



MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO ESTATAL  
DIRECÇÃO NACIONAL DE PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO RURAL

**CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO VIC  
(VARIABLE INFILTRATION CAPACITY) E  
ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS DIF  
(DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK)**



**RELATÓRIO DE PROGRESSO Nº 1**

JUNHO 2012

# CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO VIC (VARIABLE INFILTRATION CAPACITY) E ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS DIF (DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK)

RELATÓRIO PROGRESSO N.º 1

JUNHO 2012

# CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO VIC (VARIABLE INFILTRATION CAPACITY) E ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS DIF (DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK)

## RELATÓRIO PROGRESSO N.º 1

JUNHO 2012

### ÍNDICE

	Pág.
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS.....</b>	<b>2</b>
2.1 RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS DE BASE.....	2
2.2 INSTALAÇÃO DE ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS.....	2
2.3 MEDIÇÕES DE CAUDAIS.....	3
2.4 TREINO.....	3
2.5 TRATAMENTO E PRODUÇÃO DE DADOS ESPACIAIS.....	3
2.6 ESQUEMATIZAÇÃO DO MODELO VIC.....	5
2.7 GRELHA DE DIRECÇÃO DO ESCOAMENTO.....	5
2.8 ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DOS DADOS DO VIC E DO DIF.....	5
2.9 MANUAL DO MODELO VIC.....	5
<b>3 PRINCIPAIS DIFICULDADES.....</b>	<b>6</b>
3.1 QUALIDADE DOS DADOS DE BASE.....	6
3.2 COMPLEXIDADE OPERACIONAL DO MODELO VIC.....	6
3.3 TRANSFERÊNCIA FUTURA DE CONHECIMENTOS.....	6

# CALIBRAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO VIC (VARIABLE INFILTRATION CAPACITY) E ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS DIF (DYNAMIC INFORMATION FRAMEWORK)

## RELATÓRIO PROGRESSO N.º 1

JUNHO 2012

### 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Planeamento de Actividades do Estudo de Calibração do Modelo Hidrológico VIC (Variable Infiltration Capacity) e Elaboração da Base de Dados DIF (Dynamic Information Framework), em elaboração para a Direcção Nacional de Promoção do Desenvolvimento Rural (DNPDR), o Consórcio formado pelas empresas Coba e Salomon, apresenta o Relatório Progresso N.º 1, onde se descreve o desenvolvimento das actividades realizadas desde a apresentação do Relatório Inicial até ao princípio do mês de Junho e as principais dificuldades observadas.

## 2 DESENVOLVIMENTO DOS TRABALHOS

### 2.1 RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS DE BASE

#### Dados de precipitação

Foi feita a recolha de todos dados diários existentes das estações de precipitação identificadas na Fase Inicial. Três fontes de dados foram verificadas: arquivo próprio do consultor, arquivo da DNA e arquivo da ARA-Zambeze.

Após a recolha dos dados procurou-se averiguar a cobertura histórica de acordo com o que se tomou como conhecimento inicial de que os dados existem. Foi feita a uma verificação dos dados mais recentes e das estações em funcionamento dentro da área de estudo.

Na bacia do Zambeze existem poucos postos pluviométricos com dados completos e desagregados ao nível de detalhe espacial e temporal suficiente para servirem de *input* fiável ao modelo. O conflito armado que grassou o país durante várias décadas levou a paralisação das actividades de monitoria de informação hidro-climatológica o que reduziu significativamente a disponibilidade de informação na bacia do Zambeze assim como noutras partes do país.

Os dados de precipitação para o modelo estão a ser compilados usando base de dados globais baseada na teledeteção remota. Existem diversas fontes de dados e algoritmos de conversão de informação captada via satélite para produção de quantidades de precipitação para uma certa área geográfica. No relatório preliminar do estudo serão apresentados os diferentes produtos e suas limitações bem como as motivações da escolha de um sobre o outro. Nesta fase do estudo importa referir que a recolha de dados centrou-se na obtenção de dados do NOAA (Centro Nacional para Administração Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos) que usa a técnica de transformação de dados obtidos por teledeteção da autoria do seu Centro de Previsão de Clima (CPC) também conhecida como CPC Morphing Technique ou pela sigla CMORPH, igualmente foram baixados dados de estimativa de precipitação (Rainfall Estimates 2.0) também com a designação (NOAA/FEWS RE 2.0). No estudo também estão a ser considerados os dados gerados pelo Tropical Rainfall Measuring Mission Multi-Satellite Precipitation Analysis 3B42 (TMPA 3B42) por serem neste momento considerados mais adequados e específicos para as zonas tropicais onde se localiza a bacia do Zambeze. Convém notar que os algoritmos de geração de dados obtidos por teledeteção remota sofrem evolução no tempo com o intuito de melhorar a qualidade de dados assim gerados.

