



Hinc patriam sustinet

**Instituto Superior de Agronomia  
Universidade de Lisboa**

# **HIDRÁULICA AGRÍCOLA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

## **ESTUDOS E PROJECTOS**

### **Relatório Detalhado Integrador e Crítico da Actividade Profissional**

**António Manuel Terrão Russo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**Engenharia Agronómica – Ramo de Engenharia Rural**

Orientador: Doutor Pedro Manuel Leão Rodrigues de Sousa

#### **Júri:**

Presidente: Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutor Pedro Manuel Leão Rodrigues de Sousa, Professor Catedrático Aposentado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Licenciado Francisco Ramos Bisca, na qualidade de especialista

## RESUMO

A consultoria nos domínios da hidráulica agrícola e do desenvolvimento rural tem sido a actividade principal do autor nas últimas duas décadas.

A maior parte da carreira profissional foi dedicada aos estudos e projectos de infra-estruturas hidráulicas com vista ao desenvolvimento da actividade de regadio em Portugal.

Os últimos anos da sua actividade profissional centraram-se na internacionalização dos serviços de consultoria através da elaboração de planos gerais, pareceres, projectos de execução, formação e assistência técnica especializada a agricultores e a quadros superiores. Angola e Cabo Verde têm sido os palcos de actuação.

O presente relatório tem dois objectivos fundamentais: a obtenção do grau de mestre e a partilha com a comunidade de aspectos considerados relevantes da experiência de trabalho do autor.

O relatório foi estruturado de modo a realçar três grandes unidades: a hidráulica agrícola, o desenvolvimento rural e os estudos e projectos.

Para estas unidades foram seleccionados grupos de actividades consideradas relevantes na carreira do autor: o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, a Reabilitação e Modernização de Aproveitamentos Hidroagrícolas, Outros Estudos e Projectos, Planos Gerais e Pareceres e Agricultura e Desenvolvimento Rural.

Em cada actividade destacam-se os aspectos considerados mais importantes e que espelham a experiência do autor.

**Palavras chave:** Hidráulica agrícola, agricultura, desenvolvimento rural, Alqueva, Reabilitação e Modernização de Aproveitamentos Hidroagrícolas, Formação e Assistência Técnica.

## **ABSTRACT**

Consulting on agricultural hydraulics and rural development has been the main activity of the author in the last two decades.

A large part of the professional career was devoted to studies and design of hydraulic infrastructures for the establishment of irrigation in Portugal.

The recent years of his professional career focused on the internationalization of consulting services by drafting general plans, technical advises, design projects, training and specialized technical assistance to farmers and technicians. Angola and Cape Verde have been the stage of action.

The present document was written with two main objectives: to obtain a Master of Science degree and to share with the community some relevant aspects of author's work experience.

The document was structured to emphasize three major units: the agricultural hydraulics, rural development and studies and projects.

For these units were selected groups of activities considered relevant to the author's career: Alqueva Multi-Purpose Scheme, Rehabilitation and Modernization of Hydro-agricultural Schemes, Other Studies and Projects, Master Plans and Reports and Agriculture and Rural Development.

In every activity is highlighted the aspects considered most important and which reflect the author's experience.

**Keywords:** Agricultural Hydraulics, Agriculture, Rural Development, Alqueva, Rehabilitation and Modernization of Hydro-agricultural Schemes, Training and Technical Assistance.

## EXTENDED ABSTRACT

The author is an engineering consultant and has developed his professional career on studies and projects of agricultural hydraulics and rural development.

Instead of a developed curriculum report, the author preferred to present his own career experience by work units or study units, showing in each one some particular aspects and his vision into the problems.

**Agricultural Hydraulics** is his basic training, after completing the studies in the specialty of Rural Infrastructures. This has been his nuclear discipline as engineering consultant.

**Rural development** is the natural consequence and one of the success signs of the hydro-agricultural development facilities. As a consultant, indirectly, it can be said, he was responsible for this way of development in Portugal. It is also the practical result of his work abroad, particularly in Angola and Cape Verde, by the training and technical assistance that he has been responsible.

**Studies and designs** are the final products of his activity, which, based on the agricultural hydraulics and agronomic engineering in its various forms, have contributed to rural development. Other studies and projects were carried out, not necessarily to the rural environment.

At the beginning of the document the author presents some considerations on agricultural hydraulics and hydro-agricultural schemes in Portugal, starting with the introduction of American corn (*Zea mays ssp.*) in the country.

Next, he identifies the objectives of the hydro-agricultural schemes and their various stages - **design, construction, exploitation** and **ruin** and **abandonment**.

About the infrastructures designs are related the key players (the **owner** or **promoter**, the **design engineer**, the **constructor** and the **works surveyor**), as well as the different stages, from the preliminary studies to the construction and technical assistance.

Before the explanation of his work career, the author presents his vision on rural development.

A relevant part of the document is dedicated to Alqueva Multi-Purpose Scheme, for which the author coordinated infrastructures designs of nearly 40,000 hectares. In the chapter devoted to this hydraulic scheme it is described various studies and its particular aspects.

The rehabilitation and modernization of hydro-agricultural schemes deserve also a particular focus. There were several studies coordinated by the author that contributed to the upgrading of agricultural production on the concerned regions.

The author presents the objectives of rehabilitation and modernization and the type of solutions commonly adopted, held on a careful diagnosis of the main problems that affect the hydraulic systems and farming.

It was reserved a chapter for some studies and projects no less important that consolidated the author's knowledge and experience. There were selected five works in different areas in Portugal.

The author's professional career comprised also master plans and expertise, with particular reference to the work carried out in Angola in the areas of irrigation, livestock development, cotton projects and rural development plans.

