	75	78	61
Ganda		75		81	55		33	34		74	75	78	63
Caimbambo		65		67	48	33	35	35		57	76	73	54
<b>Media Mensal</b>		<b>66</b>		<b>71</b>		<b>44</b>	<b>46</b>	<b>48</b>		<b>71</b>	<b>72</b>	<b>74</b>	

Fonte: [www.freneteo.com](http://www.freneteo.com)

Para referenciar a evolução durante os últimos anos das precipitações na Província de Benguela recorreu-se aos dados meteorológicos do Instituto hidrometeorológico e Geofísico do Aeroporto 17 de Setembro (Benguela), disponíveis desde o ano de 2000 até 2011 (Figura 2.8). As precipitações foram sobretudo baixas nos anos de 2000, 2004 e 2009 e altas em 2001 e 2002.

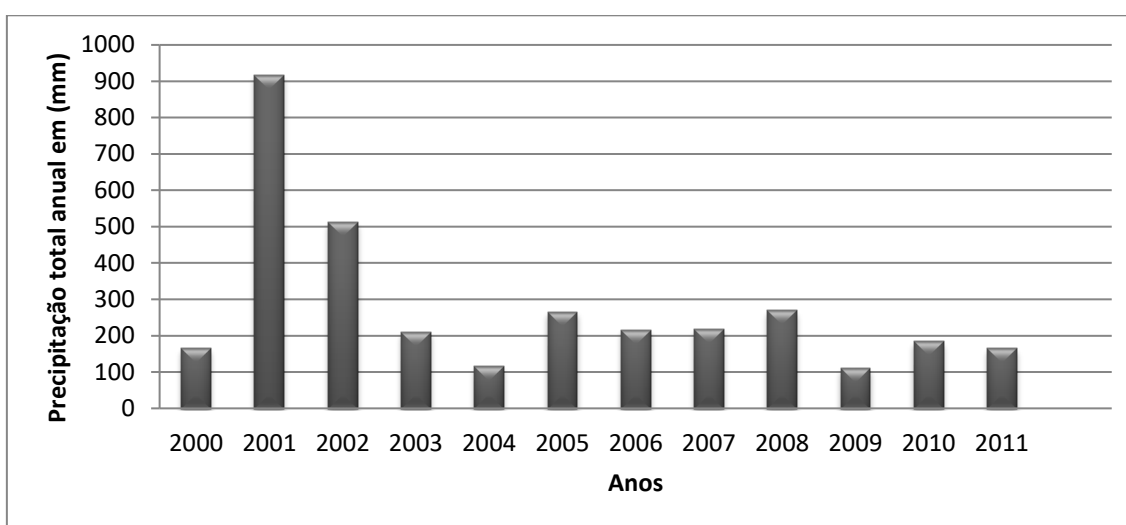


Figura 2.6 – Precipitação total anual em mm para Benguela *Dados do Instituto Hidrometeorológico do Aeroporto 17 de Setembro, Benguela (INAMET)*

## **2. 4- Rede hidrográfica**

As áreas das bacias hidrográficas do Catumbela e Cavaco são de 16.532.6 km<sup>2</sup> e 4,397,8 km<sup>2</sup>, respectivamente. Como é natural a direção geral dos cursos de água deriva da topografia. Os Cursos de água dos rios Catumbela e Cavaco correm de Leste para Oeste e carregam água das regiões mais chuvosas para as áreas secas. É importante referir aqui que, de um modo geral, o escoamento superficial das águas também depende das características geológicas da bacia hidrográficas. Nesse sentido, é frequente observar troços retilíneos e bruscas alterações de rumo, justificadas pelo desenvolvimento dos vales ao longo de falhas e outras superfícies de maior fragilidade das unidades líticas.

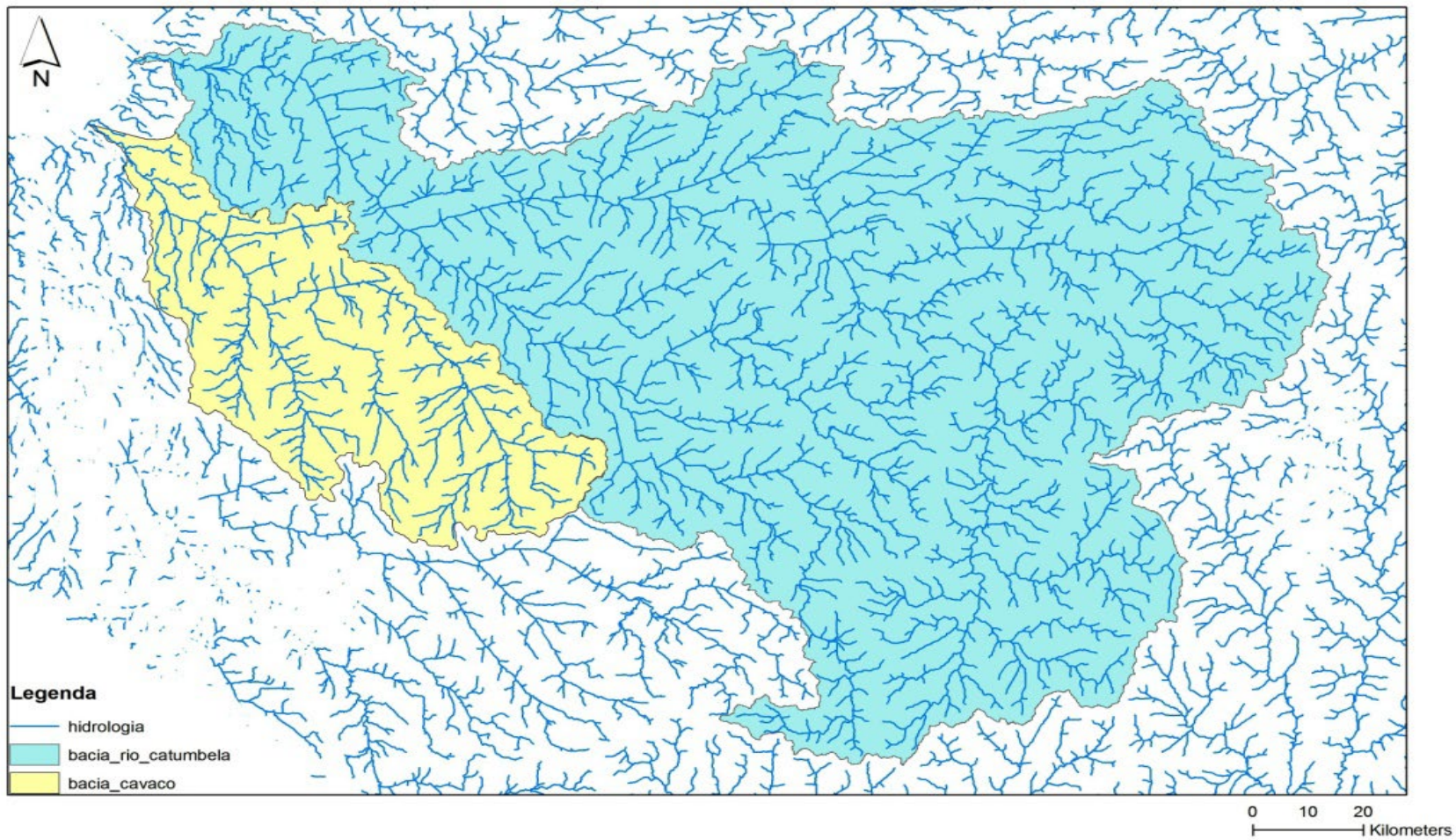


Figura 2.7- -Rede Hidrográfica da Bacia do Catumbela e Cavaco. Obtida a partir do modelo digital de terreno "Imagem de radar S.R.T.M".

## 2.5- Ocupação Humana

Desde as primeiras Civilizações algumas sociedades de agricultores abandonaram as regiões mais elevadas e deslocaram-se para as planícies aluviais das grandes bacias hidrográficas. Hoje, a importância da água para o ser humano já não carece de demonstração.

As bacias hidrográficas do Catumbela e Cavaco também têm relações de proximidade com grandes aglomerações populacionais. Os grupos étnicos que ocupam a área destas bacias hidrográficas são maioritariamente Ovimbundos (do Sul de Angola) e, com menor representatividade, o grupo Herero sobretudo na bacia do Cavaco. É bem verdade que o processo de ocupação e criação de novos municípios e distritos nas margens dos rios Catumbela e Cavaco, bem como em outras áreas, surgiu diante das necessidades históricas e económicas e se intensificou aquando da conquista do Reino de Benguela pelos Portugueses no século XVII e sua evolução nos dois séculos que se seguiram. Teve um novo incremento a partir da construção do caminho-de-ferro de Benguela e da estrada que liga o Lobito ao Huambo (Administração Municipal de Benguela, 2011). A instalação dessas importantes vias de comunicação, que inicialmente ocorreu em regiões praticamente desabitadas, promoveu o fluxo migratório e o surgimento de aglomerados rurais e urbanos junto dos vales dos rios Catumbela e Cavaco.

A tendência do aumento demográfico nos dois principais municípios que abrangem as bacias do Catumbela e Cavaco (Benguela e Catumbela) vem-se verificando desde o início da guerra civil em Angola (1975) e do conflito pós-eleitoral (1992) quando as populações de outros quadrantes nas bacias hidrográficas abandonaram as suas terras e deslocaram-se para o litoral em busca de segurança. Apesar do clima de paz que o País vive desde 2002, continua a se verificar um forte crescimento urbano nestes municípios e um contínuo envelhecimento e abandono das áreas mais rurais das bacias hidrográficas.

Esta urbanização contribui fortemente para a impermeabilização do solo que, conjugado com outros fatores, vem promovendo cheias nos rios Catumbela e Cavaco.

### **3- METODOLOGIA APLICADA**

Este trabalho iniciou-se com a consulta de documentos bibliográficos e cartográficos relacionados ao tema (bibliografia cedida pelos orientadores do trabalho e outros profissionais do Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra). Consultou-se também a base de dados do Serviço Nacional de Protecção Civil de Angola e, de forma sistemática, o site [www.freemetio.com](http://www.freemetio.com) do Instituto Meteorológico Americano, disponível nos serviços Nacional de Protecção Civil de Benguela, visando obter dados Meteorológicos de algumas zonas da área em estudo (temperatura e humidade).

Procedeu-se também a um levantamento no terreno, de montante a jusante, de boa parte das bacias, tentando-se seguir o curso dos principais cursos de água. Este trabalho teve como objetivo avaliar o estado actual das condições de fluxo na área de estudo. Os levantamentos no terreno foram acompanhados por um aparelho GPS e uma máquina fotográfica com vista à inventariação e seleção dos locais de interesse para o nosso trabalho.

A seguir fizeram-se entrevistas focadas nos efeitos das cheias e comportamento dos rios e ao tratamento de dados sobre níveis e precipitação nas bacias de drenagem. O trabalho envolveu também uma análise morfométrica das duas bacias. Estas metodologias estão descritas abaixo.

#### **3.1- Entrevistas.**

Com a aplicação deste método fez-se a inquirição das populações sedeadas na área de estudo, fundamentalmente as que vivem nas regiões jusante das bacias e que guardaram na memória a ocorrência das principais cheias ocorridas nos vales dos

rios Catumbela e Cavaco. Realizaram-se também visitas técnicas a vários Organismos do Estado angolano, entrevistas a entidades governamentais, visando a obtenção de informação e documentos satisfatórios para o enriquecimento do tema. Os Organismos governamentais contactados foram:

- Direcção Provincial de geologia e Minas de Benguela;
  - Direcção Provincial do Ministério de Urbanismo e Construção de Benguela;
  - Direcção Provincial de Energia e Água;
  - Instituto Nacional de Estradas de Angola de Benguela;
  - Serviço Nacional de Protecção Civil e Bombeiros
  - Administrações Municipais de Benguela, Caimbambo, Cubal, Catumbela e Caconda
- Autoridades tradicionais

No decurso dos inquéritos, os informantes chave foram:

**Raimundo Segunda Mussili**, Técnico Agrónomo do Gabinete técnico da agricultura da Catumbela;

**Bernardo Gaspar**, funcionário do Gabinete técnico para o desenvolvimento do vale do Cavaco;

**Pedro Jamba**, Soba do Bairro da Calomanga, Benguela;

**Raúl Segunda “Kambeu”**, regedor do Município da Catumbela;

Engenheiro **Quimbanda**, do projecto de regularização e controlo dos rios Catumbela, Cavaco e Coporolo;

**Henrique Victorino**, Director Provincial do INEA (Instituto Nacional de estrada de Angola-Benguela);

Diversos membros da Administração da Catumbela, Caimbambo, Cubal, Lobito e Caconda;

Nas entrevistas variaram em função de algumas especificidades das pessoas inquiridas. As questões apresentadas às autoridades tradicionais (soba e regedor) foram:

- 1- Há quanto tempo vives aqui?
- 2- Quando ocorreu a maior cheia de que se lembra?
- 3- Nas cheias de 1972 e 2002 como se comportou os rios?



- 4- Nas cheias de 1972 e 2002 que aconteceu?
- 5- Qual foi a altura máxima da água?
- 6- As pessoas costumam assinalar o nível das águas das cheias/inundações?
- 7- Qual é a maior altura assinalada?
- 8- Nas cheias do ano 1972 e 2002 quais foram os estragos e danos de que se lembra?
- 9- Nas cheias do ano 1972 e 2002 quais foram o número de pessoas mortas, feridos e desalojadas?
- 10- Nas cheias e inundações quais têm sido os estragos e danos?
- 11- Considera que actualmente há mais cheias e inundações que há 20 anos?
- 12- Considera que actualmente as cheias e inundações provocam mais estragos e danos do que há 20 anos? Porquê?

Os dados obtidos a partir das entidades governamentais e tradicionais e, de um modo geral, de toda população da zona jusante das bacias que testemunharam eventos de cheias permitem obter critérios base para avaliação dos efeitos das cheias.

### **3.2- Medições de níveis**

Procedeu-se ao tratamento dos dados de medições de níveis de água nas estações do Caiave (no rio Catumbela) e Guvriri (no rio Cavaco). Infelizmente, houve alguns problemas nos primeiros anos de funcionamento das duas estações, em particular na estação do Guvriri, e foi necessário proceder a uma análise crítica dos dados entretanto obtidos. O conflito armado que assolou o país durante décadas levou à destruição de vários outros postos hidrométricos, antes instaladas nos rios Catumbela e Cavaco, pelo que muitos destes não foram considerados no seguimento do trabalho.

Os dados fornecidos pelas estações do Caiave e do Guvriri são apresentados em metros e, idealmente, é possível obter a informação de três em três horas. Estão previstas medições às 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00 e 21:00. O valor do nível observado é enviado automaticamente para o Centro de recepção e transmissão de dados pela internet ou via rádio. As estações funcionam desde o ano de 2008 mas com algumas interrupções devido a problemas de operação e à queda do sinal de Internet. As duas estações estão dotadas de dois meios de medição das precipitações, sendo um mecânico (odómetro) e outro automático (plúvio) e um sensor para a leitura do nível do caudal fluvial.

A figura 3.1- Mostra o esquema de funcionamento do aparelho hidrométrico. O aparelho consta de uma boia um *thalimede* (régua), um contra peso, e um tubo que recebe água do canal. O *thalimede* mede o nível de água no rio através da bóia que circula de baixo para cima. O contra peso serve para fazê-lo funcionar em sistema de roldana. Quando há o aumento do nível de água no rio a bóia sobe e o contra peso baixa. No rio Cavaco por ser intermitente e torrencial, às vezes a bóia fica presa devido à maior quantidade de sedimentos sólidos transportados pelo caudal fluvial. Quando isto acontece existe um responsável que tem a missão de desconectar a bóia dos sedimentos situação que ainda nunca ocorreu na estação do Caiave.

Importa dizer que as estações do Caiave e do Guvriri situam-se nas Comunas com o mesmo nome, no Município do Caimbambo, província de Benguela e estão distanciados da linha da costa de 72 km (Caiave) e 58 km (Guvriri). As estações enquadram-se na zona de transição referida em Marques (1966), que se posiciona entre as montanhas do interior de Angola e a orla litoral. Posicionam-se às cotas de 519 metros (Caiave) e de 562 metros (Guvriri). Foram colocadas em troços dos canais que apresentavam larguras de 17 metros, no caso do Cavaco (Guvriri), e de 40 metros, no caso do Catumbela (Caiave). A tabela 3.1 mostra algumas características de enquadramento das estações hidrométricas e climatológicas utilizadas.

Estas estações foram instaladas para se tentar definir os níveis observados aquando das enchentes, servindo assim como mecanismo para alerta das populações a jusante. Segundo os Serviços Nacional de Protecção Civil e Bombeiros em Benguela a partir dos 50 cm de nível de água no rio Cavaco procede-se o aviso prévio as populações da jusante e para o Catumbela o nível é de 1,5 metros. O método de medição de níveis seguido permite obter dados sobre os níveis mínimos, médios e máximos de água na seção em estudo. Com este método será possível dispor de uma base segura para a previsão da ocorrência das cheias bem como para a mitigação dos seus efeitos nas populações vulneráveis.