#### Dados de caudal

Foi feita a recolha exaustiva de todos os dados relativos aos caudais na área de estudo, com particular atenção para os dados registados nas estações hidrométricas E101, E288, E289, E291, E298, E299, E403, E405, E442 e E480. Foram recolhidos dados desde o início do funcionamento de cada estação até aos dias de hoje. Verifica-se que entre 1982 e 1995, as estações indicadas estiveram na generalidade inoperacionais.

Foram recolhidos dados de alturas hidrométricas, medições de caudais e curvas de vazão. Estes dados vão ser alvo de estudo aprofundado de modo a permitir calcular os caudais médios diários que serão usados na calibração do modelo ZambezeVIC.

### 2.2 INSTALAÇÃO DE ESTAÇÕES HIDROMÉTRICAS

Foi instalada pela ARA-Zambeze a estação E442 – Mopeia no Rio Lungozi, com a montagem de escalas hidrométricas, a contratação e treino do leitor, de modo a que o registo das alturas hidrométricas seja executado com qualidade.

As estações hidrométricas actualmente em operação (E101 – Derre e E480 – EN1 no rio Lualua e E403 – Mopeia no rio Cuácuá) foram revistas, de modo a resolver os problemas existentes e repor os equipamentos em falta. Os leitores foram motivados para se envolverem com maior qualidade no trabalho e não registarem falhas nas leituras.

Foi verificado, nas visitas às bacias hidrográficas dos rios Mepuze, Sangadeze, Pompué e Muira, o que já se tinha observado na bacia hidrográfica do rio Zangué, da impossibilidade de efectuar medições de caudais, pois estes rios só registam caudais em resposta a chuvadas intensas, permanecendo secos na maior parte do tempo, permitindo constatar que não tem sentido instalar estações hidrométricas nestes rios para fornecer dados de caudais para calibrar o modelo ZambezeVIC. É de referir que segundo o Eng.º Malaze, as características de rios torrenciais são comuns à maioria das pequenas bacias hidrográficas da margem direita do rio Zambeze.

## 2.3 MEDIÇÕES DE CAUDAIS

Em Maio de 2012 foi realizada uma medição de caudal em cada uma das quatro estações atrás referidas. Na estação E442 no rio Lungozi foi realizada mais uma medição de caudal. Estes dados foram tratados e analisados e os resultados comparados com as medições históricas existentes.

Foram recolhidas todas as medições de caudal históricas realizadas nestas quatro estações. Estes dados irão permitir apoiar a definição de uma curva de vazão actual para cada estação, em complemento às medições recentemente realizadas e às que estão previstas efectuar até ao fim da próxima época chuvosa.

## 2.4 TREINO

Durante o trabalho de campo na área de estudo e na sede da ARA-Zambeze, para além da recolha de dados e análise dos sistemas informáticos em uso, teve-se a preocupação de analisar os procedimentos em curso, tanto nas medições de caudal no campo, como no trabalho em gabinete, de modo a reforçar a qualidade do trabalho realizado, controlar os erros e agilizar os procedimentos.

Foi analisado o sistema em uso para previsão dos caudais de cheia no rio Zambeze e analisado o sistema de entrada de dados.

## 2.5 TRATAMENTO E PRODUÇÃO DE DADOS ESPACIAIS

### Dados de elevação

Irá ser utilizado, para definir o Modelo Digital do Terreno, os dados fornecidos pelo SRTM. Estes dados já foram usados para criar os ficheiros relativos às áreas das bacias (que serão usadas no processo de calibração e na área de estudo) e para definição automática da rede hidrográfica e está a ser utilizado na definição da direcção de escoamento, conforme a estrutura dos ficheiros de entrada do modelo ROUTING.

### Dados meteorológicos

Os parâmetros climáticos necessário para o modelo (temperatura e vento) só existem no Instituto Nacional de Meteorologia de Moçambique (INAMET) e em algumas estações do Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM). No entanto, a distribuição destas estações não permite a espacialização das mesmas, além de não terem um registo histórico diário continuado.