In Angola the author has acted primarily in the area of rural development through training and technical assistance to farmers and senior staff of the ministry of agriculture and irrigation schemes responsible staff.

Finally, it is opened a new horizon for the studies and projects in Cape Verde, as well as training and technical assistance to farmers of six new hydro-agricultural schemes.

## ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO .....	1
2.	SOBRE O TÍTULO DO RELATÓRIO .....	1
2.1.	Hidráulica agrícola e empreendimentos hidroagrícolas .....	1
2.2.	Estudos e projectos de engenharia .....	5
2.3.	Desenvolvimento rural .....	6
2.4.	Percurso do autor .....	7
2.4.1.	Planos gerais, estudos prévios e de viabilidade .....	9
2.4.2.	Anteprojectos, projectos de execução e assistência técnica ao dono da obra .....	9
2.4.3.	Formação e assistência técnica a agricultores e técnicos .....	10
2.4.4.	Pareceres .....	11
3.	EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA .....	11
3.1.	A Rega no Alentejo .....	11
3.2.	Reformulação do Sistema Global de Rega .....	12
3.3.	Aproveitamento Hidroagrícola do Pisão .....	16
3.4.	Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo .....	21
3.5.	Regadio da Freguesia da Luz .....	27
3.6.	Aproveitamento Hidroagrícola de Brinches – Enxoé .....	31
3.7.	Aproveitamento Hidroagrícola de São Matias .....	35
3.8.	Aproveitamento Hidroagrícola de Baleizão - Quintos .....	39
4.	REABILITAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DE APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS .....	42
4.1.	Racionale .....	42
4.2.	Objectivos da Reabilitação e Modernização .....	44
4.3.	Diagnóstico de Problemas .....	44
4.4.	Obras de Reabilitação .....	46
4.5.	Obras de Modernização .....	46
4.6.	Reforma das Estruturas de Gestão Técnica, Administrativa e Financeira .....	47
4.7.	Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova .....	48
4.8.	Aproveitamento Hidroagrícola do Alvor .....	49
4.9.	Aproveitamentos Hidroagrícolas do Alto Sado, de Campilhas e São Domingos e de Fonte Serne .....	52
4.10.	Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo e Projecto do Bloco 1 .....	54
4.11.	Reservatório e Estação Elevatória do Bloco 3 de Odivelas .....	58
5.	OUTROS ESTUDOS E PROJECTOS .....	59
5.1.	Generalidades .....	59
5.2.	Aproveitamento Hidroagrícola do Pranto .....	59
5.3.	Aproveitamento Hidroagrícola da Vermiosa .....	61
5.4.	Aproveitamento Hidráulico do Enxoé .....	61
5.5.	Aproveitamento Hidroagrícola da Foz do Guadiana .....	61
5.6.	Aproveitamento Hidroagrícola de Vale de Madeiro .....	62

6.	PLANOS GERAIS E PARECERES.....	62
6.1.	Nota Prévía.....	62
6.2.	Plano Regional de Água da Madeira.....	63
6.3.	Plano Nacional do Regadio.....	63
6.4.	Aproveitamentos Hidráulicos do Sul de Angola.....	63
6.5.	Programa de Desenvolvimento Agro-pecuário do Planalto de Camabatela.....	67
6.6.	Planos de Ordenamento Rural na Huíla.....	68
6.7.	Projecto Algodoeiro no Cuanza Sul.....	70
6.8.	Abastecimento de Água à Região da Tunda dos Gambos.....	70
7.	AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL.....	72
7.1.	Internacionalização.....	72
7.2.	Angola.....	72
7.2.1.	Formação de quadros superiores.....	72
7.2.2.	Caxito.....	74
7.2.3.	Waco Kungo.....	76
7.2.4.	Gandjelas.....	78
7.3.	Cabo Verde.....	80
8.	NOTA FINAL.....	80

## ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 3-1 – APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DO MONTE NOVO. CARACTERÍSTICAS DOS BLOCOS DE REGA.....	26
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3-1 – SISTEMA GLOBAL DE REGA DE ALQUEVA. TRABALHOS DA PROSISTEMAS.....	16
FIGURA 3-2 – APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE BRINCHES-ENXOÉ.....	31
FIGURA 3-3 – EVOLUÇÃO DO PERÍMETRO DE REGA, ANTES E DEPOIS DA IBA.....	37
FIGURA 3-4 – BALEIZÃO – QUINTOS. BLOCOS DE REGA.....	40
FIGURA 4-1 – BLOCOS DE REABILITAÇÃO DO ROXO.....	54
FIGURA 5-1 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO PRANTO. ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO.....	60
FIGURA 6-1 – MUNICÍPIO DA JAMBA. PLANO DE ORDENAMENTO.....	69
FIGURA 6-2 – MUNICÍPIO DA CHICOMBA. PLANO DE ORDENAMENTO.....	69

## ÍNDICE DE FOTOS

FOTO 3-1 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO PISÃO. VISTA AÉREA.....	17
FOTO 3-2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO PISÃO.....	17
FOTO 3-3 – REDE DE REGA. HIDRANTES, SAÍDAS ISOLADAS E VENTOSAS.....	18
FOTO 3-4 – REDE VIÁRIA.....	19
FOTO 3-5 – REDE DE DRENAGEM.....	19
FOTO 3-6 – BARRAGEM / RESERVATÓRIO R4.....	22
FOTO 3-7 – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS EE4 (REGA) E DE ADUÇÃO AO MONTE NOVO (2º PLANO).....	22
FOTO 3-8 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA EE 4.1 E RESERVATÓRIO R4.1.....	24
FOTO 3-9 – HIDRANTE DE JUNTO A UMA CHARCA PARTICULAR.....	25
FOTO 3-10 – HIDRANTE DE REGA.....	26