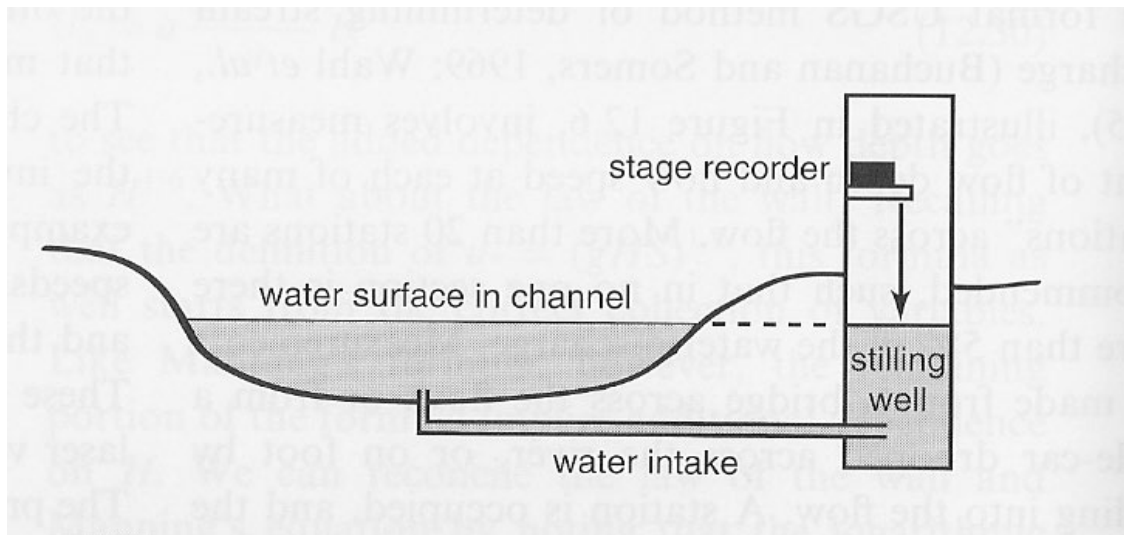


Fig.3.1- Esquema de funcionamento dum sistema hidrométrico de medição de níveis (Anderson e Anderson, 2010).

Tabela 3.1– Localização das Estações climatológica e hidrométricas utilizadas para caracterização climáticas das bacias e para obtenção dos dados de níveis de águas nos rios.

Nome	Tipo	Distância da linha de costa	Latitude	Longitude	Altitude
Centro de recepção e transmissão de dados Opção-1- Via Satélite Opção-2- Via rádio (SNPC)	<a href="http://www.freemeteo.com">www.freemeteo.com</a> <a href="http://Www.hidrografico">Www.hidrografico</a>		12°, 21', 515''S	13°, 33', 168''	14 M
Estação hidrométrica do Caiave	Pluvio Udometro	72 KM	12°, 460' 285' S	13°, 56', 11.91''	519 M
Estação hidrométrica do Guvriri	Pluvio Udométo	58KM	12°, 53', 32.94''S	13°, 44', 58.24'	562MS



Figura 3.2--Localização das estações do Guvriri e de Caiave na região ocidental de Angola.

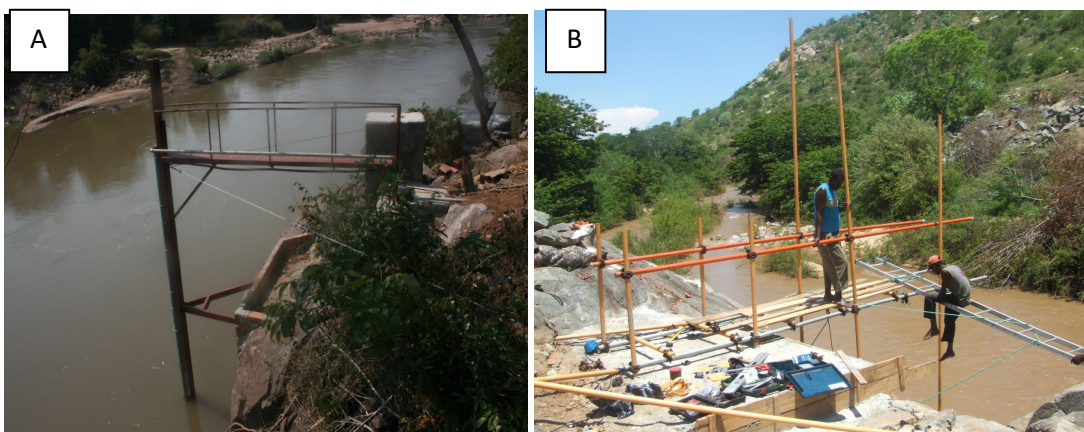


Figura 3.3- Processo de montagem da estação hidrométrica do Guvriri (A) e da estação de Caiave (B).

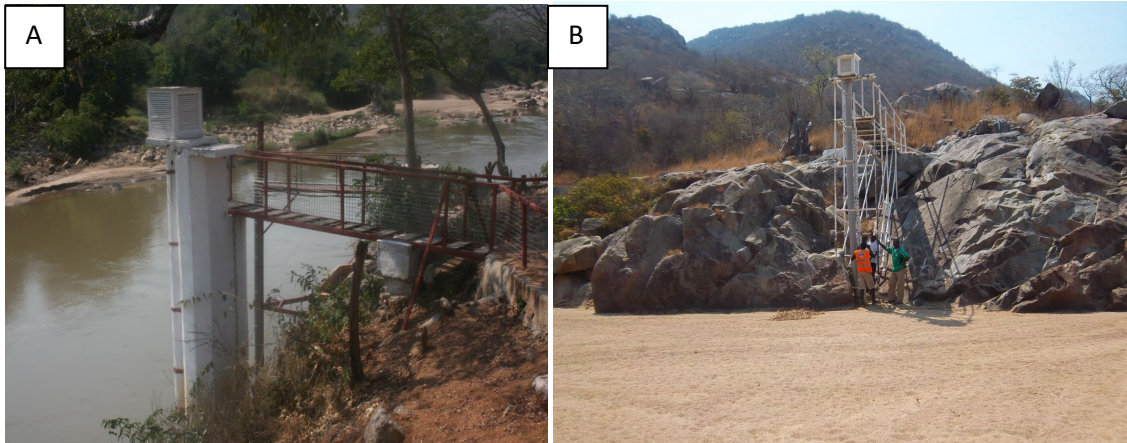


Figura 3.4- Operacionalidade da estação de Caiave (A) e do Guvriri (B).

A figura 3.4 mostra a estação do Guvriri e de Caiave em funcionamento. As duas estações foram montadas em regiões que até 2007 eram de difícil acesso, pois além da sua geomorfologia caracterizado por um relevo escalonado e abrupto foi durante longo período uma zona de teatro da guerra. Foi nestas áreas que se, durante o período colonial, se instalaram as estações hidrométricas para controlar o caudal fluvial dos rios Catumbela e Cavaco. Era também daqui que as populações da comuna do Biópio, do Vale do Catumbela e do Cavaco extraíam, tal como acontece hoje, a água para o consumo e para a irrigação dos campos agrícolas. No caso do Catumbela, é na região do Caiave que o nível da água aumenta substancialmente devido à confluência das águas do rio Cubal da Ganda e do Catumbela. Terá sido por estes motivos que o Serviço Nacional de Protecção Civil montou as estações hidrométricas do Guvriri e do Caiave nestas localidades.

### 3.3- Dados meteorológicos

Para este trabalho, para além dos dados referidos no capítulo anterior que serviam para uma caracterização climática regional, procedeu-se a uma análise da precipitação que cai nas bacias do Catumbela e Cavaco durante a primeira década do século XXI. Para tal utilizaram-se dados obtidos no Laboratório de Detecção Remota e SIG da Universidade de Coimbra recorrendo a estimativas calculadas através de informação de Satélite (Tropical Rainfall measuring Mission).

As estimativas, dadas pelo produto 3B42 (V6), consistem numa grelha com resolução espacial de 0.25° e resolução temporal de 24 horas, sendo disponibilizadas

pelos Goddard Space Flight Center da NASA (Acker et al, 2007). As células coincidentes com as bacias hidrográficas em apreço foram extraídas recorrendo a ferramentas de análise espacial disponíveis no Software ArcGIS 10. Os dados resultantes foram posteriormente agrupados e tratados estatisticamente para cada bacia.

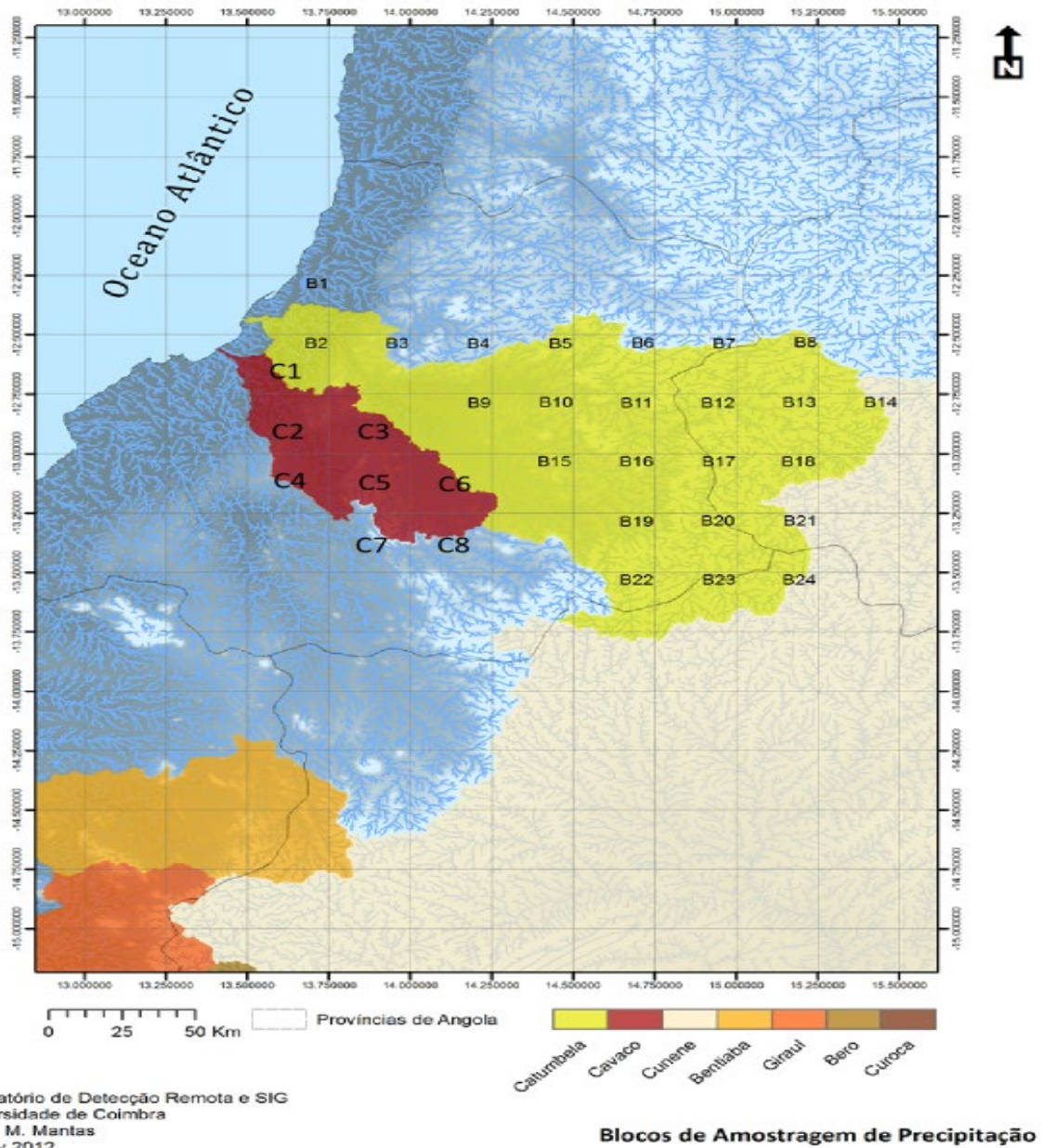


Figura 3.5- blocos de amostragem de precipitação na Bacia do Catumbela e Cavaco.

### 3.4- Análise morfométrica das bacias de drenagem

Procedeu-se à determinação de alguns parâmetros morfométricos que caracterizam as duas bacias de drenagem. Este trabalho foi realizado recorrendo a um Modelo Digital de Terreno (MDT) obtida na missão SRTM (Shuttle Radar Topography Mission versão 5), com uma resolução espacial de 90 metros e adquirido junto do State geological survey.

Os dados foram processados recorrendo ao pacote Arhydro (ArcGIS 10), iniciando-se o tratamento dos dados com o preenchimento de sinks, passo fundamental para a análise hidrográfica subsequente. Seguidamente calcularam-se a Direcção de fluxo, localização de linhas de água e ordem das mesmas de acordo com o método strahler. Obteve-se ainda um polígono delimitando o perímetro das duas bacias hidrográficas em análise.

Para fins de validação, as linhas de água delineadas pelo software foram comparadas com as equivalentes visíveis em imagens de Satélite demonstrando-se a robustez do método e a sua aplicabilidade ao presente estudo. A partir Tabela 3.5 foram extraídas fórmulas que serviram de base para o cálculo de alguns parâmetros morfométricos.

Tabela 3.2: Fórmulas usadas para o cálculo de parâmetros morfométricos.

Parâmetro	Fórmula	Referência
Densidade de drenagem (D)	$D = Lu/A$ onde, D= densidade de drenagem, Lu= Comprimento total de todo relevo em ordem. A= Área de Bacia (Km <sup>2</sup> )	Horton (1932)
Factor de forma (Rf)	$Rf = A/Lb^2$ . Onde, Rf= factor de forma A= área máxima da bacia	Horton (1932)
Razão de circulação Rc)	$Rc = 4 * Pi * A/p^2$ Onde, Rc= Razão de circulação Pi= P* value e.i,3.14. A= área da bacia em Km <sup>2</sup>	Horton (1932)
Razão de alongamento (Re)	$Re = (A/Pi)^{1/2}/Lb$ Onde, A= área da bacia Km <sup>2</sup> , Pi: Constante 3,14...; Lb=Comprimento da bacia	Horton (1932)

## **4- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Cheias históricas nos rios Cavaco e Catumbela**

Em termos geomorfológicos, Angola lembra um prato de fundo virado para cima rodeado de cadeias de montanhas a oeste, com uma faixa estreita de patamares e planícies entre elas e o Mar. O Território é em geral caracterizado pelo grande planalto interior, cortado por alguns rios que aí nascem e dão origem a diversas Bacias hidrográficas (Correia Ponte, 2006).

Ao contrário da faixa litoral, em particular nas zonas de maior latitude, a região interior e de maior altitude recebe grandes quantidades de precipitação. Portanto, as grandes enchentes que provocam vítimas e danos materiais na Bacias hidrográficas dos rios Catumbela e Cavaco não têm origem nas precipitações que caem nas Cidades do litoral da Província mas sim do interior do País. Nas últimas três décadas as populações das áreas ribeirinhas da Ganda, Dombe Grande, Hanha, Canhanga, Caimbambo, Catengue, Catumbela e Benguela vêm enfrentando cheias cíclicas, acompanhadas de morte de pessoas e animais, destruição de casas e de vastas áreas cultivadas dos poucos recursos das populações.

#### **4.1.1. Cheias no rio Catumbela**

A oito de Abril de 1972, chuvas torrenciais do interior avolumaram o rio Catumbela que extravasou o nível de inundação causando consideráveis danos estruturais e provocando vítimas. Grande parte da planície baixa de inundação foi arrasada pela corrente de água, nomeadamente os Bairros de Açude, Chiúle e Namano, causando a deslocação dos seus habitantes para a zona mais alta.



De acordo com Raúl Kambeu regedor do Município entrevistado em Agosto de 2011 foi assim que surgiram os Bairros do Alto Namano e Nivas ambos do Município da Catumbela. Segundo Autoridade tradicional do Município, o rio Catumbela tem estado ligado a diversas cheias mas a de 1972 foi sem dúvida a mais devastadora cheia da história do Catumbela, pois devastou mais de três zonas habitáveis (pelo menos os Bairros do Açude, Namano e Tata) para além da destruição de infraestruturas comerciais, áreas agrícolas bem como a morte de muitos animais. Segundo Kambeu as cheias na jusante do Catumbela são cíclicas e ocorrem nos intervalos de oito a oito anos e têm provocado sérios problemas as populações deste Município e dos seus bens.

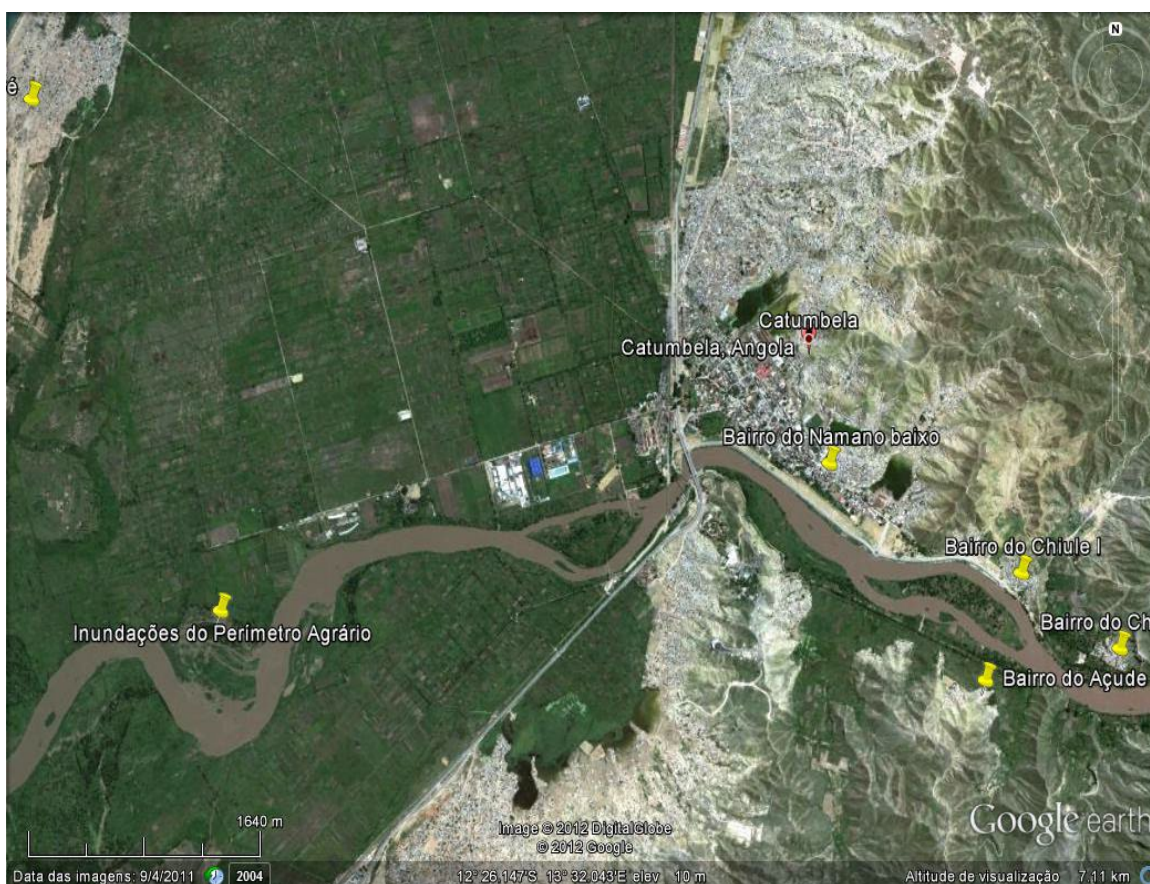


Figura 4.1- Localização dos Bairros periféricos da Catumbela vítimas de enchentes do Catumbela. Imagens obtida a partir da Google Eart.