Inicialmente foi usada o procedimento similar ao indicado no caso dos dados de precipitação, para a obtenção de dados de temperatura máxima e mínima e ventos necessários ao modelo VIC. Os dados disponíveis no site do NOAA através do seu Centro Nacional de Dados Climáticos (NCAC) referem-se contudo a estação climatológica de Tete como sendo a mais próxima da área de estudo e cobrem o período de 1952 a 1990, que infelizmente está fora da janela de interesse para a calibração do modelo. Neste momento está em curso a obtenção de dados da rede climatológica da OMM, que poderá ter uma cobertura igualmente pouco refinada, mas que permitirá a criação de grelha de dados espaciais para a resolução de malha proposta para o modelo. Este mesmo procedimento foi usando durante o estudo de base pelo que espera-se que a sua adequabilidade parece garantida para os objectivos do modelo.

### **Dados de solos**

Após a inventariação e recolha de todos os trabalhos de cartografia de solos realizados para a região do Zambeze, nomeadamente a obtenção os dados analíticos (parâmetros físicos e químicos) dos perfis representativos das unidades de solo (agrupamentos) presentes na área de estudo, procedeu-se à sua organização numa base de dados (tipo Access) de modo a facilitar o cruzamento e tratamento da informação e a sua transferência para o ZambezeDIF.

A próxima etapa consiste na dedução dos parâmetros hidráulicos das unidades de solos a partir de funções de pedo transferência. Neste trabalho, os dados da textura serão complementados com informação sobre a estrutura para o estabelecimento dos parâmetros hidráulicos do solo.

O ficheiro de solos do modelo VIC será construído a partir da base de solos, ponderando os parâmetros de cada uma das unidades presentes nas células da grelha que representam a bacia.

### **Dados de vegetação e uso da terra**

Foi feita a inventariação e recolha dos dados existentes sobre o uso e cobertura vegetal realizados na região do Zambeze. Deu-se preferência aos dados espacializados porque permitem uma integração directa ao modelo hidrológico. Neste âmbito foram usadas até ao momento para classificar o uso/cobertura do solo na área de estudo, as seguintes bases:

1. Dados produzidos no âmbito do projecto do Banco Mundial em 2005 e 2006 e que foram apresentados no relatório de 2006, designado por "Baseline Data on Landuse, Biodiversity and Hydrology"
2. Base topográfica simplificada e Uso e Aproveitamento da Terra, para todo país, produzido pela Direcção Nacional de Geografia e Cadastro (DINAGECA) em 1999 na escala de 1:250.000 para todo país;
3. Inventário Florestal Nacional, digitalização na escala de 1:1000.000, versão de 2007;
4. Flora Zambeziaca;
5. Rede rodoviária nacional (ANE, 2008).

A base do inventário florestal nacional é mais recente e engloba os dados do uso e cobertura da terra digitalizada pela DINAGECA. Por isto esta base foi usada para mapear o uso e cobertura da terra da área de estudo. No entanto, outras bases foram compatilizadas para incluir outros usos. Foram calculadas áreas e proporções de cada tipo de uso/aproveitamento do solo.

O mapa da flora zambeziana foi usada para descrever as comunidades vegetais de uma forma geral e suas características principais.

O passo seguinte consiste na compatibilização das classes de uso/aproveitamento do solo existentes com os dados de entrada do modelo ZambezeVic.

## 2.6 ESQUEMATIZAÇÃO DO MODELO VIC

A esquematização da área em estudo para aplicação do modelo VIC foi já referido no Relatório Inicial e contempla as bacias que foram seleccionadas para o processo de calibração (Lualaba e Lungwi) e a área de estudo, abrangendo as bacias hidrográficas que drenam os seis distritos em estudo e que será modelada após o processo de calibração concluído.

Para cada uma das bacias será definido um projecto (estrutura individualizada de dados de entrada e resultados) mas que terá como base o mesmo modelo de elevação e uma grelha com células de igual dimensão.

## 2.7 GRELHA DE DIRECÇÃO DO ESCOAMENTO

As grelhas de direcção do escoamento das bacias do processo de calibração e da área de estudo estão a ser calculadas e serão apresentadas no relatório preliminar. A grelha de direcção do escoamento é um dos dados de entrada do modelo ROUTING.

## 2.8 ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DOS DADOS DO VIC E DO DIF

Os dados do ZambezeVIC estão a ser organizados de acordo com a esquematização do modelo VIC proposta para a área de estudo e de acordo com a estrutura dos dados de entrada e de resultados dos modelos VIC-3L e ROUTING.

Os dados de entrada do modelo VIC-3L obedecem à estrutura indicada no ficheiro dos parâmetros globais do modelo, incluindo dados meteorológicos; dados dos solos e dados da vegetação. Os dados da vegetação incluem a inventariação dos tipos de vegetação e usos da terra e os parâmetros da vegetação.