FOTO 3-11 – OBRA DE ENTRADA NA ALBUFEIRA DO MONTE NOVO .....	27
FOTO 3-12 – TORRE DE TOMADA DE ÁGUA NA ALBUFEIRA DE ALQUEVA.....	28
FOTO 3-13 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA SECUNDÁRIA DA LUZ .....	29
FOTO 3-14 – REDE DOMÉSTICA E BOCA-DE-INCÊNDIO.....	29
FOTO 3-15 – HIDRANTES E TOMADAS EM REDE DE APROXIMAÇÃO .....	30
FOTO 3-16 – BARRAGEM E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE BRINCHES.....	32
FOTO 3-17 – RESERVATÓRIO DE BRINCHES –SUL .....	32
FOTO 3-18 – RESERVATÓRIO DOS MONTINHOS .....	33
FOTO 3-19 – CAIXA ESPECIAL DE PONTO DE ENTREGA.....	34
FOTO 3-20 – CAIXAS DE VÁLVULAS.....	34
FOTO 3-21 – SÃO MATIAS. PAISAGEM.....	36
FOTO 3-22 – ÁREA DE INTERVENÇÃO DO EMPREENDIMENTO .....	39
FOTO 4-1 – RESERVATÓRIO DO ARAVIL E CANAL .....	49
FOTO 4-2 – ESTADO DE CONSERVAÇÃO DOS CANAIS DO ALVOR.....	50
FOTO 4-3 – OBRAS DE REABILITAÇÃO DOS CANAIS DO ALVOR.....	51
FOTO 4-4 – CANAL DE CAMPILHAS. ANTE E DURANTE A REABILITAÇÃO .....	52
FOTO 4-5 – TOMADA DE ÁGUA DO MONTE DA ROCHA. ANTES E DEPOIS DA AUTOMATIZAÇÃO.....	53
FOTO 4-6 – NÓ HIDRÁULICO DA TORRE VÃ. ANTES E DEPOIS DA AUTOMATIZAÇÃO .....	53
FOTO 4-7 – LIMPA GRELHAS NO CANAL CONDUTOR GERAL E MÓDULOS SERVO-MOTORIZADOS NO INÍCIO DO CANAL DE LIGAÇÃO AO RESERVATÓRIO DO BLOCO 1 .....	55
FOTO 4-8 – RESERVATÓRIO E ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO BLOCO 1 .....	57
FOTO 4-9 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA E RESERVATÓRIO DO BLOCO 3 DE ODIVELAS .....	59
FOTO 5-1 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO PRANTO.....	60
FOTO 6-1 – BARRAGEM E APROVEITAMENTO DE BATA-BATA .....	63
FOTO 6-2 – RUÍNA DO AÇUDE NO RIO CACULUVARI NA CAHAMA, COVA DO LEÃO .....	64
FOTO 6-3 – RIO CACULUVARI E PAISAGEM ENVOLVENTE NA CAHAMA, COVA DO LEÃO.....	64
FOTO 6-4 – BARRAGEM E CANAL DO CALUEQUE.....	65
FOTO 6-5 – BARRAGEM DO SENDI E ÁREA AGRÍCOLA.....	66
FOTO 6-6 – QUIPUNGO .....	66
FOTO 6-7 – CAMABATELA.....	67
FOTO 6-8 – TUNDA DOS GAMBOS .....	71
FOTO 7-1 – FORMAÇÃO DE QUADROS SUPERIORES.....	73
FOTO 7-2 – CANAL DE CAXITO DURANTE E APÓS REABILITAÇÃO .....	74
FOTO 7-3 – WACO KUNGO .....	77
FOTO 7-4 – GANDJELAS. FORMAÇÃO E ACTIVIDADE AGRÍCOLA.....	78
FOTO 7-5 – GANDJELAS. REGA DEFICIENTE E EROÇÃO HÍDRICA .....	79
FOTO 7-6 – GANDJELAS. COMPONENTE SOCIAL DO CANAL .....	79
FOTO 7-7 – BARRAGENS DA FIGUEIRA GORDA E DO SALINEIRO .....	80

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABORO - Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas

ABR - Associação de Beneficiários do Roxo

ADISA – Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia

ARBA - Associação de Regantes e Beneficiários do Alvor

ARBCAS - Associação de Regantes e Beneficiários de Campilhas e Alto Sado

ARBI - Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova

ARBVS – Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia

ATM - Assistência Técnica e Material

CEE - Comunidade Económica Europeia

CIEA - Comissão Instaladora da Empresa do Alqueva

Coopval – Cooperativa Agrícola dos Fruticultores do Cadaval

COTR – Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio

DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.

EFMA - Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

ETA - Estação de Tratamento de Água

ETAR - Estação de Tratamento de Águas Residuais

EU - União Europeia

FEA - Fundação Eugénio de Almeida

GEPE – Gabinete de Estudos, Planeamento e Estatística

GPS - Global Positioning System

IBA - Important Bird Area

IDRHa - Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica

INE - Instituto Nacional de Estatística

IPAD – Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento

ISA - Instituto Superior de Agronomia

JAOHA - Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola

MADRP - Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

NPA - Nível de pleno Armazenamento

OGE - Orçamento Geral do Estado

PAC - Política Agrícola Comum

PAIC - Programa de Desenvolvimento Agro-pecuário do Planalto de Camabatela

PEAD - Polietileno de Alta Densidade

PIB - Produto Interno Bruto

PRAM - Plano Regional da Água da Madeira

PVC - Policloreto de Vinilo

RAN - Reserva Agrícola Nacional

REN - Reserva Ecológica Nacional

RGA - Recenseamento Geral Agrícola

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SOPIR – Sociedade de Desenvolvimento dos Perímetros Irrigados, S.A.

UTL - Universidade Técnica de Lisboa.