Raimundo Segunda Mussili, técnico Agrónomo do Gabinete técnico da Agricultura na Catumbela, no seu comentário sobre cheias/inundações, disse que elas ocorrem sobretudo no perímetro agrário de Dezembro a Março. Refere também que elas tornaram-se múltiplas depois de 1993 já que antes deste período havia um sistema de drenagem a funcionar. De facto, o aumento do caudal neste rio provoca inundações no perímetro agrário por extravasamento do canal e devido á falta do sistema de drenagem nesta zona, dá-se a subida do nível freático e os camponeses

deixam de ter como trabalhar. É notório que as comportas “anti-marés” e outras chamadas de “lacraus” estão completamente assoreados ou destruídas, pelo que as inundações fazem das suas neste Perímetro. A ineficácia destas estruturas será responsável pela inundação dos bairros da Praia Bebé e das Salinas.



Figura 4.2- Bairro das salinas vítimas de inundação do Catumbela (A) Comportas antimarés no bairro da praia bebé (B).

De acordo com o senhor Mussili, quando as zonas agrícolas ficam submersas os camponeses deixam de fazer o seu trabalho até que o caudal baixa e a água desapareça. Com as inundações, os solos ficam saturados durante bastante tempo e não há forma de trabalhar. Existem camponeses que até no inverno não conseguem fazer uso dos terrenos agrícolas.

Sabe-se que as ações do homem com interferência na dinâmica fluvial (desviando canais ou dificultando a drenagem) podem promover cheias com efeitos negativos para as populações desta região. Sempre que há enchentes a tendência das águas é passar pelo percurso anterior do rio, que segundo o senhor Mussili era da Tata para o João Vazio, zonas do Município da Catumbela, Chivili Bairro adstrito ao Município do Lobito, vindo a desaguar na Baía do Lobito Velho, zona Norte desta região.

Presentemente, as enchentes do Catumbela inundam os Bairros da Salina, Cabaia, Bairro da Luz e a estrada que dá acesso à Praia Bebé, tornando-a lamacenta, dificultando a vida das populações que nela transitam. As cheias também arrastam crocodilos para áreas de cultivo, constituindo uma enorme ameaça para os agricultores.

Concluindo, a planície aluvial do Catumbela na zona jusante do rio com o mesmo nome, tem sido palco de cheias/inundações regulares, mas como ela não apresenta grande densidade populacional os danos causados não têm merecido maior atenção por parte das Autoridades governamentais. De qualquer maneira está a decorrer um plano de regularização.



Figura 4.3 Estrutura de represamento da água no rio Catumbela a 5 km da ponte em estado degradado.



Fig-4.4 Exploração inadequada de inertes no rio Catumbela.

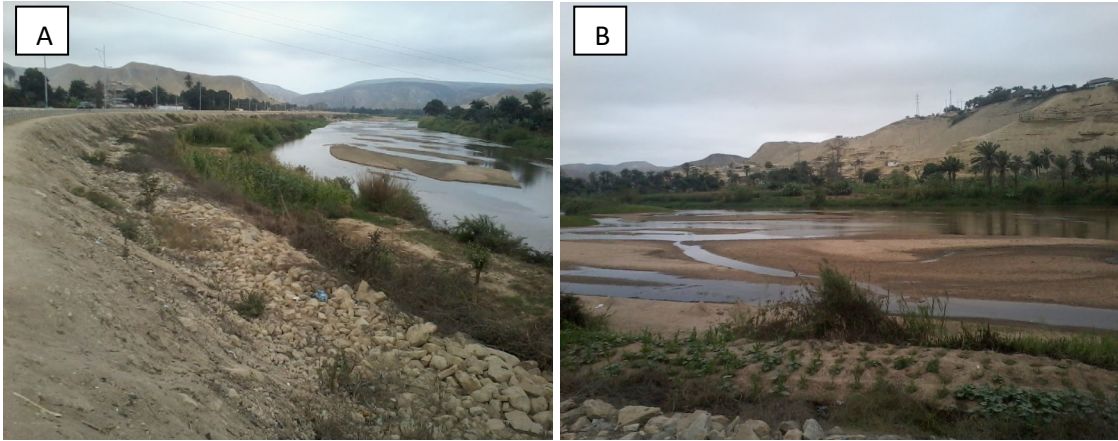


Figura 4.5-Área intervencionada Bairro do Namano (A) e área não intervencionada Bairro do Açude (B).



Figura 4.6- Área intervencionada Bairro do Chiúle (A) e Ponte sobre o rio Catumbela (B).



Figura- 4.7- Água batendo na tabuleta da ponte ferroviária e rodoviária sobre o rio Catumbela (A) e inundação do perímetro agrícola (B). Fotos das cheias de 2002.

#### 4.1.2. Cheias no rio Cavaco

O rio Cavaco tem o nome de Cavaco porque atravessa o vale com o mesmo nome, mas no montante chama-se Halo. Este rio é de regime periódico ou intermitente, apresentando grandes descargas sazonais. O rio Cavaco abastece o lençol freático do vale onde, durante a maior parte do ano, se faz uso de furos para abastecer de água o vale do Cavaco.

O nível do rio Cavaco sobe significativamente durante a época chuvosa, normalmente entre Setembro a Abril (Snamprogetti 1986). De acordo com Bernardo Gaspar, do gabinete técnico para o desenvolvimento do vale do Cavaco, o volume de água neste rio aumenta quando chove no interior. As águas vêm do interior com grande velocidade e conseguem arrastar tudo o que encontra no seu percurso. O fluxo de água do Cavaco carrega consigo um grande volume de material sólido provocam o assoreamento do canal, favorecendo cheias e inundações. Para Bernardo Gaspar o rio Cavaco até 1983 tinha uma largura de 50 a 60 metros. Atualmente, o rio tem mais de 200 metros de largura como resultado da acção das cheias cíclicas que ocorrem nesta bacia hidrográfica.

Na Era colonial, para resolver o problema da torrencialidade do rio que frequentemente causa inundações e a destruição de plantações marginais contava-se com a Barragem do Ndungo construída no rio Cubal da Hanha. Esta barragem é composta por uma albufeira de 57 hm<sup>3</sup>, da qual se procedia a transferência (transvase) do caudal de 5 m<sup>3</sup>/S para o rio Cavaco, mediante um túnel de 4,58 km e um canal de 1,18 km, ligando as duas Bacias hidrográficas, fazendo depois o percurso de 125 km já no leito do Cavaco (Soveral Dias, 1973).

A caducidade, em alguns casos, e a destruição em outras, dos sistemas de monitorização e alerta rápida de alguns instrumentos de previsão (como os higrómetros instalados no período colonial) e a ausência ao longo de muitos anos de trabalho de desassoreamento para regular o leito dos rios, faz com que as enchentes se repitam, apanhando de surpresa as vulneráveis populações, incapazes de sozinhas ultrapassar os níveis de calamidades que o transbordo dos rios provoca. Estes fenómenos agudizam assim a vida das populações ribeirinhas, em particular dos agricultores, que periodicamente vêm as suas fazendas arrasadas pelo rio.

O Soba Pedro Jamba, autoridade tradicional máxima do Bairro da Calomanga, afirmou que o rio Cavaco na periferia da cidade de Benguela registou três grandes enchentes, que tiveram lugar nos anos de 1979, 1983 e 2002. Em 1983, o caudal do rio Cavaco arrastou mortalmente dois cidadãos que atravessavam o rio. Um deles, de nacionalidade Portuguesa, foi levado junto com o seu tractor. Estas cheias também foram responsáveis pela destruição de várias fazendas agrícolas.

A enchente de 2002 foi considerada a mais severa. A água do rio batia na tabuleta da ponte da linha de caminho-de-ferro e provocou o desabamento da ponte

rodoviária sobre o rio, entretanto substituída a Março de 2005 por outra com características mais modernas. As enchentes de 2002 destruíram também mais de 200 casas e 35 hectares de culturas diversas de populares nos Bairros da Calomanga, Condulem, Cotel, Kapiandalo, Cotel e Seta. Foram ainda responsáveis pela morte de duas pessoas, desaparecimento de mangueiras, motores. Um elevado número de populares foi desalojado destas zonas para a área da Mina.

Em 2007, o fluxo de água repentina do rio Cavaco arrastou mortalmente um cidadão da Empresa Novera, o Engenheiro Paulo Cunha encarregado de obras de construção da estação hidrométrica do Guvriri a 20 km a Oeste do Município do Caimbambo Província de Benguela que se encontrava a realizar o trabalho de montagem da estação

De acordo com o Serviço Nacional de Protecção Civil, o acidente registou-se quando o Paulo Cunha efectuava a travessia do rio. Foi difícil remover o corpo do Engenheiro por ter ficado encalhado numas das rochas dificultando as operações de busca efectuada pelos elementos desta corporação.



Figura 4.8- Localização dos bairros periféricos de Benguela vítimas de enchentes do cavaco. Imagens obtida a partir da Google Eart.

Tabela 4.1- Desastres provocados por cheias na base de dados do serviço de protecção Civil e Bombeiros (SNPC, 2011).

Data	Rio	Mortes
Mar-83	Cavaco	2
Mar-00	Cavaco	2
Mar-02	Catumbela	2
Jan-07	Cavaco	1
Fev-08	Catumbela	2
Fev-08	Cavaco	1
Mar-10	Cavaco	1
Fev- 011	Cubal	2
Fev- 011	Coporolo	2

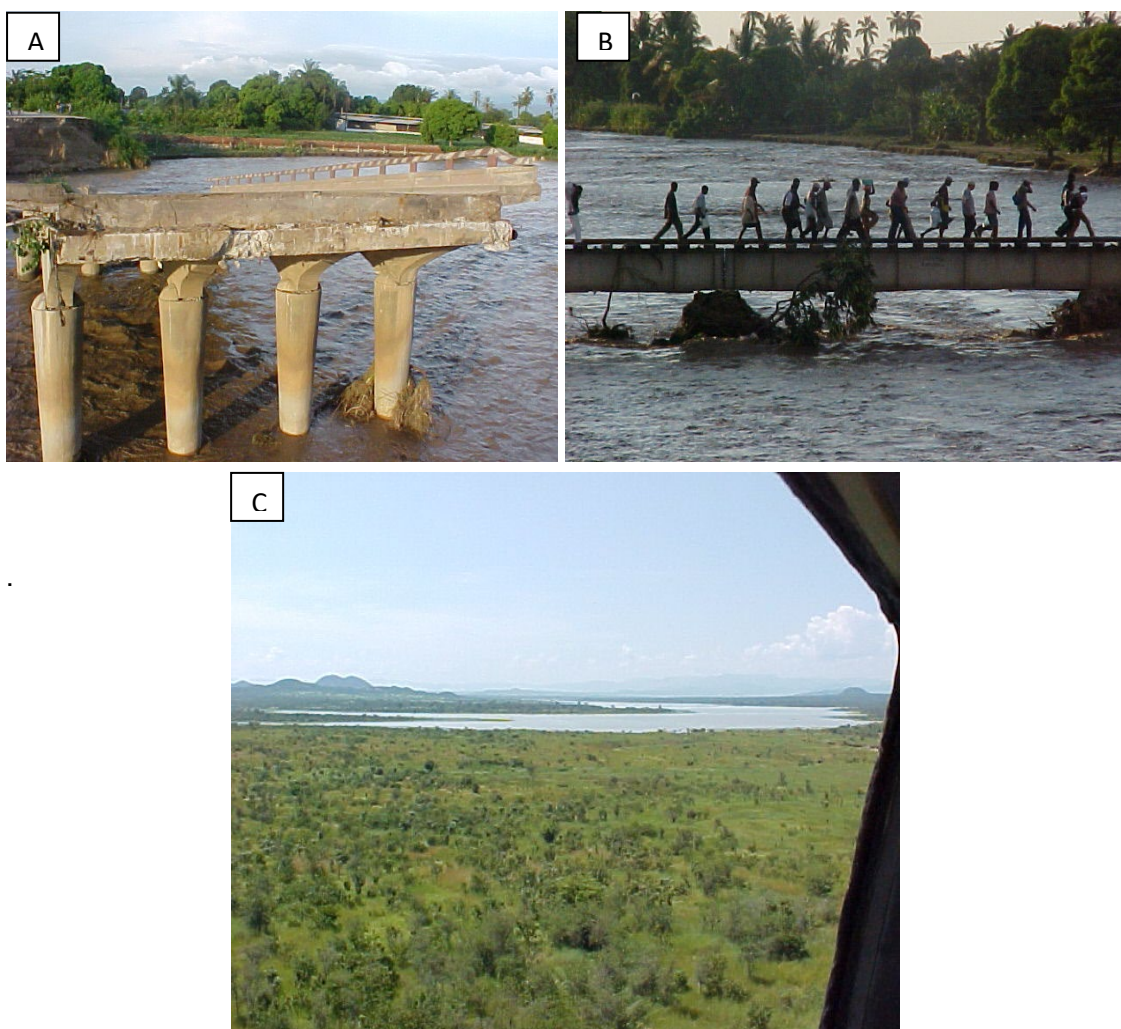


Figura 4.9- Desabamento da ponte sobre o rio Cavaco (A), ponte ferroviária servindo de caminho alternativo (B) cheias de 2002, e represa do Ndungo no rio Cubal da Hanha (C).



Figura 4.10- Estado actual das Comportas da Barragem do Ndungo (A) e travessia de pessoas na ponte alternativa sobre o rio Cubal da Hanha (B) cheias de 2002.



Figura 4.11- Estado actual de diques no rio Cavaco a 5 km da ponte a montante.



## 4.2- Dados climáticos- hidrológico dos rios Catumbela e Cavaco

### 4.2.1- Evolução da Precipitação de 2008 a 2010

A precipitação é o elo de ligação entre a fase atmosférica e a fase terrestre do ciclo hidrológico, constituindo-se na principal entrada (*input*) do sistema hidrológico e numa bacia hidrográfica. A determinação da intensidade de precipitação é importantíssima em estudos que visem o controlo das enchentes e a minimização da ocorrência de erosão hídrica. A ocorrência da precipitação é um processo aleatório que não permite uma previsão determinística com grande antecedência. O tratamento dos dados de precipitação para grande maioria dos problemas hidrológico é estatístico.

Procede-se de seguida á apresentação da precipitação média anual ponderada sobre as bacias hidrográficas do Catumbela e Cavaco durante os últimos anos (Figura 4.12). Observa-se grande variabilidade, com anos mais secos a sucederem-se a outros mais húmidos, sendo a precipitação em anos mais húmidos (por exemplo, 2007) da ordem de duas vezes superior à que se observa em anos mais secos (por exemplo, 2005).

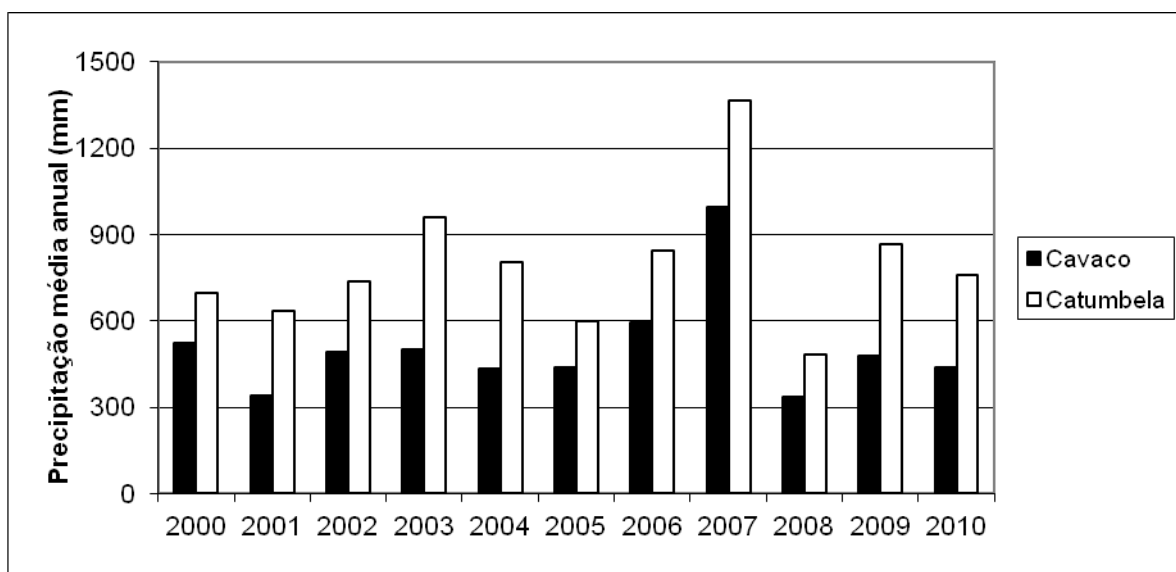


Figura 4.12- Precipitação média anual 2000-2010.