Os dados de entrada do modelo ROUTING estão a ser organizados em duas grandes classes: dados de descrição da bacia e em parâmetros físicos da propagação do escoamento em canais (velocidade de escoamento e difusividade) e poderão ser alvo de calibração (caso se verifique que esta é necessária para o modelo ROUTING).

Os ficheiros dos dados de entrada e de resultados serão guardados em formato ASCII ou em formato binário.

Está em curso a estruturação do ZambezeDIF, tomando por base os trabalhos desenvolvidos pelo Banco Mundial em 2005 e 2006. Este trabalho passa inicialmente pelo desenvolvimento de vários programas para processamento dos dados recolhidos e sua adaptação aos formatos de entrada do Modelo ZambezeVIC e à base de dados ZambezeDIF.

## 2.9 MANUAL DO MODELO VIC

Presentemente está ser elaborado o manual do modelo VIC. O Manual compreende um capítulo de apresentação do Modelo VIC para o caso específico do Zambeze, a descrição dos vários ficheiros de entrada para os modelos VIC-3L e ROUTING e a descrição dos resultados da aplicação dos dois modelos.

### 3 PRINCIPAIS DIFICULDADES

#### 3.1 QUALIDADE DOS DADOS DE BASE

Após a recolha e análise dos dados de base para aplicação do modelo VIC, verifica-se que nos últimos anos (após a instalação da ARA-Zambeze) os dados registados de precipitação e alturas hidrométricas na nossa área de estudo possuem com regularidade dados em falta em alguns períodos por causas diversas, afectando a continuidade dos registos, que é fundamental na aplicação do modelo VIC. As medições de caudais na área de estudo, quase não existem, pois não foram revistas e actualizadas as curvas de vazão históricas existentes até 1980. Situação esta, que se está a procurar resolver, sendo este estudo um dos factores que podem mudar a situação, que no entanto precisa de continuidade futura.

Verifica-se algumas diferenças nos dados entre a DNA e a ARA-Zambeze, situação que deverá ser revista de modo a haver apenas uma base de dados para o sistema de caudais no país. A DNA está ainda a usar o programa Hydata. A ARA-Zambeze está usando dois sistemas de base de dados: Um sistema recentemente desenvolvido para aplicação nos países do SADC, designado por Hydstra e outro sistema desenvolvido no processo de implementação da ARA-Zambeze designado por Temporal Analyst. Este programa é uma aplicação do ArcGis para localizar as estações hidrométricas e udométricas e é usado para entrada e armazenamento de dados de alturas e de precipitação, não tendo processo de calcular caudais.

#### 3.2 COMPLEXIDADE OPERACIONAL DO MODELO VIC

O Modelo VIC, devido às suas características e ao estado de desenvolvimento não é um modelo, que se possa considerar amigável, pois está instalada no sistema Linux, que é pouco utilizado no país e é razoavelmente exigente na quantidade dos dados de entrada (MDT, meteorológicos, solos e coberto vegetal). Os dados de entrada (maioritariamente baseados em informação a ser recolhida por satélite) obriga a sofisticados processos de tratamento dos dados para se adequarem aos dados de entrada do modelo, obrigado à criação de programas de pré-processamento em Fortran ou em MatLab e à utilização de ferramentas SIG, que no nosso caso serão baseadas no programa o ArcGis. Situação que igualmente se coloca no processamento dos resultados do modelo. Neste contexto a transferência de conhecimentos do uso do modelo VIC é complexa e necessita de ter técnicos com boa formação de base nas áreas de SIG, informática e hidrologia.

#### 3.3 TRANSFERÊNCIA FUTURA DE CONHECIMENTOS

Conforme se referiu atrás a transferência de conhecimentos sobre o modelo ZambezeVIC e a base de dados ZambezeDIF será complexa e deve necessitar de bons conhecimentos do pessoal a ser formado.

Neste contexto, sugere-se uma formação complementar que possa ser financiada pelo Projecto do Banco Mundial, para dois técnicos, que actualmente são os mais activos no processo de tratamento de dados, base de dados e SIG. Esta formação de curta duração (um mês) podia ser realizada nalguma instituição no estrangeiro e devia incluir: formação em SIG, base de dados, WEB e programação de macros e serviria de formação de base para um melhor aproveitamento da formação em ZambezeVIC e ZambezeDIF a ser efectuada no âmbito deste Estudo.

Complementarmente deveria ser comprado para a ARA-Zambeze um programa ArcGis, para utilização, para além de outras funções, na preparação dos dados de entrada para o modelo ZambezeVIC, ou sua adaptação a outras áreas, pois uma grande qualidade do modelo VIC é a sua abertura total e utilização grátis.