ZPE - Zona de Protecção Especial

## 1. INTRODUÇÃO

Seguindo o disposto no n.º 3 do artigo 3º do Regulamento Geral dos Segundos Ciclos de Estudo conducentes ao grau de Mestre do Instituto Superior de Agronomia (Despacho n.º 10544/2011, de 22 de Agosto), apresenta-se neste documento o Relatório Detalhado Integrador e Crítico da Actividade Profissional do engenheiro agrónomo António Manuel Terrão Russo, aluno com o número 7688.

O relatório agora apresentado tem como objectivo a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agronómica, na área de especialização de Engenharia Rural, pelo Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

O autor do relatório é consultor de engenharia e tem desenvolvido a sua actividade profissional no domínio dos estudos e projectos de hidráulica agrícola e do desenvolvimento rural.

Ao invés de um relatório curricular desenvolvido, entendeu o autor dever apresentar a sua actividade profissional por unidades de trabalho ou de estudos, evidenciando em cada uma aspectos particulares e a sua visão sobre os problemas.

Para além da presente introdução, o documento está estruturado em sete capítulos.

No Capítulo 2 explica-se o título do relatório e abre-se a visão para os restantes.

O Capítulo 3, que constitui o núcleo central da actividade do autor, é dedicado ao Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, cabendo ao Capítulo 4 a reabilitação e modernização de empreendimentos.

No Capítulo 5 dá-se conta de outros estudos e projectos igualmente marcantes. Já o Capítulo 6 é dedicado a planos gerais e pareceres. A agricultura e o desenvolvimento rural reservam-se para o Capítulo 7.

A terminar apresenta-se uma breve nota final.

O auto desenvolve o verbo na terceira pessoa e não respeita o actual acordo ortográfico.

## 2. SOBRE O TÍTULO DO RELATÓRIO

Escolheu o autor para título do relatório a conjugação de três temas que têm sido a base da sua actividade profissional desde a sua licenciatura em engenharia agronómica.

**Hidráulica agrícola** é a sua formação de base, ao concluir a licenciatura no ramo de Melhoramentos Rurais. Tem sido esta a sua disciplina nuclear como consultor de engenharia.

**Desenvolvimento rural** é a consequência natural e uma das medidas de sucesso das obras de fomento hidroagrícola. Como consultor, indirectamente, pode dizer-se, foi responsável por esta forma de desenvolvimento em Portugal. É, também, o resultado prático da sua actividade profissional no estrangeiro, nomeadamente, em Angola e Cabo Verde, pelas acções de formação e de assistência técnica de que tem sido responsável.

**Estudos e projectos** são os produtos finais da sua actividade, os quais, tomando como base a hidráulica agrícola e a engenharia agronómica nas suas diversas vertentes, têm contribuído para o desenvolvimento rural. Outros estudos e projectos foram realizados, não ligados necessariamente ao espaço rural.

Apresentam-se a seguir algumas contribuições do autor sobre a hidráulica agrícola, os empreendimentos hidroagrícolas e os estudos e projectos de engenharia, uma visão sobre o desenvolvimento rural e, finalmente, o seu percurso como consultor de engenharia.

### 2.1. Hidráulica agrícola e empreendimentos hidroagrícolas

A hidráulica agrícola é a disciplina que utiliza os fundamentos da hidráulica com vista à captação, armazenamento, transporte, distribuição e aplicação da água com a finalidade de satisfazer as necessidades hídricas de espécies vegetais destinadas à alimentação, quer dos humanos quer de outros animais.

É, também, a disciplina que utiliza os fundamentos da hidráulica para eliminar o excesso de água nos campos de cultivo, criando, assim, as condições ótimas de salubridade dos terrenos e de vegetação das culturas.

No primeiro caso, a finalidade é a rega (ou irrigação); no segundo, o enxugo e a drenagem.

Em Portugal designam-se por empreendimentos hidroagrícolas os investimentos de natureza pública ou privada com vista à rega e ao enxugo e drenagem os terrenos. É um conceito mais abrangente que o de “perímetros irrigados”, muito utilizado no Brasil e em Angola e Moçambique.

As obras de fomento hidroagrícola começaram a ter verdadeira expressão em Portugal, no princípio do século XVII, com a entrada no território do milho americano ou Milhão, como se designava na altura.

Esta espécie era bem mais rentável que os cereais tradicionais (trigo, cevada, centeio e milho paíngo), adequava-se às condições de temperatura e de humidade do período primavera-outonal português mas exíguo água.

O seu cultivo obrigou à mobilização de recursos hídricos e à construção de sistemas de rega e de drenagem. A chegada desta nova cultura alterou, também, o espaço rural, com o campo aberto à livre circulação do pastoreio em pousios cerealíferos (*openfield*) a dar lugar a terrenos vedados e compartimentos, isto é, o *campo-prado* servido por sistemas de rega, com água armazenada em represas ou pequenas charcas, e saneado com valas de drenagem.

Foi feito um enorme investimento na construção de infra-estruturas de rega e de drenagem com o objectivo de instalar o Milhão, cereal que se pensava poder vir a facultar a abundância alimentar.

As primeiras áreas onde se instalou o Milhão foram as várzeas junto aos rios, destinadas antes ao pastoreio, por não se prestarem à agricultura tradicional cerealífera de sequeiro. Foram preferidas as áreas susceptíveis de enxugo e regadas com águas de charcas e poços, elevadas por aparelhos instalados nos rios e ribeiros ou transportadas por levadas e regadeiras a partir de fontes e de cursos de água dominantes. O pastoreio viu-se privado de um importante recurso, o que deu lugar à estabulação ou à subida do gado para a altitude das serras.