A análise das figuras 4.13 e 4.14 também revela alguma variabilidade nos últimos três anos. Se tivermos em atenção os valores de precipitação média mensal, eles são mais elevados nos Meses de Janeiro, Fevereiro Abril, Novembro e Dezembro enquanto os valores mais baixos foram registados nos Meses de Maio e Setembro.

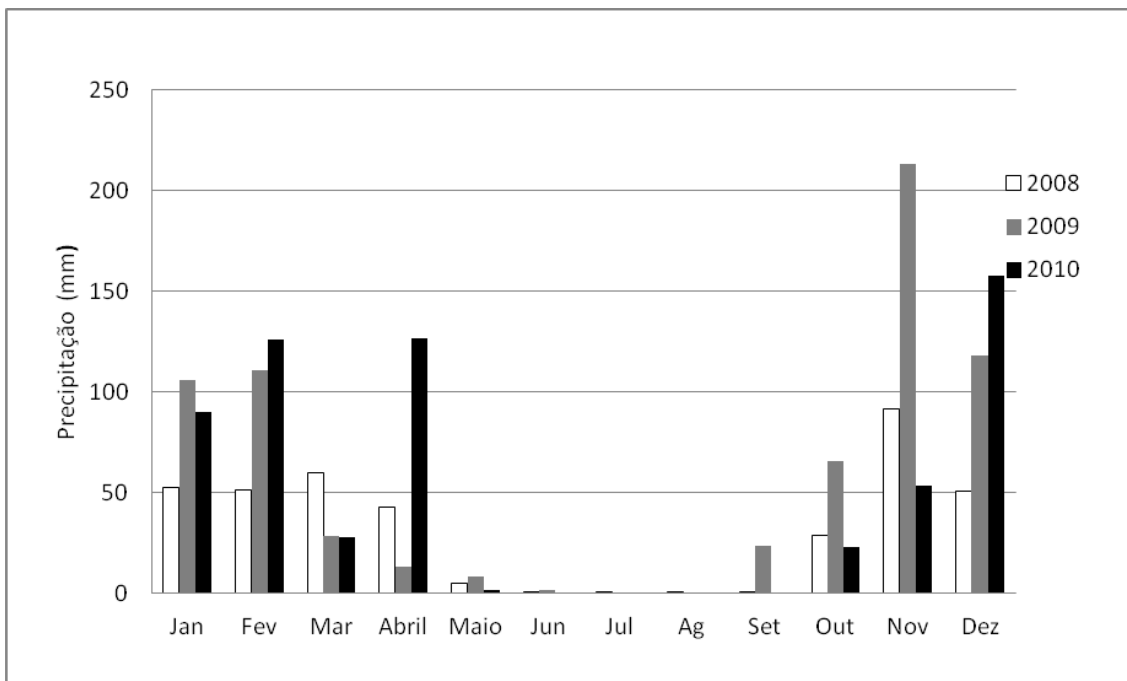


Figura 4.13. Precipitação média mensal bacia hidrográfica do Catumbela.

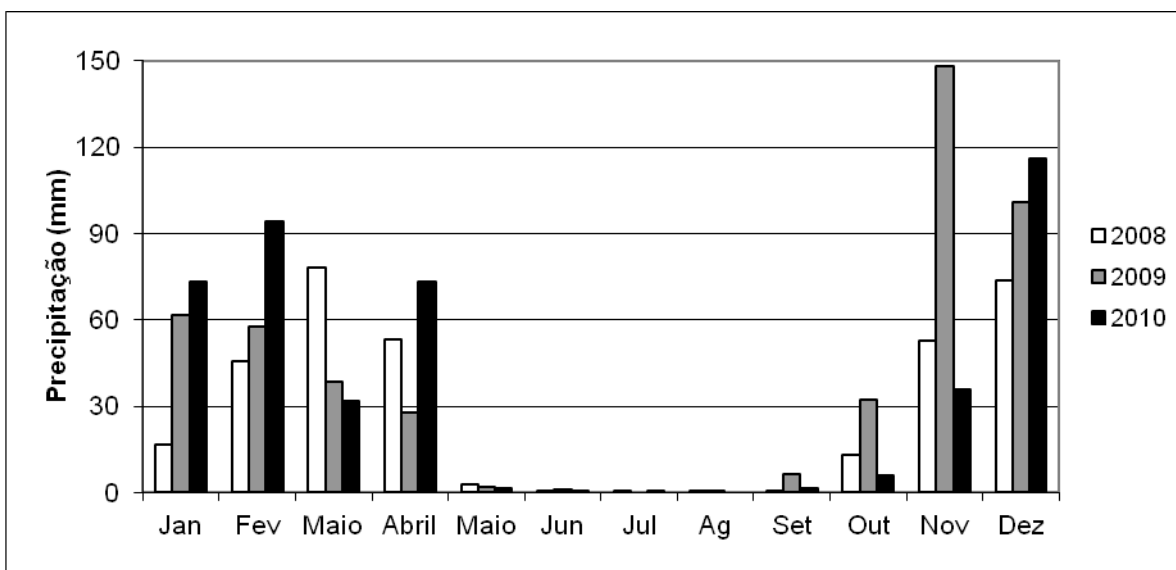


Figura 4.14- Precipitação média mensal na bacia hidrográfica do Cavaco.

Para avaliar das variações espaciais, efetuou-se igualmente o cálculo de precipitação média por bloco, cujos resultados são apresentados nas figuras 4.15 e 4.16. Se combinarmos estes resultados com a figura 3.5, que mostra a localização dos blocos, surge evidente que a precipitação é sempre menor nos blocos mais ocidentais, aumentando progressivamente para o interior. Os blocos onde a precipitação é maior não são os mais interiores da bacia do Catumbela, mas posicionam-se numa faixa a aproximadamente 100 km da linha de costa. A zona de cabeceira do Cavaco situa-se nesta faixa com precipitação mais elevada.

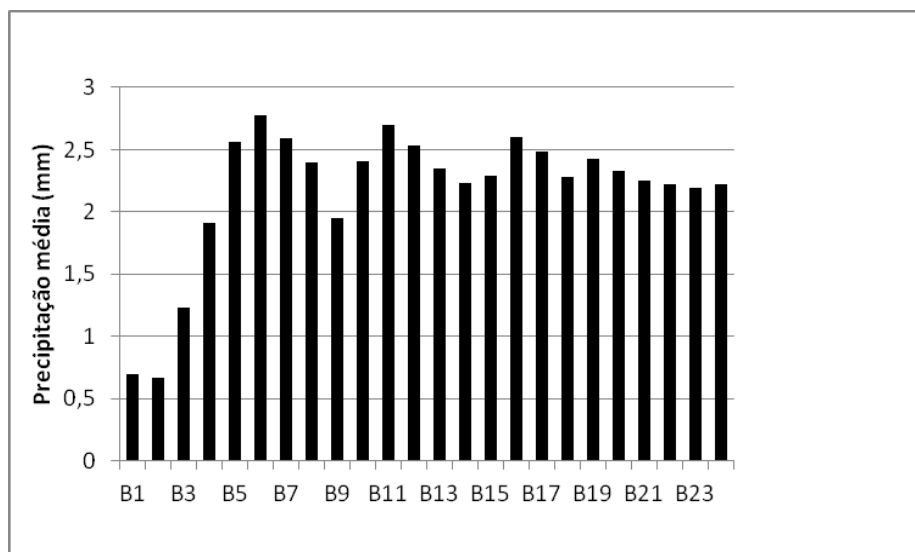
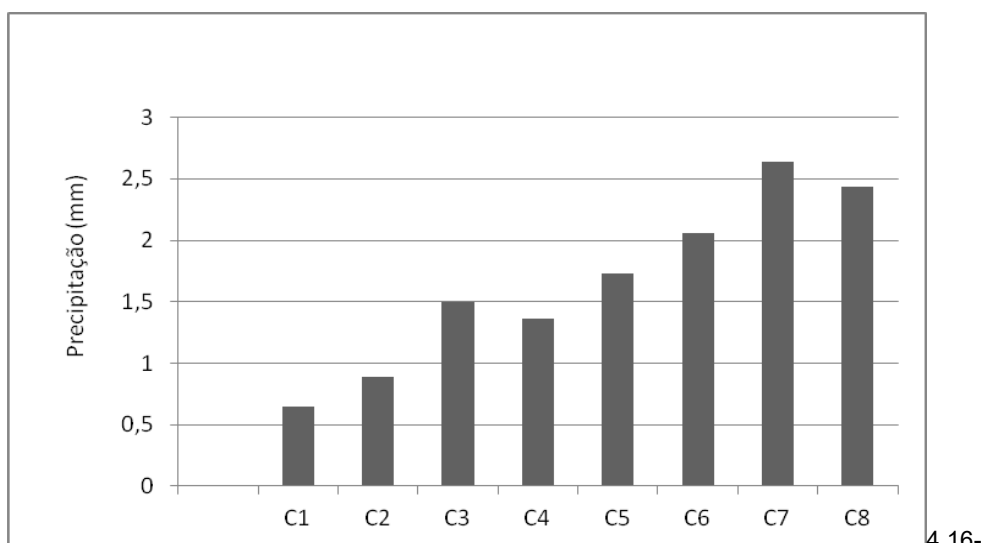


Figura 4.15- Precipitação média diária na bacia do Catumbela.



Precipitação média diária na bacia do Cavaco.

4.16-

Procedemos também a uma análise dos valores de máximas diárias na bacia do Catumbela e Cavaco, já que as cheias mais problemáticas se podem seguir a dias com precipitação particularmente elevada. Os resultados indicam que elas foram observadas em diferentes nos meses na bacia do Catumbela (Janeiro, Fevereiro, Março, Setembro, Outubro e Novembro) e na bacia do Cavaco (Janeiro, Março, Maio, Setembro, Outubro e Novembro) (Figura 4.17). É curioso notar que nos meses de Setembro e Outubro, em que a precipitação tende a ser relativamente baixa, podem ocorrer momentos com bátegas de água muito fortes.

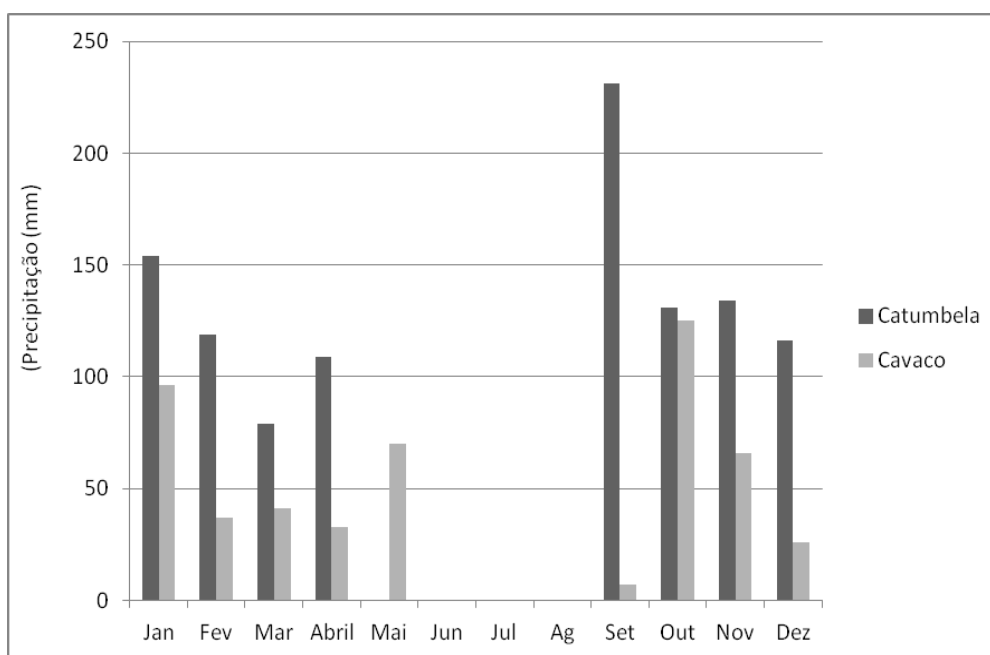


Figura 4.17- Sazonalidade de precipitação máxima

A maior precipitação diária na bacia do Catumbela registou-se nos anos de 2000 e 2003. Os anos de 2004 e 2005 foram anos com precipitação máxima relativamente baixas. No caso da bacia do Cavaco, os anos com picos de precipitação diária mais elevada sucederam-se de 2006 a 2009, com o valor mais elevado em 2008 (Figura 4.18). Refira-se aqui que os anos com valores globais de precipitação mais elevada não coincidem com aqueles em que os máximos diários são maiores.

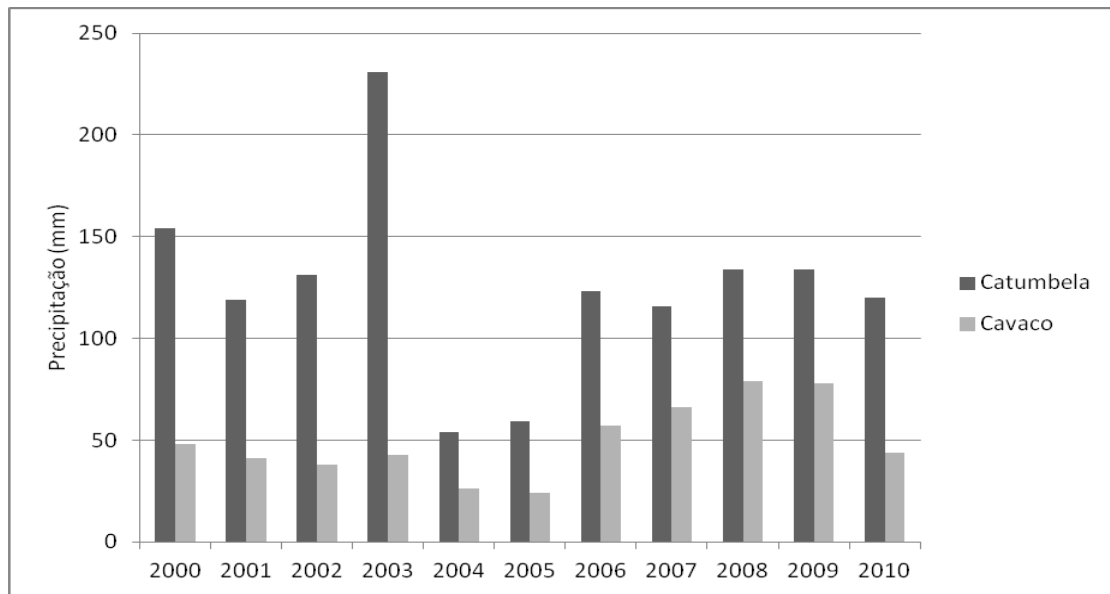


Figura 4.18- Precipitação máxima em blocos para o período de 2000-2010.

Uma análise da distribuição espacial dos valores de precipitação máxima nas duas bacias mostra-nos que os blocos em que estes valores são mais elevados coincidem, de forma genérica, com aqueles onde a precipitação média é maior (Figuras 4.19 e 4.20). A secura dos blocos mais ocidentais, com progressivo aumento da precipitação para o interior, também é evidenciada pela percentagem de dias sem chuva nos seio das bacias de drenagem (Figuras 4.20 e 4.21).

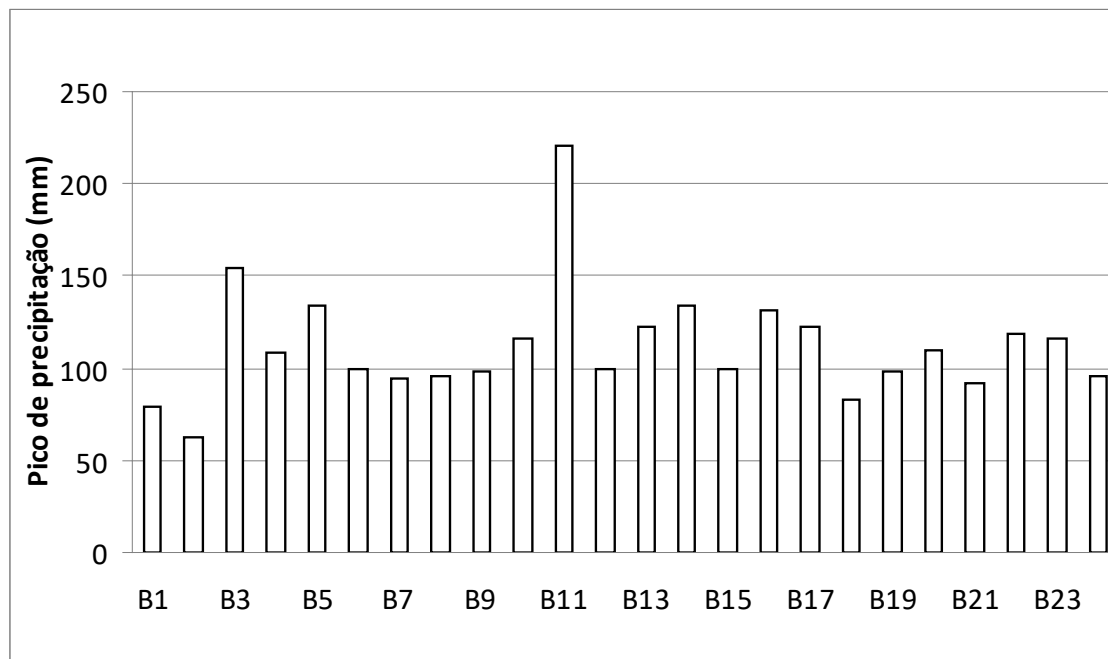


Figura 4.19- Pico de precipitação na bacia do Catumbela.

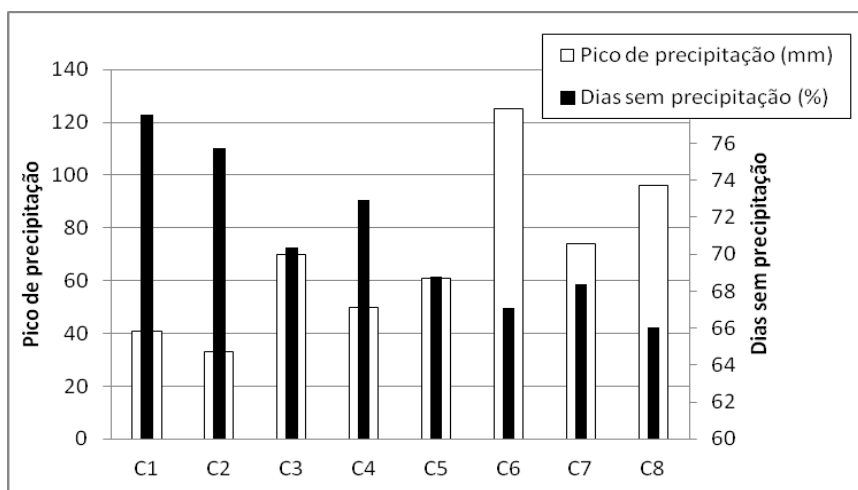


Figura 4.20- Pico de precipitação e percentagem de dias sem precipitação na bacia do Cavaco.

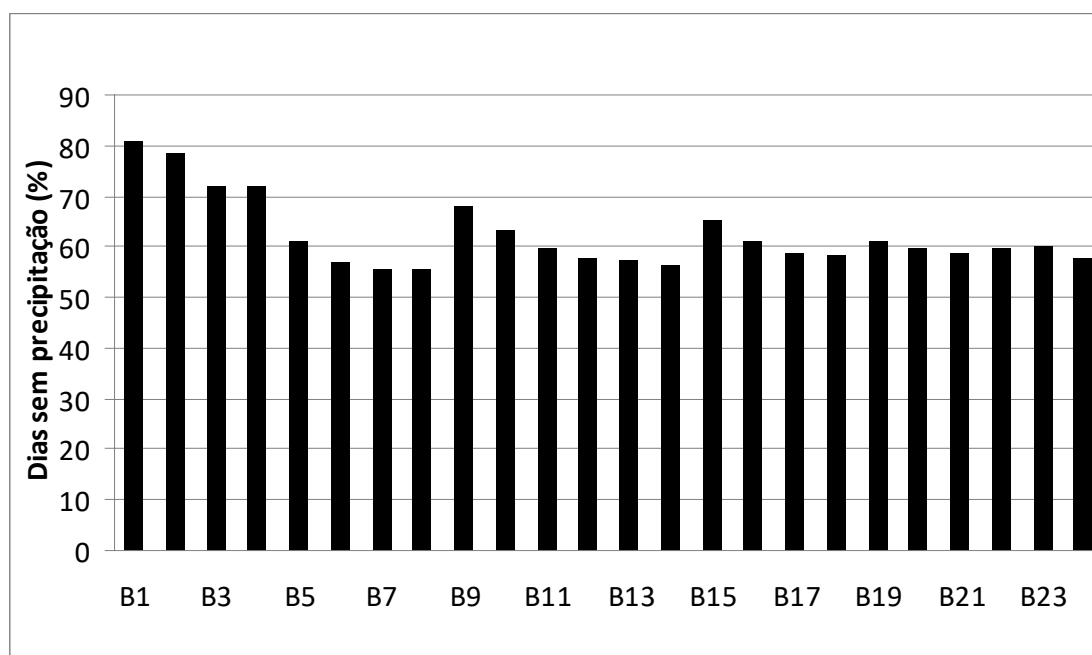


Figura 4.21- Percentagem de dias sem precipitação na bacia do Catumbela.

#### 4.2.2-Níveis alcançados nos rios Catumbela e Cavaco (2008 a 2010)

Para o estudo de níveis alcançados nos rios Catumbela e Cavaco foram utilizados dados obtidos a partir das Estações hidrométricas do Caiave e Guvriri,

respetivamente. A partir de valores observados na estação do Caiave foi construído o histograma da figura 4.23 cuja análise revela que na grande maioria das observações feitas o nível de água foi próximo de zero (ou seja, a altura da coluna de água era muito baixa). O nível chega até 5 m em períodos mais pluviosos, com média de 0,63 m.

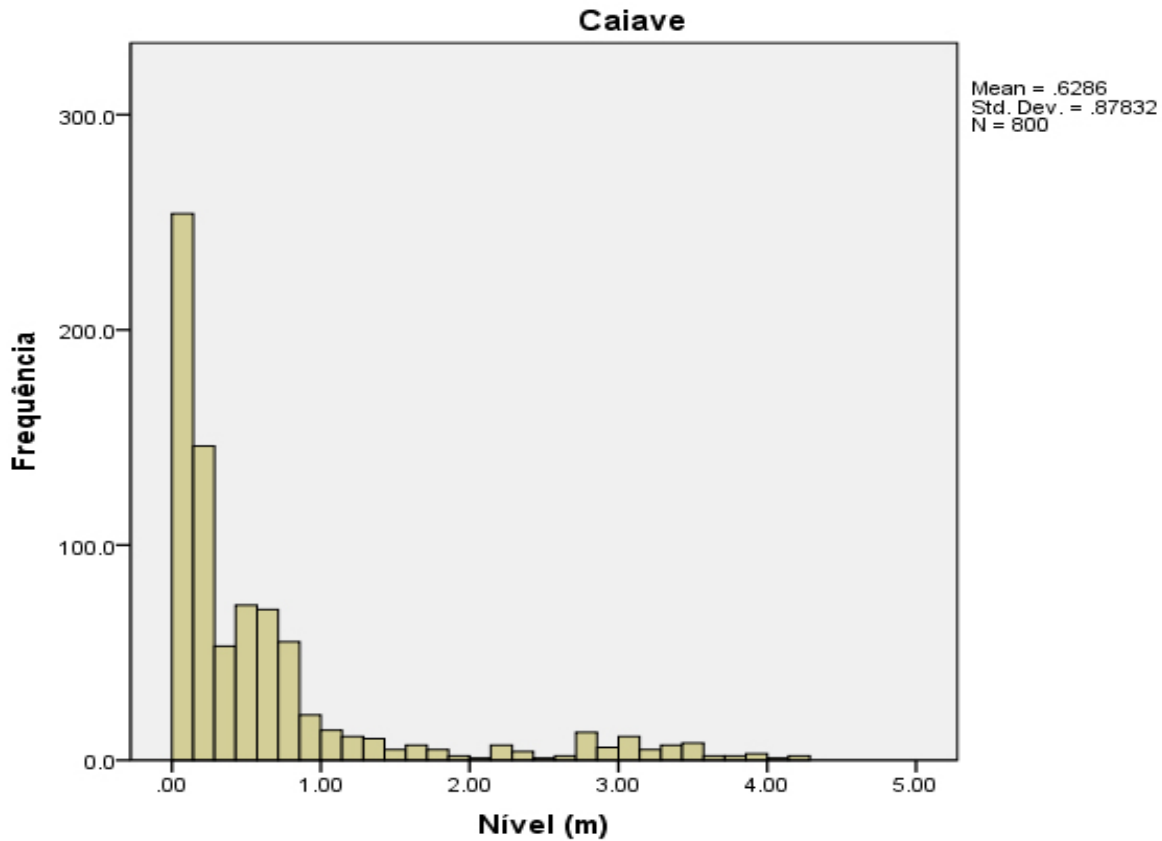


Figura- 4.22- histograma com a distribuição dos níveis medidos na estação do Caiave (rio Catumbela).

Uma análise da variabilidade sazonal nos níveis máximos diários observados ao longo do ano (Figura 4.24) revela que Abril é o mês em que a altura da coluna de água atingiu maiores valores (5,18 metros). Nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Dezembro também se atingem níveis superiores a 3 metros. Ainda que em Abril se tenha atingido o nível mais elevado, se atendermos aos valores médios, Março é aquele em que a altura da coluna de água tende a ser maior. De Maio a Novembro têm-se níveis significativamente inferiores aos observados nos restantes meses do ano.

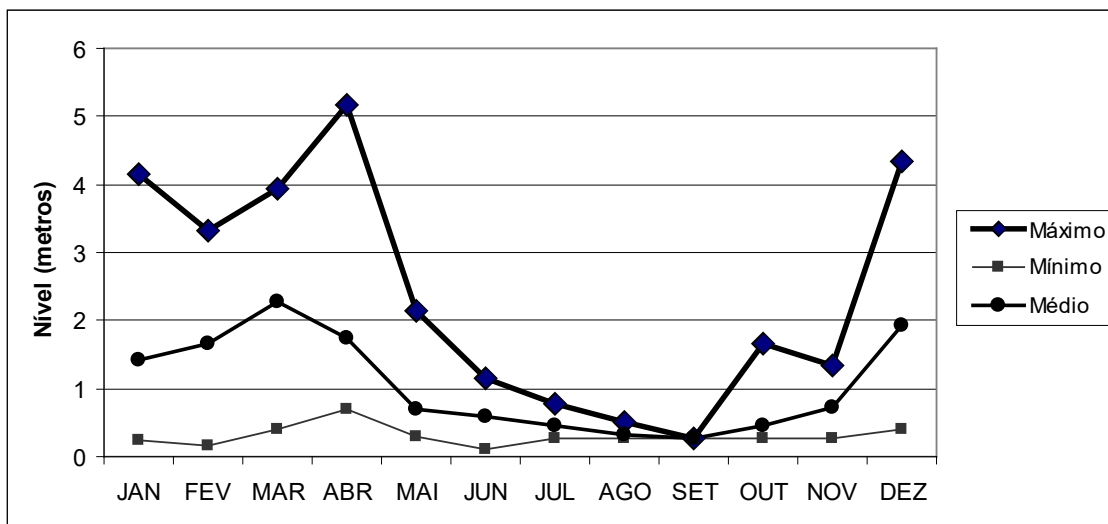


Fig.4.23- Níveis máximos diários obtidos ao longo do ano para o período de registo (rio Catumbela).

Para além da variabilidade sazonal, a análise dos dados do Caiave evidencia diferenças entre anos (Figura 4.24). Os valores médios obtidos durante o ano de 2008 são tendencialmente mais elevados do que os observados em 2009. As diferenças são particularmente notórias nos meses de Fevereiro, Março, Abril e Novembro.

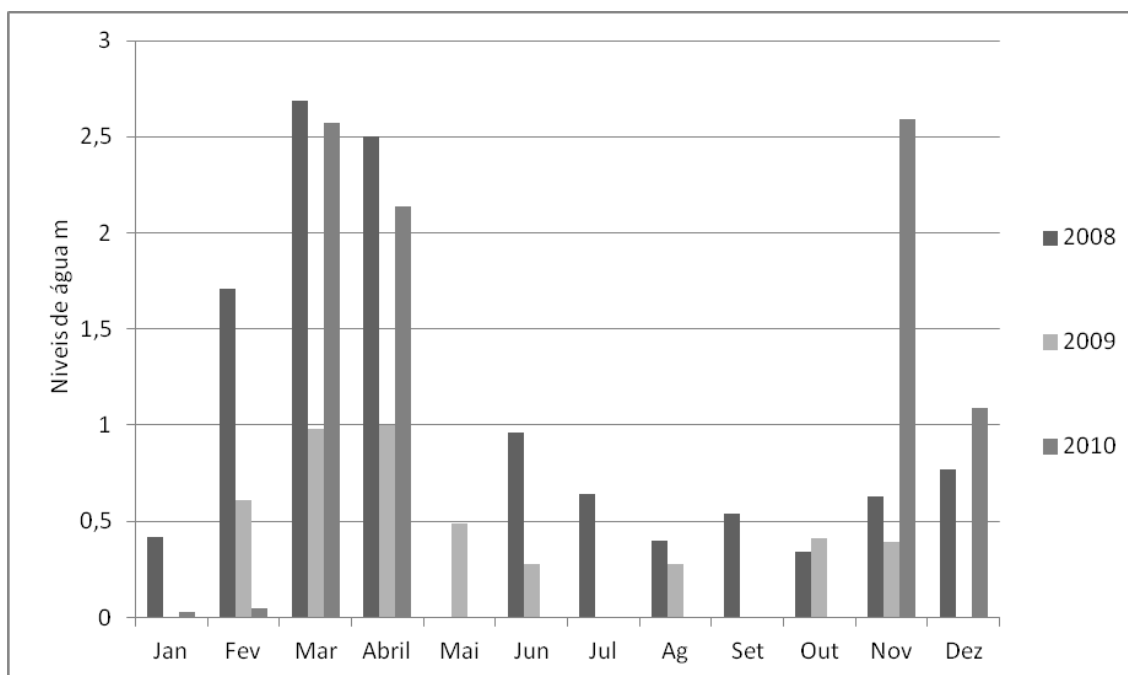
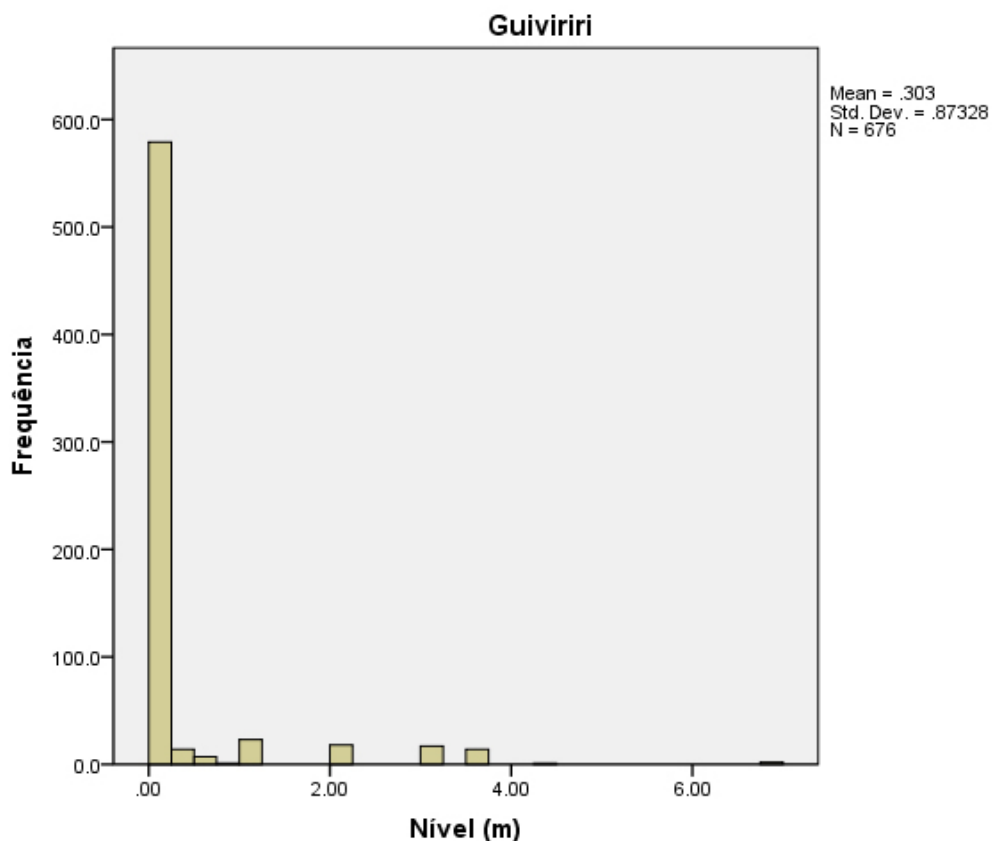


Figura 4.24- Níveis médios mensais observados na estação do Caiave para o período em análise (rio Catumbela)

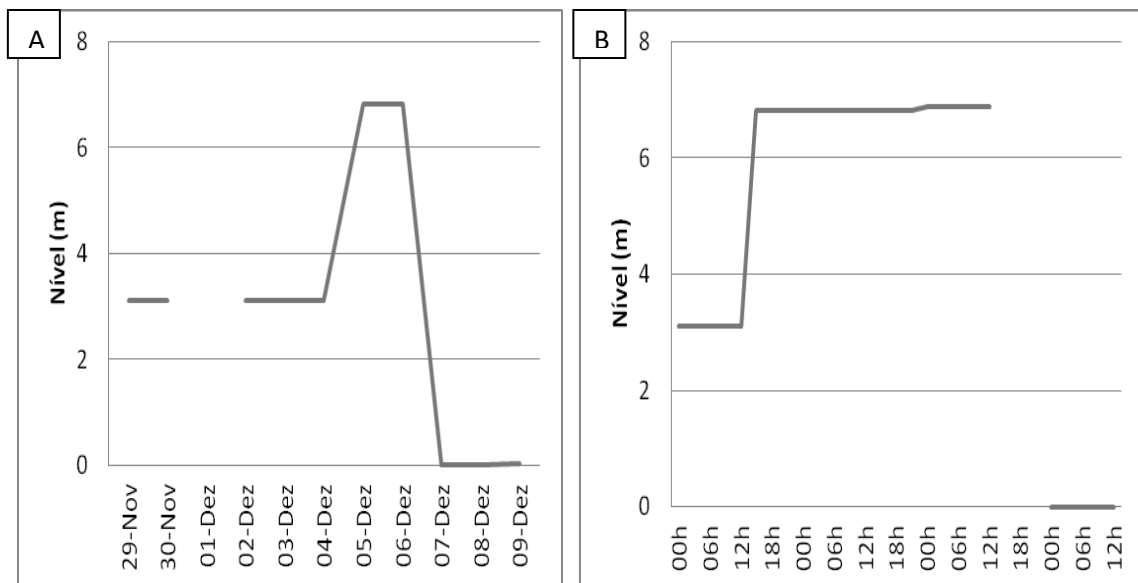


De igual modo, com a totalidade dos valores obtidos a partir da estação do Guvriri (rio cavaco) construiu-se outro histograma do qual se obtém a seguinte análise: na grande maioria das observações feitas o canal encontrava-se seco; no Guvriri o nível chega aos 6 metros, com média de 0,31 metros.