Esta actividade agrícola de regadio estendia-se por todo o Entre Douro e Minho, parte de Trás-os-Montes, Beira Alta e Beira Litoral. As obras de rega associadas, conhecidas por “regadios tradicionais”, foram objecto de reabilitação no quadro dos apoios da CEE, nos anos 80 e 90 do século passado.

A utilização da água nestes regadios era regulada por costumes ancestrais, com os conflitos a serem decididos por decisões régias. Só já no início do século XIX a hidráulica agrícola recebeu orientação legal dos Códigos Administrativos, sendo correntes os acordos escritos que estabeleciam o “rol das águas” para serem cumpridos entre os consortes que promoveram ou herdaram os mananciais.

O sistema de repartição das águas foi sempre muito complexo e conflituoso, acabando muitas das vezes em tragédia ou em eternas querelas judiciais.

Foi com o Código Civil de 1867 que se reuniram as disposições legislativas respeitantes ao uso das águas. Essas disposições passaram a ser regulamentadas com a criação dos Serviços Hidráulicos em 1892. Em Maio de 1919, após a proclamação da República, foi publicada a “Lei de Águas”.

Com o final da Primeira Guerra Mundial, o problema do abastecimento alimentar assumiu evidente preocupação e o regadio começou a ser encarado como importante instrumento de segurança e recuperação da economia nacional.

Destaca-se a sagesa do Professor Ruy Mayer, do Instituto Superior de Agronomia, ao apresentar o problema da água na agricultura portuguesa, evidenciando o clima de chuvas abundantes e mal distribuídas, a desigualdade na repartição das precipitações, significativas no inverno e na primavera e escassas e raras no Verão. Desigualdade e irregularidade que variam as produções das culturas outono-invernais. Chuvas intensas quando não são aproveitadas pelas plantas; raras quando são necessárias para garantir

a vegetação e desenvolvimento das culturas. A par disto, uma intensa radiação solar, elevada energia calórica mantida ao longo de vários meses e uma constante evaporação.

Evidenciou-se, assim, não poder a produção agrícola portuguesa estar dependente dos caprichos dos elementos, quando possui condições únicas para a produção em regadio, através da regularização dos recursos hídricos, escassos no Verão mas abundantes no Inverno e na Primavera.

Outro Professor do Instituto Superior de Agronomia, Azevedo Gomes, propôs-se dar os passos necessários para por em execução algumas obras que se encontravam em estudo e que seriam importantes para a economia nacional. Convidou o engenheiro Sir Murdoch MacDonald, chefe das Obras Públicas no Egipto, a estudar os planos existentes e a aconselhar o Governo sobre os melhores processos a seguir para atingir os objectivos.

Este técnico elaborou um relatório, em que aconselhava, em primeiro lugar, a execução de uma obra de rega de cerca de 10 000 ha no Ribatejo, entre Santarém e Vila Franca de Xira. Feita esta obra, outras se seguiriam, pois não faltavam zonas onde os melhoramentos hidráulicos podiam oferecer proveitosa transformação.

Em 1930 foi criada a Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola e em 1935 foi entregue a esta instituição a direcção dos estudos e das obras de aproveitamentos hidroagrícolas.

Foi por esta data que os técnicos do Ministério das Obras Públicas anunciaram que a área a regar no País fora contabilizada em 400 000 ha e que 168 585 ha seriam susceptíveis de melhoramento hidroagrícola no imediato.

Três anos depois, em 1938, foi aprovado o Plano de Fomento Hidroagrícola que incluía um total de 20 obras, algumas já em construção, para benefício de um total de cerca de 106 000 ha.

O Plano de Valorização do Alentejo, para a rega de 170 000 ha, foi apresentado em 1957. Por esta data já estavam concluídos ou em curso obras para benefício de 55 501 ha. Admitia-se, então, que as obras de rega a realizar pelo Estado abrangeriam 320 000 ha, incluindo o Plano de Rega do Alentejo.

Coincide praticamente com o fim do Estado Novo a conclusão, em 1973, da barragem de Odivelas, obra central, em conjunto com a barragem e o reforço de Alqueva, para o regadio de cerca de 12 000 ha de terras do Baixo Alentejo.

Com a revolução e no período que se seguiu, praticamente se interromperam os estudos, projectos e obras de desenvolvimento hidroagrícola da responsabilidade do Estado. Em ritmo muito lento decorreram as obras de valorização hidroagrícola da Cova da Beira e do Baixo Mondego.

Os regadios colectivos promovidos pelo Estado Novo cumpriram o desígnio de produzir alimentos, tirando partido das condições climáticas particulares da Primavera e do Verão da região mediterrânea.

As obras foram projectadas com grande simplicidade tecnológica e com um reduzido grau de automatização. As estações elevatórias só foram construídas quando havia necessidade de vencer patamares ao longo das redes primárias de canais e nunca para fornecer pressão às redes de distribuição de água aos agricultores. Em muitas das situações, as obras de rega estavam equipadas com centrais hidroeléctricas.

Os sistemas de transporte e de distribuição foram projectados para a rega por gravidade, o sistema mais simples à época mas muito exigente em mão-de-obra, força de trabalho que estava disponível nos campos e com regimes laborais bem diferentes dos que se seguiram e dos que actualmente vigoram.

A construção de infra-estruturas de rega, de drenagem e de produção de energia eléctrica foi acompanhada, em muitos casos, da adaptação dos terrenos ao regadio e de acções de extensão agrária juntos dos agricultores, com vista ao desenvolvimento de culturas regadas.

As alterações do espaço rural foram evidentes, com a consolidação e incremento da produção agrícola em alguns locais e a colonização agrícola em zonas que anteriormente não conheciam qualquer desenvolvimento.