Figurara- 4.25- Histograma com distribuição dos níveis medidos na estação do Guvriri

A figura 4.26 evidencia a rápida variação de níveis de água no Cavaco observada em alguns dias do período de registo. É possível observar uma subida de nível de 3,11 metros para 6,89 metros num intervalo de um dia. A descida também ocorre rapidamente, em poucas horas. Ou seja, grandes variações de nível podem ter lugar em intervalos de tempo muito curtos. Este facto demonstra a marcada torrencialidade deste rio.



Figuras 4.26- Níveis obtidos na estação do Guvriri para um período entre finais de Novembro e inícios de Dezembro de 2009 em que se verificou uma rápida subida da altura da coluna de água. (A) Valores médios diários. (B) Resultados individuais entre 4 e 7 de Dezembro de 2009.

#### 4.2.3- Relação entre os níveis do Cavaco e Catumbela e a Precipitação

A sazonalidade da drenagem nas bacias do Catumbela e Cavaco é marcada pela pluviosidade e pela alteração do nível dos rios. Procedemos aqui a uma análise da relação entre os níveis de água obtidos nas estações instaladas nos rios Catumbela e Cavaco e os dados de precipitação diárias. Como resultado desta relação foram construídos alguns gráficos que podem ser utilizadas para a discussão dos resultados obtidos nesse trabalho

As figuras 4.27 e 4.28 apresentam a relação entre a precipitação e níveis de água nos rios Catumbela e Cavaco. Os dados para o Cavaco são escassos (Figura 4.28), em parte devido aos problemas ocorridos com a estação do Guvriri referidos no capítulo 3. Da observação da série temporal ressaltam alguns patamares no nível do rio entre intervalos sem escoamento ou registo de dados. Como se explicou, atrás, na estação do Guvriri ocorreram situações em que a boia de medição ficou presa sob sedimentos transportados pelo rio. Notam-se também subidas repentinas que geralmente acontecem imediatamente após ou durante períodos da elevada precipitação.

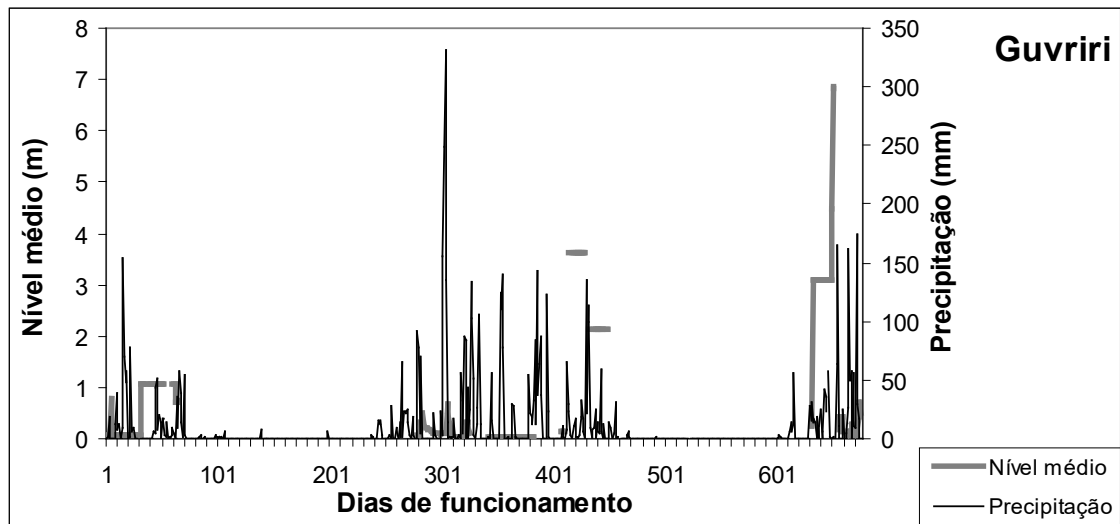


Figura 4.27- Relação entre os níveis medidos na estação do Guvriri e precipitação na bacia de drenagem do Cavaco para a série temporal disponível nesta estação. A estação do Guvriri localiza-se no bloco mais ocidental.

No que respeita ao rio Catumbela, a análise dos valores obtidos permite perceber que existe uma boa relação entre os períodos com maior precipitação e aqueles em que a altura da coluna de água foi mais elevada. Contudo, observa-se um desfazamento da ordem de 20 a 40 dias entre os picos das quedas pluviométricas na bacia de drenagem e os picos de níveis registados na estação do Caiave (Figura 4.29).

A diminuição no nível, por sua vez, ocorre de forma mais progressiva, podendo prolongar-se por períodos da ordem de 40 a 80 dias após a diminuição, ou mesmo interrupção, da precipitação. Esta redução progressiva deve justificar-se por os períodos de maior precipitação ser acompanhada de recarga de aquíferos. Isto porque esta água será libertada posteriormente de forma progressivamente à medida que o nível do rio baixando.

Como a bacia do Catumbela é muito extensa e a maioria da precipitação tem lugar em posições interiores da bacia, destacando-se alguns blocos por apresentarem maiores volumes de precipitação diários ou médios, procedemos também a uma comparação dos níveis com os valores de precipitação em sectores específicos da bacia de drenagem.

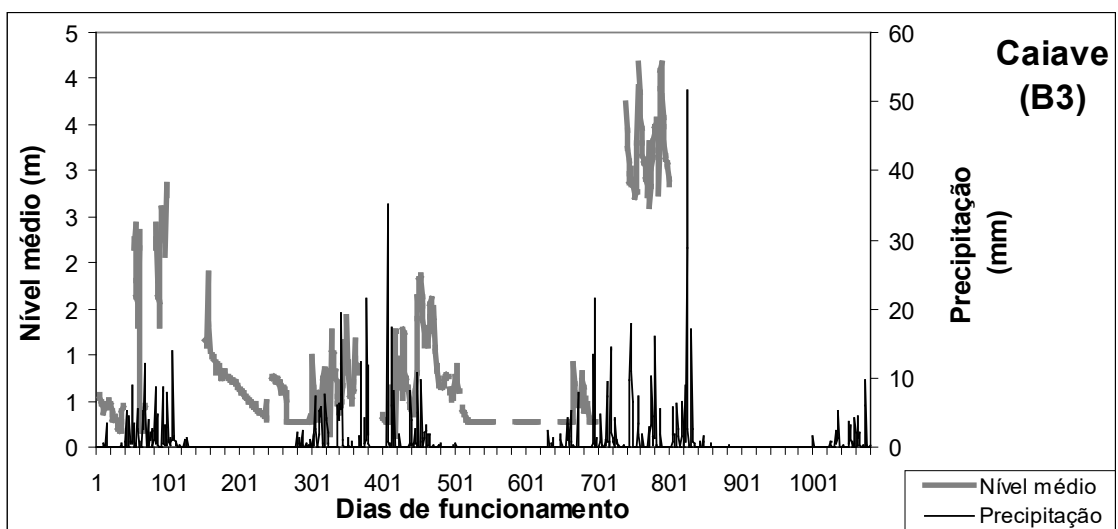
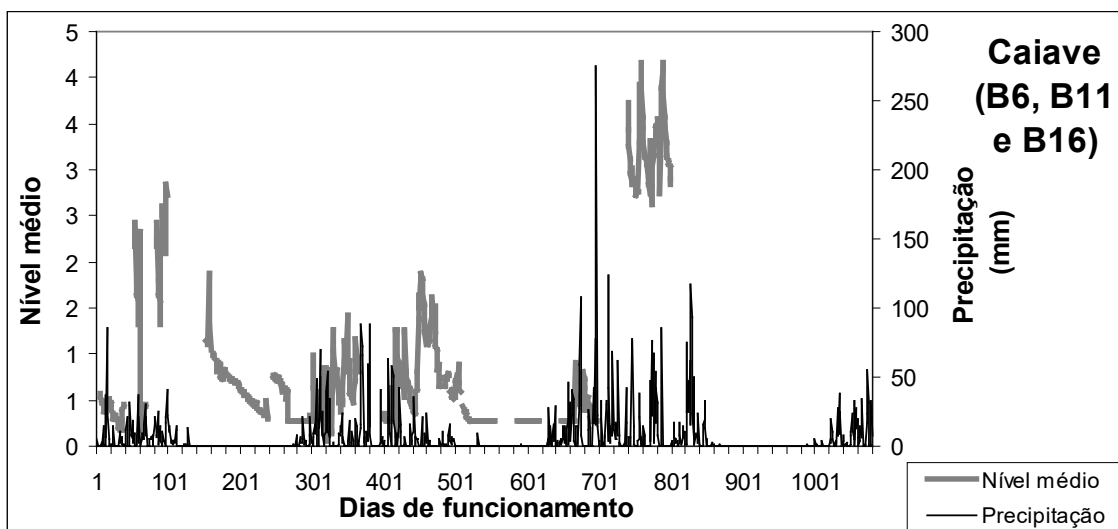
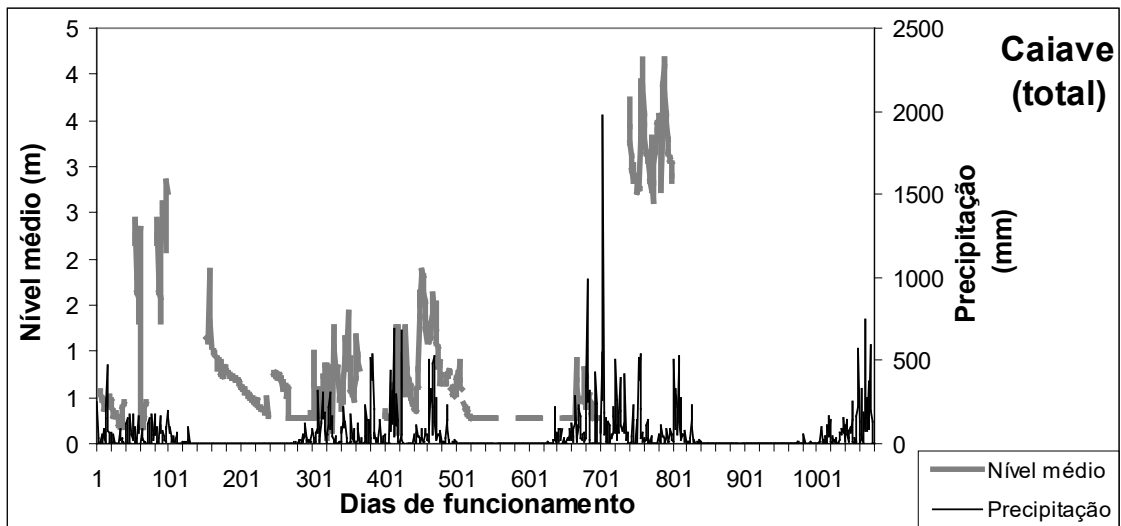


Figura 4.28- Relação entre os níveis medidos na estação do Caiave e precipitação para a série temporal disponível nesta estação. São representados os valores de precipitação em toda a bacia de drenagem (total), nos blocos onde se verifica maior intensidade de precipitação (B6, B11 e B16) e no bloco B3, um bloco imediatamente a montante da estação do Caiave onde ocorrem picos de precipitação muito elevados (Figura. 4.19).

A relação do somatório da precipitação naqueles blocos em que se verificam maiores quedas pluviométricas (B6, B11 e B3), que geralmente apresentam também máximos de precipitação diária mais elevados, revela um comportamento semelhante ao apresentado para a precipitação em toda a bacia de drenagem (Figura 4.28). Já quando se usa a precipitação no bloco B3, situado imediatamente a montante da estação do Caiave, nota-se uma boa coincidência, apenas com ligeiros desfasamentos, entre a sucessão de dias de maior precipitação e as subidas de nível no Caiave (Figura 4.29). Tal como se referiu para a totalidade da precipitação na bacia, também aqui se nota uma diminuição progressiva dos níveis que se pode prolongar por alguma dezena de dias após o final dos períodos de maior precipitação.

Por outro lado, a obstrução do canal do Catumbela por outros processos que levem ao entupimento de canais, designadamente em troços mais antropizados onde, por exemplo, o canal é atravessado por pontes ou é palco de deposição de detritos, pode promover desvios temporais significativos entre a precipitação e o nível alcançado. Estes processos devem ter tido um papel particularmente activo no rio Cavaco, onde, claramente, os níveis mais elevados que o rio avança não têm, frequentemente, correspondência em picos maiores de precipitação.



Figura 4.29: Localização de represas nas bacias de drenagem do Catumbela e do Cavaco.

Alguns desfasamentos entre as quedas pluviométricas e os níveis observados podem estar relacionados com a introdução de água no canal por processos que não têm a ver com a precipitação ou, alternativamente, com a sua remoção ou retenção em troços do rio. No caso do rio Catumbela, a retenção ou remoção de água pode ter lugar nas barragens do Biópio, do Lumau ou na represa do Catumbela. No caso do rio Cavaco algum desfasamento do nível em relação à precipitação pode estar relacionado com a Barragem do Ndungo.

### **4.3- Caracterização morfométrica das bacias**

O estudo morfométrico de bacias hidrográficas é definido como análise quantitativa das relações entre a fisiologia da bacia e a sua dinâmica hidrológica. A análise de parâmetros morfométricos tem grande importância nos estudos das bacias hidrográficas, pois através da abordagem quantitativa, pode-se ter uma noção do comportamento hidrológico, uma vez que, os parâmetros morfométricos são indicadores da capacidade de escoamento superficial.

Foram, então, analisados alguns parâmetros morfométricos, partindo de modelos digitais de terrenos baseados em imagens SRTM. Os resultados são evidenciados na tabela 4.2. Na figura 4.31 apresenta-se uma comparação dos resultados partido da relação entre os valores obtidos para as duas bacias adaptada.

A maior extensão da bacia de drenagem do Catumbela é evidenciada, sobretudo, pelos parâmetros de “comprimento total do rio”, “área da bacia”, “perímetro” da bacia e “comprimento” da bacia. Reflectindo a maior extensão longitudinal da bacia (“comprimento”), o relevo do Catumbela também é maior que o relevo do Cavaco. O “factor de forma”, que estabelece uma relação entre a área da bacia e o seu comprimento, também é maior na bacia do Catumbela que na bacia do Cavaco.

Os resultados para a “densidade de drenagem” são muito semelhantes nas duas bacias, ainda que ligeiramente mais elevada na do Cavaco. Os parâmetros que relacionam o relevo com a área da bacia (razão de relevo) e o comprimento da bacia (relevo relativo) são maiores na bacia de drenagem do Cavaco que na do Catumbela, sendo a diferença entre as duas bacia maior quando se considera o “relevo relativo”. A bacia do Cavaco também apresenta maiores valores de “razão de alongamento” e de “factor de forma”, parâmetros que estabelecem, por diferentes fórmulas, relações entre a área e o comprimento da bacia.

O rio Catumbela é um rio de ordem 7 (segundo Strahler, 1964) ao passo que o Cavaco é de ordem 5. Esta diferença de ordem reflecte a maior superfície da bacia de drenagem do Catumbela.

Tabela 4.2- Variáveis morfométricas para as bacias do Catumbela e cavaco

Parâmetros morfométricos	Catumbela	Cavaco
Área (km <sup>2</sup> )	11641,2km <sup>2</sup>	3512,7
Perímetro (km)	961,9	410,3
Comprimento máximo (km)	223,7	118,9
Relevo da bacia	2570	1592
Relevo relativo	2,671795	3,880088
Razão de relevo	11,4886	13,3894
Comprimento total do rio	5785,475	1242,492
Densidade de drenagem	0,34766	0,353714
Razão de alongamento	0,025116	0,053814
Razão de circulação	0,226105	0,262315
Factor de forma	0,332547	0,24847

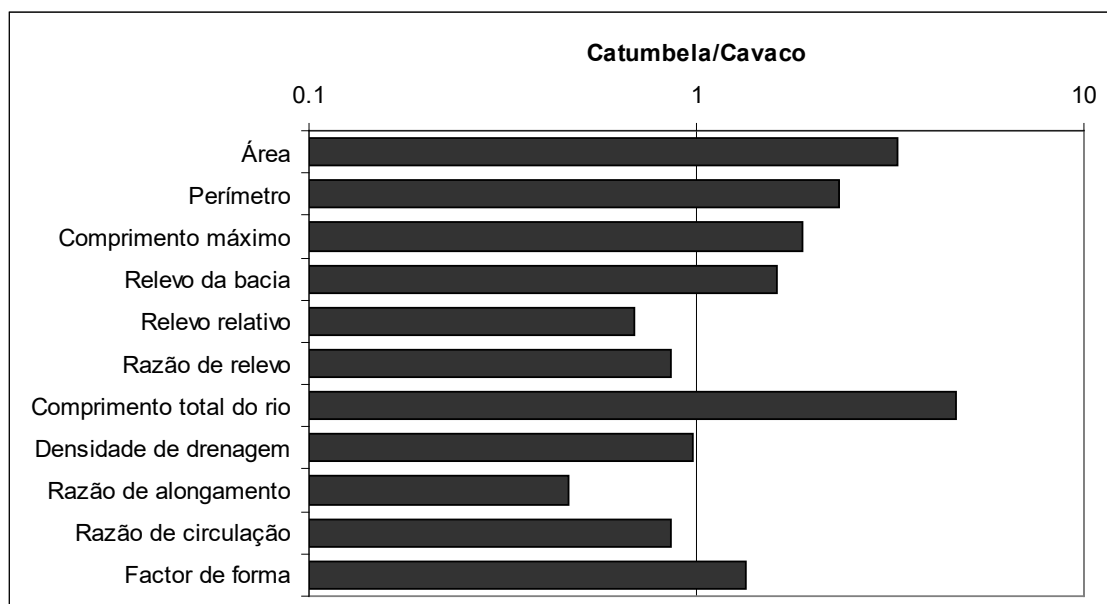


Figura 4.30- Relação entre os valores obtidos para os vários parâmetros morfométricos analisados nas bacias de drenagem do Catumbela e do Cavaco.