O factor de produção água contribuiu sobremaneira para o desenvolvimento local, regional e nacional, pela riqueza directa que gerou e pela responsabilidade que teve na criação e estabelecimento de diferentes actividades a montante e a jusante da agricultura de regadio.

Os fundos estruturais disponibilizados a Portugal após a sua entrada na CEE permitiram relançar a hidráulica agrícola. De então para cá foram realizados vários estudos e projectos e equiparam-se alguns milhares de ha com infra-estruturas de rega, de drenagem e melhoramentos rurais diversos.

Alguns dos projectos foram desenvolvidos à semelhança dos empreendimentos existentes, considerando a rega por gravidade ao nível da parcela, com um sistema de canais e regadeiras a céu aberto e condutas em baixa pressão. Quase nenhum desses perímetros de rega foi construído, excepção feita à obra do Baixo Mondego, onde a orizicultura é quase exclusiva.

Nas últimas quatro décadas as condições de trabalho nos campos alteraram-se significativamente. A disponibilidade de mão-de-obra reduziu bastante, o regime laboral dos trabalhadores agrícolas alterou-se significativamente e surgiu a necessidade de produzir cada vez mais, com maior eficiência e mínimo custo.

A rega por gravidade, à excepção do arroz, não é a que melhor responde às actuais exigências de produção agrícola. A rega em pressão ganhou terreno rapidamente e foi para este sistema de rega que se dirigiram todos os projectos que têm sido feitos nos últimos vinte anos, sendo o mais recente o do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

Nos perímetros de rega em exploração, dimensionados para a rega por gravidade e por turnos, começaram a surgir investimentos privados em sistemas de rega em pressão, primeiro com a aspersão mais simples, depois com os canhões de rega e as rampas polares, a seguir com a rega localizada.

As obras deixaram de dar resposta capaz às novas formas de exploração da terra em regadio e à conjuntura económica e social com a qual a agricultura e os agricultores se viram confrontados. Foi, então, necessário estudar e projectar a reabilitação e modernização dos aproveitamentos hidroagrícolas.

Neste cenário, e com excepção do Vale do Mondego, nos novos projectos os sistemas gravíticos deram lugar aos sistemas em pressão, quase todos com estações elevatórias associadas e com elevado grau de automatização. Os agricultores ficaram a dispor de água sem restrições de horário, ao contrário da rega por gravidade dos primeiros perímetros construídos em Portugal. A água passou a ser fornecida aos agricultores com a pressão adequada aos seus equipamentos individuais de rega ou em baixa pressão, quando entregue em reservatórios, para posterior sobrepressão a cargo do utilizador.

Dos primeiros projectos em alta pressão, com redes de distribuição relativamente densas e com bastantes pontos de entrega de água ao agricultor, passou-se para os sistemas ditos em “baixa pressão”. Nestes, a água é fornecida ao agricultor apenas com a pressão suficiente para o correcto funcionamento dos equipamentos dos pontos de entrega de água, geralmente junto a charcas ou albufeiras existentes. É uma filosofia que se adapta bem a zonas de grande propriedade e onde já existem infra-estruturas de rega. Poupa-se no investimento público e reduz-se o período de construção.

Em Portugal, com as suas condições edafo-climáticas, dificilmente se pode conceber uma actividade agrícola rentável e com menos risco sem recurso água. As culturas de sequeiro perderam expressão, assumindo um papel marginal. As culturas de regadio não, e isso é bem evidente pelos investimentos feitos pelos agricultores, sem esperar pelas obras de fomento público.

De acordo com as informações constantes do Sistema de Informação do Regadio, da Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, em Portugal Continental e sob iniciativa pública, estão infra-estruturados 177 416 ha, aguardando arranque ou conclusão as obras para mais 267 265 ha, o que dá um total de 444 681 ha. A área total identificada como potencial ou com

projecto e a aguardar financiamento ronda os 113 000 ha. Existem 51 170 ha de regadios tradicionais, geridos por juntas ou associações de agricultores.

A soma das parcelas não anda muito longe dos 600 000 ha previstos há duas décadas como meta para os regadios de responsabilidade estatal.

Não estão aqui contabilizados os regadios particulares, com infra-estruturas próprias e captação, armazenamento, transporte e distribuição, disseminados por todo o território nacional.

Segundo dados do INE de 2005, a área total equipada com infra-estruturas de rega, de iniciativa pública e privada, era de 793 000 ha, o que representava cerca de 22% da superfície agrícola útil do Continente. Em relação ao Recenseamento Geral Agrícola de 1999, registou-se uma redução de 25% da área regada. Constatou-se, também, que cerca de ¼ da área irrigável não era regada.

Apesar da importância que o regadio tem na agricultura mediterrânea, este cenário de redução de áreas regadas, para além da cíclica escassez de recursos hídricos, deve-se, essencialmente, às medidas implementadas pela Política Agrícola Comum da União Europeia as quais conduziram à diminuição do peso do sector agrícola na economia nacional.

## 2.2. Estudos e projectos de engenharia

Um empreendimento hidroagrícola tem por base um objectivo, a partir do qual se elaboram os indispensáveis estudos e projectos com vista à sua construção e posterior entrada em funcionamento e exploração.

A vida de um projecto tem, assim, três fases fundamentais: a **concepção**, a **construção** e a **exploração**. Fase última, que nunca se refere, é a **ruína e o abandono**.

Interessa aqui, antes de evidenciar os vários estágios que acompanham a concepção das obras, lembrar os objectivos de um projecto de desenvolvimento hidroagrícola.

Com efeito, uma obra desta natureza hidroagrícola resulta de uma ideia colectiva, em geral de potenciais beneficiários, e de uma vontade política com vista ao desenvolvimento económico, social e ambiental. Podem destacar-se dois níveis de objectivos: (i) **nacional** e (ii) **local e regional**.