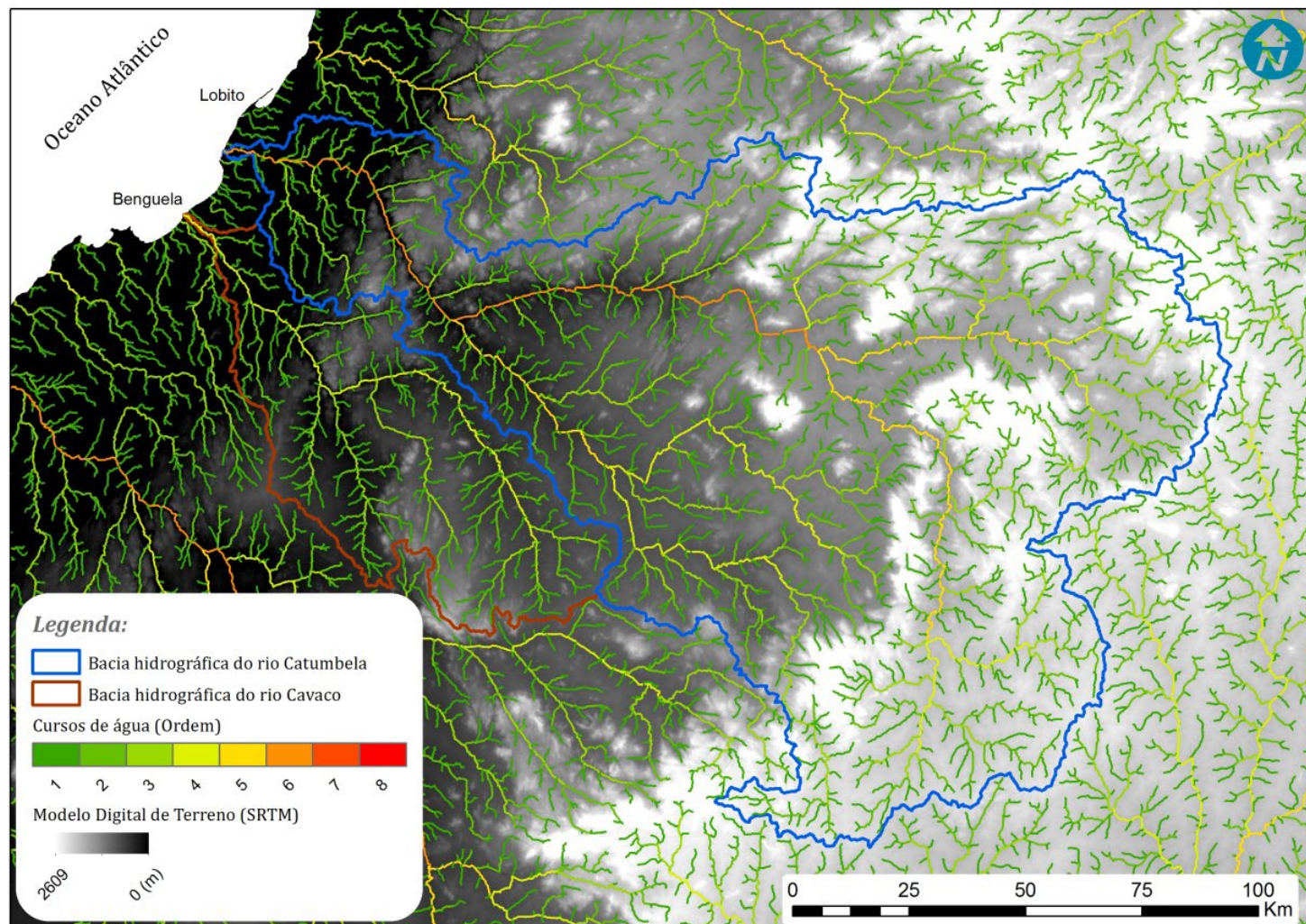


Figura 4.31- Rede de drenagem na bacia do Catumbela e Cavaco



#### 4.4. Sedimentos de fundo nas proximidades das estações do Caiave e Guvriri

As características dos sedimentos reflectem algumas características do fluxo, como a velocidade e densidade, bem como a natureza dos sedimentos disponíveis nas áreas de alimentação. Trabalhos anteriores sobre os rios Cavaco (Huvi, 2010) e Catumbela Silva (2011) não revelaram diferenças significativas entre os sedimentos destes dois rios. Contudo, para perceber melhor as características do fluxo na zona das estações instaladas no Catumbela e Cavaco procedemos a novas amostragem e análises granulométricas (Figura 4.32).

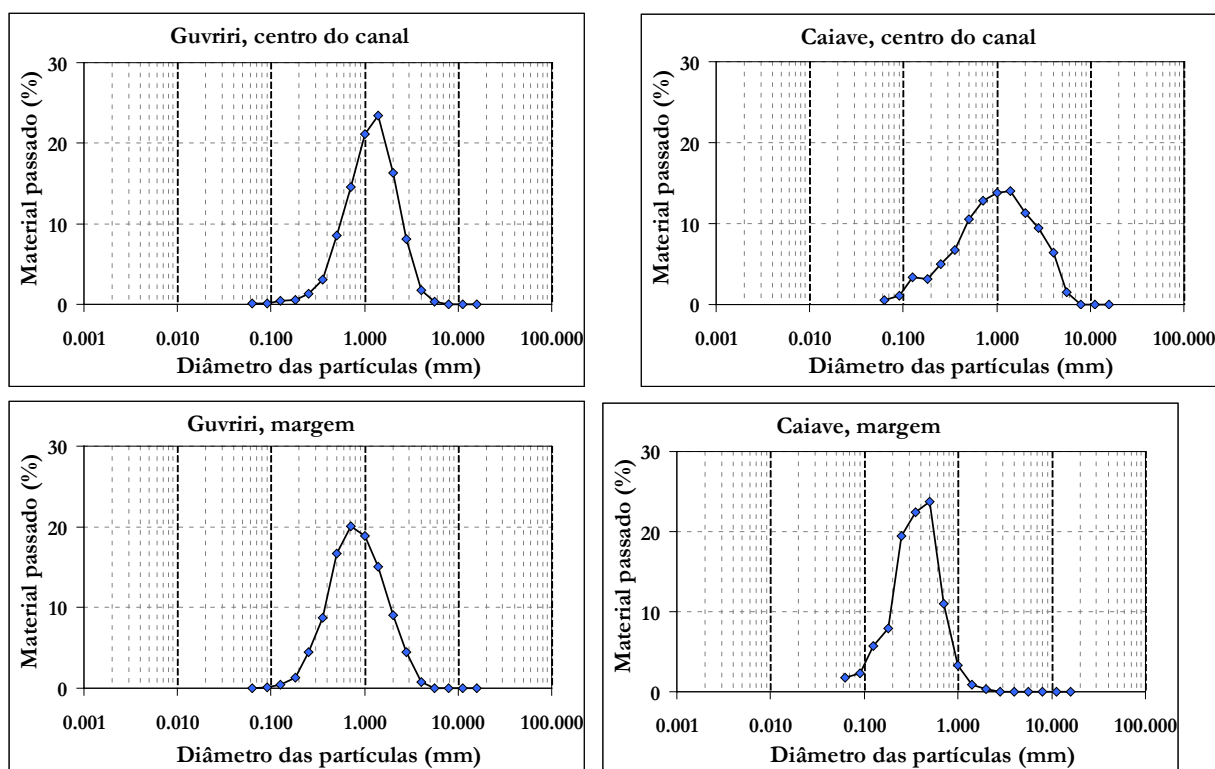


Figura 4.32: Distribuição granulométrica dos sedimentos amostras nas secções dos rios Cavaco e Catumbela onde estão instaladas as estações do Guvriri e Caiave.

Na zona da estação do Guvriri, os sedimentos do leito do rio Cavaco são muito semelhantes aqueles que se observam nas margens. Já no Catumbela, os sedimentos da margem são de grão substancialmente mais fino do que os observados no centro do canal. A uniformidade granulométrica ao longo da secção do Cavaco pode ser justificada pelo carácter torrencial deste rio. De facto, no Cavaco ocorre uma alternância de períodos em que o leito se encontra seco com outros, responsáveis

pela generalidade dos sedimentos em trânsito, em que o fluxo se estende por toda a largura do canal. Em oposição, no Catumbela, o fluxo tende a manter-se nos períodos de estio em zonas centrais (leito menor) próximas do rio, ocorrendo transposição desta faixa durante as cheias. Nestes períodos, após o transbordo do leito menor, por alargamento da área da secção a velocidade e a capacidade de transporte tendem a ser menores, criando-se condições para a deposição de sedimentos de grão mais fino.

A presença de sedimentos de grão grosseiro nas margens do Cavaco também justifica as dificuldades que têm ocorrido com a estação do Guvriri.

#### **4.5- Análise comparativa dos rios Catumbela e Cavaco**

É sabido que o rio Cavaco é muito problemático por apresentar um carácter muito torrencial. Como se viu acima, quando chove com grande intensidade na região montante o nível das águas pode atingir 5 a 6 metros e é frequente observar-se uma grande variação de níveis em curto espaço de tempo. Durante boa parte do ano não corre qualquer água à superfície do canal do Cavaco.

O rio Catumbela tem um comportamento mais regular. Na estação do Caiave é normal encontrar algum fluxo de água, ainda que o nível da água possa ser muito baixo. As subidas e descidas de níveis também são mais suaves.

As variáveis referidas na Tabela 4.2 e na Figura 4.34 revelam uma clara diferenciação nas características fisiográficas das bacias de drenagem do Cavaco e Catumbela. Com base nos dados morfométricos apresentados acima, a bacia do Catumbela surge com muito maior dimensão e ligeiramente mais alongada que a do Cavaco. Dadas estas diferenças, o rio Cavaco deve receber maiores cargas de precipitação lateralmente em relação ao curso principal que o rio Catumbela. Por outro lado, a bacia do Cavaco apresenta um relevo mais acentuado, que pode promover o carácter torrencial deste rio.

A densidade de drenagem expressa o comprimento de linhas de água por unidade de área da bacia e pode ser um indicador da relação entre os volumes de água infiltrados e os encaminhados por escorrência superficial (maior infiltração quando a densidade de drenagem é menor). Sabes que em bacias em que ocorre pouca infiltração das águas pluviais é mais provável que os rios apresentem um carácter torrencial (Figura 4.37), pelo que este parâmetro pode ser decisivo no comportamento hidrológico dos rios. Ainda que a densidade de drenagem na bacia do Cavaco seja ligeiramente maior que a do Catumbela, as diferenças são muito reduzidas e não podem justificar o carácter torrencial do Cavaco.

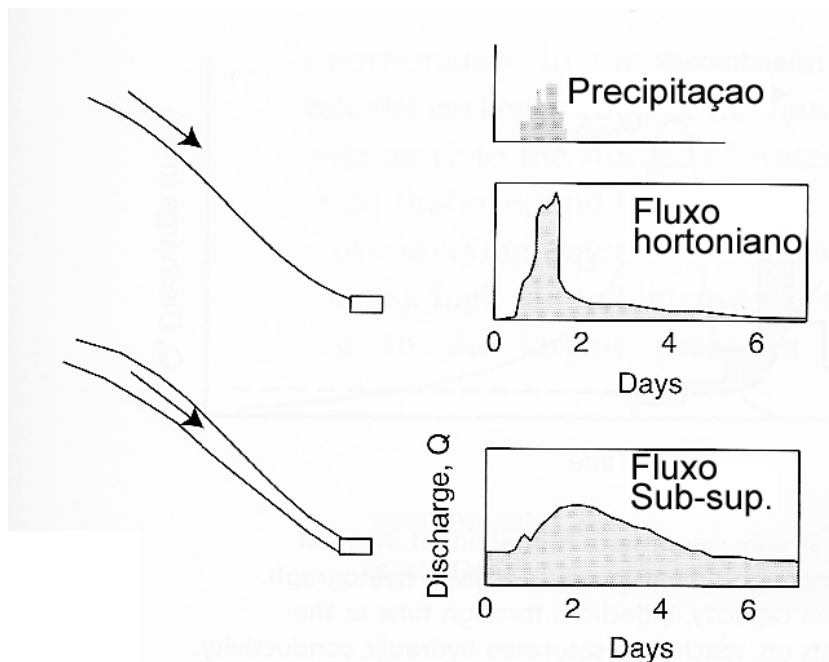


Figura 4.33: Relação entre os hidrogramas e as fontes de água (domínio de escoência superficial ou sub-superficial) para um canal fluvial. No caso de se ter apenas uma alimentação por escoência superficial espera-se um carácter mais torrencial (Anderson e Anderson, 2010).

Duma maneira geral a bacia hidrográfica do Cavaco regista precipitações menores em relação à do Catumbela. Como os valores de picos de precipitação também são mais baixos na bacia do Cavaco que na do Catumbela, a ocorrência de chuvas repentinas e muito intensas também não pode, por si só, justificar a torrencialidade do cavaco. Pelo menos quando este carácter é comparado com o que se verifica no Catumbela.

Uma das principais justificações para a torrencialidade do Cavaco surge duma análise das características da precipitação em associação com as do relevo. Ao contrário da bacia de drenagem do Catumbela, que apresenta elevados valores de precipitação em posições intermédias da bacia de drenagem, no caso da bacia do Cavaco os máximos de precipitação são observados em zonas de cabeceira da bacia de drenagem. Assim, no caso do Cavaco, a precipitação é muito elevada em zonas de elevado declive, onde a infiltração é necessariamente reduzida e as águas são encaminhadas com grande velocidade para jusante por escoência superficial.

Finalmente, por serpentear em vales rochosos e abruptos, um aumento dum caudal é acompanhado de bruscos aumentos de nível. Assim, o rio Cavaco durante as cheias provoca maiores danos estruturais e não só comparativamente com a bacia do Catumbela.

#### 4.6 – Desenvolvimento de um sistema de previsão e alerta de cheia

A existência de uma rede de monitorização hidrométrica é indispensável para o conhecimento dos rios. Através do conhecimento dos níveis de água e da medição de caudais é possível obter os caudais mínimos, médios e máximo de cada rio na secção em estudo, dispondo assim de uma base segura para a previsão da ocorrência das calamidades naturais, e a mitigação dos seus efeitos nas populações vulneráveis, e também para a elaboração de estudos e projetos de obras de rega, navegação, abastecimento de água, produção de energia hidrelétrica etc. numa dada região.

No ano de 1975 encontravam-se em funcionamento, em Benguela, 14 estações hidrométricas cuja distribuição por bacias era a seguinte: Catumbela com 8, Cavaco com 2, Cubal da Hanha com 2 e Coporolo com 2.

Por motivos do conflito armado em Angola, o qual durou mais de trinta anos, muitas estações hidrométricas foram destruídas. Como resultado a Província de Benguela apresenta hoje apenas três estações hidrométricas com registos de 2008, 2009 e 2010, sendo:

- 1- Uma no rio Catumbela na região do Caiave Município do Caimbambo
- 2- Uma no rio Cavaco na região do Guvriri Município do Caimbambo
- 3- Uma no rio Coporolo na Comuna de Calohanga Município da Baía-farta

O período de funcionamento das estações é extremamente curto limitando-se apenas a fazer a leitura dos níveis de água nos rios e o cálculo das precipitações.

O clima tropical predominantemente húmido, de Angola, oferece vantagens singulares para o desenvolvimento do país, mas também promove uma série de ameaças de risco de cheias e inundações, os quais constituem grandes ameaças para as populações deste País.

O desenvolvimento socioeconómico do país tem originado uma vulnerabilidade crescente, como por exemplo:

- Roturas de barragens, devido a capacidade insuficiente dos descarregadores das cheias;
- Arrastamento de pontes;
- Aumento da exposição das comunidades ribeirinhas e uma adaptação reduzida.

Daqui resulta o interesse do Governo angolano em criar um Sistema de Previsão e Alerta de Cheias e Inundações, cujo estudo passa precisamente pela monitorização dos fenómenos físicos geográficos (clima e regime dos caudais dos

rios) num período de tempo considerável para a obtenção de dados fiáveis para a previsão.

Todavia, é de relembrar que em Angola nunca foi feito um estudo do sistema de Aviso Prévio sobre as cheias e inundação. Depois da aprovação da Lei de Base da Protecção Civil em Angola (Lei 28/2003), de 17 de Novembro, elaborou-se, em 2007, o primeiro projecto em que os dados obtidos foram disponibilizados para vários estudos dos diversos sectores de economia nacional, e em particular para o Sistema de Aviso prévio sobre as inundações.

Neste contexto, a Província de Benguela foi escolhida para uma experiência piloto, tendo sido instalado em 2007 a estação de Alerta Rápida de Enchentes, na localidade de Caiave, município do Caim bambo, no âmbito do Programa do Governo de controlo e prevenção de calamidades, avaliado em um Milhão e Novecentos e Sete mil dólares. O sistema foi implementado com a cooperação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

As informações de alertas são canalizadas para o Centro Nacional de Protecção Civil em Luanda e Unidades fora do País por um sistema via Satélite e pela internet.

O alerta através de sistema de cores, a incluir nos avisos de inundações, tem como objectivo fornecer às populações e autoridades o estado do nível dos rios e o tempo disponível para se preparar para a evacuação. Consideram-se as seguintes cores de alerta:

- Alerta Azul: Ocorreram chuvas fortes na área da bacia e o nível das águas do rio está com tendência em aproximar-se ao nível da cota de inundação de uma dada localidade. O SNPC deve orientar as populações e autoridades para que estejam em estado de alerta e que acompanhem os próximos avisos.