Ao nível **nacional** pretende-se:

- Fortalecer a economia nacional;
- Promover o equilíbrio entre as diferentes regiões;
- Aumentar a oferta de produtos agrícolas;
- Reduzir a dependência económica do exterior;
- Promover as exportações e a entrada de receitas.

Ao nível **local e regional**, o objectivo é a promoção do desenvolvimento económico e social através do aumento do rendimento dos agricultores e dos empresários agrícolas, da criação de postos de trabalho e de novas empresas e da melhoria das condições de vida.

De igual modo, pretende-se:

- Facilitar o acesso à água e promover o seu uso racional;
- Aumentar o rendimento das produções agrícolas e proporcionar condições para a instalação de novas culturas;
- Garantir a segurança alimentar das populações;
- Promover a ocupação do território.

Numa obra, desde a concepção até à sua conclusão, existem quatro actores principais: o **dono da obra** (ou promotor), o **autor do projecto** (ou projectista), o **construtor** (ou empreiteiro) e o **fiscal**. Ao projectista cabe a responsabilidade de elaborar os estudos e

projectos e de prestar assistência técnica ao dono da obra, desde a fase de concurso para empreitada até à conclusão das infra-estruturas e sua entrada em funcionamento.

Num projecto consideram-se as seguintes fases, podendo algumas ser suprimidas, por acordo entre o dono da obra e o autor do projecto: **programa preliminar**, **programa base**, **estudo prévio**, **projecto base** e **projecto de execução**.

O **programa preliminar** é o documento fornecido pelo dono da obra ao projectista, no qual são estabelecidos os objectivos, características orgânicas e funcionais e condicionamentos financeiros da obra, bem como os respectivos custos e prazos de execução a respeitar.

O **programa base** é o documento elaborado pelo autor do projecto com base no programa preliminar, resultando da particularização deste, da verificação da sua viabilidade e do estudo de soluções alternativas, porventura mais favoráveis ou mais ajustadas às condições locais do que a prevista no programa preliminar. Depois de aprovado pelo dono da obra, o programa preliminar serve de base ao desenvolvimento das fases posteriores do projecto.

O **estudo prévio** é o documento produzido pelo autor do projecto após aprovação do programa base, visando o desenvolvimento da solução programada, essencialmente no que respeita à concepção geral das obras.

O **projecto base** ou **anteprojecto** é o desenvolvimento do estudo prévio aprovado pelo dono da obra, com vista a esclarecer os aspectos da solução proposta que possam dar lugar a dúvidas, a apresentar com maior grau de pormenor alternativas de soluções difíceis de definir no estudo prévio e, de um modo geral, a estabelecer em definitivo as bases a que deve obedecer a continuação do estudo, sob a forma de projecto de execução.

O **projecto de execução** é o documento elaborado pelo autor do projecto, a partir do estudo prévio ou do projecto base aprovado pelo dono da obra, destinado a constituir, juntamente com o programa de concurso e o caderno de encargos, o processo a apresentar no concurso ou procedimento para adjudicação da empreitada ou do fornecimento e a facultar todos os elementos necessários à boa execução dos trabalhos.

É um dever e obrigação do autor do projecto prestar **assistência técnica** ao dono da obra, durante a preparação do concurso para adjudicação da empreitada, a apreciação das propostas e a execução da obra, visando a correcta interpretação do projecto, a selecção dos concorrentes e a realização da obra segundo as prescrições do caderno de encargos.

Todos estes documentos referidos são constituídos por conjuntos ordenados e coerentes de informação apresentada em peças escrita e desenhadas indispensáveis à sua interpretação.

Nos estudos e projectos de desenvolvimento hidroagrícola concorrem várias especialidades da engenharia e da agro-sócio-economia.

### **2.3. Desenvolvimento rural**

O desenvolvimento rural é um conceito que abrange mais do que o desenvolvimento agrário e da agricultura.

A agricultura é apenas mais um dos vectores que coexiste na rede de actividades que operam e transformam o espaço rural. Pode ou não ser a actividade central mas, só por si, não sobrevive sem o fluxo coerente e estrategicamente justificado de iniciativas que, necessariamente, se promovem a montante e a jusante do sector.

Nestas actividades o elemento central é o Homem, o qual estabelece as mais diversas relações entre si, e os vários actores presentes no território onde se insere. Este agente central procura garantir para si as melhores condições de bem-estar. O agricultor pretende sustentar o seu agregado familiar através do trabalho da terra; os agentes económicos que o rodeiam vivem das relações comerciais que estabelecem com este e com outros actores. De forma espontânea cria-se uma ligação em rede, na forma de racimo, que, na terminologia anglo-saxónica se designa por *cluster*.

Ora, se o elemento central é o Homem, praticamente a única característica que o separa do Homem da urbe é a sua convivência com o território rural. Assim sendo, para que este consiga desenvolver a sua actividade em condições de bem-estar, deverão ser criadas as necessárias infra-estruturas, que pouco diferem das da cidade. Têm as mesmas funções mas são construídas na envolvente rural.

O referido elemento central terá uma casa para viver, abastecida de energia eléctrica, provida de água potável e sistemas de saneamento e esgoto, caminhos e estradas para transitar, escolas que garantam a educação dos filhos, centros de saúde, comércio, serviços, etc. Não se concebe o desenvolvimento rural sem estas e outras facilidades.

Logo, os projectos de desenvolvimento hidroagrícola não se resumem às infra-estruturas hidráulicas nem serão bem-sucedidos se apenas a elas se restringirem. Sob a forma de melhoramento ou de colonização agrícola, só terão sucesso se garantirem a fixação das populações em condições de bem-estar e o estabelecimento das diversas empresas e actividades económicas relacionadas com o sector, estabelecendo-se, assim, uma forma de desenvolvimento rural sustentável.