- Alerta amarela: O nível das águas do rio atingiu o nível da cota de inundação de uma dada localidade, e continua a ocorrência de chuvas fortes na área da bacia. O SNPC deve orientar as populações e autoridades para que adotem medidas de prevenção contra as inundações nas localidades e acompanhem os próximos avisos.

- Alerta Vermelho: O nível das águas do rio ultrapassou o nível da cota de inundação de uma dada localidade, e continua a ocorrência de chuvas fortes na área da bacia. O SNPC deve orientar as populações e autoridades, que adotem medidas de evacuação.

## 5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os rios Cavaco e Catumbela têm comportamento diferenciados que refletem, as características climáticas e orográficas das suas bacias de drenagem. Pelas descrições realizadas nestes trabalhos, pode-se perceber que na bacia hidrográfica do Catumbela as maiores precipitações ocorrem na zona intermédia precisamente no relevo aplanado. Situação diferente da do Cavaco onde as maiores precipitações registam-se nas cabeceiras onde o relevo é acentuado.

Esta é uma das principais razões que justificam que os cursos de água principais nas bacias hidrográficas do Catumbela e Cavaco tenham regimes perene e periódico, respetivamente. Estas bacias de drenagem, embora detentoras de um grande valor económico, constituem um perigo iminente para as populações junto dos seus vales durante a ocorrência de precipitações intensas. A perigosidade é muito maior no caso do Cavaco, que apresenta um comportamento marcado por variações repentinas de grande amplitude.

Tendo em conta toda a abordagem decorrente de uma análise integrada da área de estudo foi possível perceber as causas e os efeitos das cheias do passado. Esses factores devem ser tidos em conta nos Programas do Governo sobre a regularização e controlo das enchentes em todos os rios do País em particular para os da Província de Benguela. As duas estações hidrométricas têm dado resultados relevantes que terão um papel fundamental num sistema de previsão e alerta contra cheias. Contudo, os primeiros anos de funcionamento têm sido marcados por algumas problemas. Estes são particularmente notórios na estação do Guvriri, em parte devido às características do rio Cavaco.

Tendo em consideração os resultados do presente trabalho e aquilo que se sabe das condições de drenagem nos dois rios, recomenda-se:

- A reparação da represa do Ndungo no rio Cubal da Hanha com o objectivo de diminuir a torrencialidade do rio cavaco

- A construção de mais Barragens ou represas no leito destes rios e seus afluentes visando diminuir a torrencialidade do caudal fluvial e possibilitar a recarga do

lençol freático no caso da bacia do Cavaco. O desassoreamento periódico dos rios Catumbela e Cavaco sobretudo na zona jusante

- A reparação de diques de contenção de água nos dois rios já existentes e a viabilização de medidas conducentes a colocação de outros nas margens ainda sem protecção

- Ter em conta as actividades antrópicas relacionadas com a exploração inadequada de inertes nos rios

- A reparação das comportas anti-marés para a evacuação das águas pluviais para o Mar.

- Ter em atenção a construção anárquica nas margens dos rios por parte das populações que tem tomado um rumo progressivo nos últimos anos

- A reparação da represa no leito do rio Catumbela. A colocação de mais postos hidrométricos nas bacias de drenagem.

- Evitar que as populações coloquem dejectos no leito dos rios.

Para o Serviço Nacional de Protecção Civil e Bombeiros recomenda-se a manutenção periódica dos aparelhos hidrométricos instalados nos rios Catumbela e Cavaco visando obter monitoramento fluviométrico (dados de níveis de água e pluviométricos (dados da precipitação) adequada

Para terminar diríamos que se este projecto é algo preliminar, pensamos que não se esgota. Deve sim ter a continuidade pois trata-se dum projeto que terá benefícios no futuro para a sociedade angolana.

## BIBLIOGRAFIA

- Anderson, R.S. e Anderson, S.P. (2010). *Geomorphology. The mechanics and chemistry of landscaped*. Cambridge Univ. Press.
- Administração Municipal da Catumbela/Benguela (2011). *Relatório de actividade referente ao Ano de 2011*. Administração Municipal da Catumbela/Benguela.
- Administração Municipal de Caconda/Huila (2011). *Relatório de actividade referente ao Ano de 2011*. Administração Municipal de Caconda/Huíla.
- Carvalho, G.S. (1963). *Problemas de Sedimentologia das praias do litoral de Angola (Entre a foz do rio Coporolo e Lobito)*. Garcia de Orta, *Revista da Junta de Investigação do Ultramar*. Vol.11, nº 2: 291- 313.
- CONSULT (Sociedade Angolana de estudo e consultaria Lda.) (2007). *Monografia da Província de Benguela*. KAT. Empreendimento e Consultaria, Lda, Benguela, Angola.
- Carvalho, H. (1980). *Geologia de Angola, escala 1:1.000.000, folha 3*. Laboratório Nacional de Investigação Científica e Tropical.
- Carvalho, H. (1983). *Notice explicative preliminaire sur la geologie de angola*. Garcia Orta, 6,pp. 15-30.
- Carvalho, H.; Tassinari, C.; Alves, P.M.; Guimarães, F.; Simões, M.C. (2000). *Geochronological review of the Precambrian in western Angola: links with Brazil*. *Journal of African Earth Sciences*, v. 31, 383–402.
- Christofoletti A. (1980). *Geomorfologia, 2ª edição- revista ampliada*, Editora Edgard Blucher LTDA.



- Coelho, A. (2008). Geomorfologia fluvial dos rios impactados por barragens. Instituto de geografia. Programa de pós-graduação em Geografia. Brasil. Disponível em [www.ig.ufu.br](http://www.ig.ufu.br).
- Crúz, J. R. (1940). Clima de Angola; elementos de climatologia. Sem editor, Lisboa, 96p
- Dinis, A. C. (1973). Características Mesológicas de Angola, descrição e correlação dos aspectos fisiológicos dos solos e da vegetação das zonas agrícolas. Instituto de Investigação Agronómica de Angola, 2ª edição, Lisboa p318
- Dinis, A. C. (1998). Angola, o meio físico e as potencialidades agrárias. (ICP), Lisboa, Portugal, 2ª Edição, 24 p
- Dinis, A. C. (2006). Características Mesológicas de Angola. IPAD. Lisboa, 2ª Edição, 546p
- EU.,2007.Directiva 2007/60/ CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2007 relativa a avaliação e gestão dos riscos de inundações. Jornal oficial da União Europeia, 6.11. 2007. L. 288/34.
- Feio, M. (1946) - resenhas bibliográficas: o relevo de Angola, segundo jessen. Bol Soc.Geol.Portugal, Porto, 5 (3),pp267-294. Junta Miss.Geogr.Invest.coloniais, Lisboa
- Feio, M. (1946). O relevo de Angola, segundo jessen, Boletim da Sociedade de Portugal, Vol, 5: pp.267- 295.
- Feio, M. (1960). As praias levantadas da região do Lobito e Baiá-Farta. Garcia de Orta, Revista da Junta de Investigação do Ultramar. Vol.8 PP.357-370..
- Feio, M. (1964). Evolução da escadaria de aplanção do sudoeste de Angola. Garcia de Orta. Ver. Junta Misse. Invest. Ultramar, 12 (2), pp.323-354, Lisboa
- Feio, M. (1980). O relevo do Sudoeste de Angola. Estudo de geomorfologia. Lisboa. Junta de Investigação do Ultramar. 326p.
- Florenzano, T. (2008). Geomorfologia Conceitos e tecnologias actuais. Oficina de textos. São Paulo. Pp. 318.

- Fortunato, A. (2011). O vale do Cavaco, no passado, Estado actual e perspectivas para o seu relançamento. Jornal de sábado 13H00. 08.01. 2011. Rádio Nacional de Angola
- Galvão, C.F. e Silva, Z. (1972). Notícias explicativa da folha nº 277- 228 lobito da carta geológica de Angola na Escála 1: 100.000. Direcção Provincial dos Serviços de Geologia e Minas, 39p
- Governo Provincial de Benguela (2012) Benguela nº 5/Março. 2012, p. 46
- Horton RE (1932). Drainage basin Characteristics. Trans Am Geophys Union 13. 350-361
- Horton Re. (1945). Erosional developmente of stream and their drainage basin; Hydropysical approach to quantitative morphology. Geol.soc. Am Bull 56: 275-370.
- Huvi, J. B. (2010). Dinâmica Sedimentar recente em três áreas seleccionadas do Litoral de Benguela. Contribuição para o Ordenamento do Território. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Terra e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 68p.
- INHG (2011). Dados meteorológicos do Aeroporto 17 de Setembro, Benguela 12p
- J. G. Acker. & G. Leptoukh, "Online" (9 January 2007) Analysis Enhances Use of NASA Earth Science Data", Eos, Trasns. AGU, Vol.88, Nº.2, page 14 and 17.
- Lastra, J., Fernández E., Herrero A., Marquines J. (2008). Flood hazard delineation combining geomorphological and hydrological methods: an example in the Northern Iberian Peninsula. Published Online: 5 February 2008.
- Lencastre A, e Franco F.M. (1984). Lições de Hidrologia, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. pp284.
- Madeira, C. (2005). Cheias e inundações do Rio Tejo em Abrantes. PP67.
- Marques, M. M. (1966). Les Unités Géomorphologiques D' Angola. Boletim. Serviço.Serviços de Geologia e Minas. Vol:13
- Marques, M. M. (1977). Esboço das grandes unidades geomorfológicas de Angola (2ª aproximação). Centro de estudo de pedologia tropical. Junta de Investigação científica do ultramar. Vol 1.pp 41-43

- Melo, E; Lemos, I, Silva; Duarte, L e Pimendel, N. (2010). Sistema deltaicos recentes no Sul de Angola como análogos de reservatórios petrolíferos. Revista electrónica de ciências da Terra. Geosciences On-line Journal, vol. 19, nº8 4p.
- Ministério da Agricultura e do desenvolvimento rural e FAO (2004). Revisão do Sector Agrário e da Estratégia de segurança Alimentar para a definição de prioridades de investimentos. pp.38
- Ministério da energia e água (2002). Relatório de actividade referente ao Ano de 2002. Ministério da energia e água.
- Ministério de Educação da República Popular de Angola (1982). Atlas Geográfico de Angola, Vol.1, p24.
- Ministério do Interior da República de Angola (2003). Lei nº 28 /2003 de 17 de Novembro- Lei de base da Protecção civil da República de Angola.
- Ministério do Interior de Angola (2010). Protecção Civil, balanço das consequências da chuva. Ano 5 nº 15, 58 pp
- Ministério do Urbanismo e construção. (2011). Projecto de Regularização e controlo dos rios Catumbela, Cavaco e Coporolo e recuperação dos Esporões na Restinga do Lobito-Relatório de progresso nº 1 Maio de 2011. Estaleiro do Luongo- Catumbela.
- Neto, M. G. M. (1961). As bacias sedimentares de Benguela e Moçamedes. Serviço de geologia e Minas de Angola. Vol 3: pp 63-94.
- Neto, M.G.M. (1970). O sedimentar costeiro de Angola. Junta de Investigação do Ultramar, Vol. 2, pp.191-232.
- Pereira, E.; Mascarenhas Neto, M.J. e Graça da Cruz, A. (2010). A evolução do conhecimento geológico do soco cristalino (Angola, 1493-1975). *In*. A.M. Cotelo Neiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha, M. Ramalho (Eds.) Ciências Geológicas: Ensino e Investigação e Sua história, Vol 3, Geologia dos Arquipélagos dos Açores e Madeira e das Ex-colónias de África, Angola, pp. 51-60.
- Pereira, V.S. (2010). Cartografia de áreas inundáveis nas bacias dos rios Bero e Giraúl (Namibe-Angola) com base em dois métodos de avaliação (reconstituição

histórica e baseado em técnicas de detecção remota). Tese de Mestrado, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra.

- Pinho, A.C. e Carvalho, F.F. (2010). Prospecção, pesquisa e produção de petróleo em Angola. O papel desempenhado pelas companhias petrolíferas. *In*. A.M. Coteloneiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha, M. Ramalho (Eds.) Ciências Geológicas: Ensino e Investigação e Sua história, Vol 3, Geologia dos Arquipélagos dos Açores e Madeira e das Ex-colónias de África, Angolapp. 61-76.
- Rudraiah, M., Govindaiah, S., Vittala.S.S. (2008). Morphometry using Remote sensing and GIS Techniques in the sub Basins of Kagna River Basin, Gulbarga District, Karnataka, India. *J. Indian Soc. Remote sens.* 36: 351- 360.
- Santos P.M.P. (2009). Cartografia de Áreas inundáveis a partir do método de Reconstituição Hidrogeomorfológico e do método hidrológico- hidráulico. Estudo comparativo na bacia do rio Arunca. FCTUC, Mestrado em Geociências, área de Ambiente e Ordenamento do Território. pp145.
- Silva, L. S. (2011). Dinâmica sedimentar recente em três áreas do delta do rio Catumbela. Contribuição para o Ordenamento do Território. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 68p.
- Snanprogetti (1986). Vale do Cavaco reactivação e desenvolvimento da produção agrícola. M.A- Benguela, 35p.
- SNPC (2010). Relatório de balanço final da época chuvosa 2009/2010. Serviço Nacional de Protecção Civil. Comando Provincial de Serviço Nacional de Protecção Civil e Bombeiro- Benguela.
- SNPC (2011). Relatório de balanço final da época chuvosa (2010/2011). Serviço Nacional de Protecção Civil. Comando Provincial de Serviço Nacional de Protecção Civil e Bombeiros- Benguela.
- Soveral, D.J.C. (1973). Acerca do Aproveitamento Agrícola do Vale do Cavaco. Nova Lisboa, IIAA, dactilografado. 10 pp.
- Vestena, L.R. (2007) A importância da hidrologia na prevenção e mitigação de desastres naturais. Universidade Estadual do Centro-Oeste. Brasil (2007). pp 162.

## Sites consultados

Http.www.portalangop.co.ao- acessado 13/01/2012

htt www.recantodasletras.com acessado 13/01/2012

htt www.português.rfi/africa acessado 14/09/2012

htt www.angonotícias.com acessado 17/09/2012

htt./ france. Elsevier.com

htt: //e-terra geopor.pt acessado 14/01/2012

Anexo

Tabela I- . Precipitação média anual 2000- 2010

Ano	Cavaco	Catumbela
2000	525,1648	694,7798
2001	340,7982	632,5061
2002	492,4009	739,0656
2003	501,303	961,3834
2004	435,0636	803,6698
2005	436,4653	597,0477
2006	594,5074	845,9525
2007	996,7878	1367,271
2008	336,1539	482,1322
2009	476,7161	866,4004
2010	440,0403	760,9224

Tabela II- Precipitação média mensal (bacia do catumbela)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez
2008	52,62	51,193	59,686	43,21	4,8704	0,0757	0,0026	0,022	0,2484	29,121	91,96	50,562
2009	106,1729	110,738	28,4867	13,1132	8,6367	1,833	0,0091	0,12174	23,8801	65,4721	213,19	117,9532
2010	90,45	126,003	27,8606	126,636	1,7342	0,0748	0,13161	0,05594	0,0634	23,2051	53,436	157,5364

Tabela- III- Precipitação média mensal (bacia do catumbela)

<b>Cavaco</b>			
Meses	2008	2009	2010
Jan	16,515	61,455	73,30963
Fev	45,46931	57,77625	94,23493
Maio	78,0452	38,30389	31,74
Abril	53,10225	27,912	73,09125
Maio	2,9723	1,884	1,6365
Jun	0,5985	0,97875	0,23925
Jul	0,00075	0	0,033
Ag	0,00075	0,6975	0
Set	0,027	6,41795	1,52475
Out	12,93825	32,32143	5,7585
Nov	52,76938	147,885	35,72081
Dez	73,71521	101,0843	115,8106

Tabela - IV- Pico de cheia e percentagem de dias sem precipitação

<b>Bacia do Cavaco</b>		
Bloco	Máximo	Percentagem sem precipitação
C1	41	77,56171
C2	33	75,76664
C3	70	70,33815
C4	50	72,92446
C5	61	68,81108
C6	125	67,0905
C7	74	68,362
C8	96	66,04338

Tabela. V- Pico de precipitação e percentagem de dias sem precipitação

<b>Bacia do Catumbela</b>				
Blocos	Máximo	Dias sem precipitação		
B1	79	3245	80,74148	0,693126
B2	63	3147	78,30306	0,667486
B3	154	2901	72,18213	1,228441
B4	109	2897	72,08261	1,91197
B5	134	2461	61,23414	2,557129
B6	100	2289	56,95447	2,772828
B7	95	2230	55,48644	2,58977
B8	96	2229	55,46156	2,399768
B9	98	2727	67,8527	1,949757
B10	116	2552	63,49838	2,407645
B11	221	2390	59,46753	2,69935
B12	99	2324	57,82533	2,537187
B13	123	2302	57,27793	2,349307
B14	134	2272	56,53148	2,233605
B15	100	2613	65,01617	2,285318
B16	131	2463	61,2839	2,598162
B17	123	2365	58,84548	2,480428
B18	83	2346	58,37273	2,275855
B19	98	2448	60,91067	2,429455
B20	110	2403	59,79099	2,325024
B21	92	2368	58,92013	2,247301
B22	119	2391	59,49241	2,21712
B23	116	2418	60,16422	2,192628
B24	96	2330	57,97462	2,222902

Tabela VI- Média diária de precipitação (bacia do cavaco)

<b>Bloco</b>	<b>Precipitação média</b>
C1	0,65
C2	0,89
C3	1,5
C4	1,36
C5	1,73
C6	2,06
C7	2,64
C8	2,44