Este conceito refere-se ao conjunto de práticas e de tecnologias aplicadas ao espaço rural e que permite a exploração e utilização racional dos seus mais variados recursos. Este desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as exigências do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas necessidades. Compreende este conceito três vertentes: a ambiental, a económica e a social.

Assim, pode dizer-se que a agricultura sustentável é a actividade que promove a conservação dos recursos naturais (água, solo e biodiversidade) e, ao mesmo tempo, é economicamente viável e promove a equidade social.

No século XX, a hidráulica agrícola em Portugal teve mérito, pelo que se conseguiu ao nível da colonização interna e do aumento da produção agrícola, com a inevitável construção das mais diversas infra-estruturas – estradas, escolas, electrificação rural, sistemas de abastecimento de água, etc. O conceito de desenvolvimento rural sustentável não existia sequer no léxico técnico.

Nas obras mais recentes intensificaram-se as infra-estruturas, construídas e exploradas de forma ambientalmente sustentável mas, com a modernidade, perdeu-se o Homem no espaço rural.

#### **2.4. Percurso do autor**

O autor iniciou a sua actividade profissional como consultor de engenharia em Dezembro de 1989, após concluir a última cadeira do curso de Engenharia Agronómica, na especialidade de Melhoramentos Rurais.

Na fase final do curso obteve formação em Hidráulica e Hidrologia Computacionais, no Instituto Superior Técnico. É nesta escola que é convidado a integrar o corpo técnico da Hidrotécnica Portuguesa – Consultores para Estudos e Projectos, Lda.

Esta empresa, já encerrada, foi considerada uma referência na área da consultoria de engenharia, tendo nela colaborado vários técnicos conceituados no panorama nacional.

Aproveitando o impulso dado à área da hidráulica agrícola com a entrada de Portugal na CEE., entendeu a gerência da empresa reforçar o corpo de engenheiros agrónomos para se posicionar na fileira de mercado então emergente.

Nesta empresa recebeu formação em várias áreas da hidráulica aplicada aos sistemas adutores, estações elevatórias, redes de distribuição de água (para rega e abastecimento urbano), canais e descarregadores.

Foi aí que tomou contacto com os aproveitamentos hidroagrícolas por gravidade e recebeu formação quanto ao seu dimensionamento, projecto e reabilitação e modernização.

Foram vários os projectos de estações elevatórias em que colaborou, tanto na sua concepção, quanto no dimensionamento dos sistemas de protecção contra o choque hidráulico. Participou em vários estudos e projectos ligados à hidráulica agrícola e ao desenvolvimento rural.

Na Hidrotécnica Portuguesa integrou a equipa que estudou a reformulação do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, na sequência da decisão do Conselho de Ministros de retomar o empreendimento.

Não contando com esta importante obra, a área total dos empreendimentos estudados não ultrapassou os 3 600 ha. Os projectos que seguiram para a fase de construção e que ainda se encontram em funcionamento são:

- O Aproveitamento Hidroagrícola da Vermiosa;
- O empreendimento turístico do Morgado do Reguengo;
- A estação elevatória do Aproveitamento Hidroagrícola do Pranto;
- Algumas obras de reabilitação e modernização do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova;
- A rede de rega dos arranjos paisagísticos junto ao Terminal Petroquímico e da zona marginal entre o Porto de Pesca e o Terminal Petroquímico de Sines;
- As redes de rega dos espaços verdes da ETAR da Ford-Volkswagen de Palmela;
- O sistema de abastecimento de água do Aproveitamento Hidráulico do Enxoé.

A sua colaboração com a empresa findou em Dezembro de 1994.

Em Fevereiro de 1995 integrou o corpo técnico da ProSistemas, Consultores de Engenharia, S.A., onde continua a desenvolver a sua actividade profissional como consultor de engenharia.

Esta empresa teve na sua origem a consultoria de engenharia nos domínios da hidráulica agrícola e desenvolvimento rural. Foi nela que o autor consolidou a sua formação nesta área do conhecimento, suportada na multiplicidade de estudos e projectos que desenvolveu.

A posição que a empresa garantiu no mercado possibilitou-lhe participar em diferentes estudos e nas várias etapas, desde os programas base até às assistências técnicas.

Praticamente logo a seguir à sua entrada na empresa retomou o contacto com o projecto de Alqueva, primeiro para a Comissão Instaladora da Empresa do Alqueva, depois para a EDIA - Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva, S.A.

Em paralelo, realizou vários estudos e projectos ligados ao regadio e a outras áreas da engenharia.

Os projectos de infra-estruturas de hidráulica agrícola da responsabilidade do autor incidiram sobre uma área de cerca de 38 000 ha, sendo de destacar as seguintes obras já construídas ou em fase de construção:

- O Aproveitamento Hidroagrícola de Baleizão – Quintos, do EFMA;
- O Aproveitamento Hidroagrícola de São Matias, do EFMA;
- O Aproveitamento de Brinches-Enxoé, do Subsistema do Ardila do EFMA;
- O Aproveitamento Hidroagrícola do Pisão, do EFMA;
- O Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo, do EFMA;
- A barragem e a rede de rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Vale Madeiro, em Mirandela;
- O reservatório de regularização e a estação elevatória do Bloco 3 da Obra de Rega de Odivelas;
- O Aproveitamento Hidroagrícola da Freguesia da Luz, do EFMA;
- O Bloco 1 de Reabilitação do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo;
- A barragem da Pouca Roupa, na Herdade das Romeiras, em Sousel;
- A estação elevatória do Aproveitamento Hidroagrícola de Cerejo / Vila Franca das Naves;
- A lagoa das Águas Mansas e respectivas obras anexas, na ilha da Madeira;
- A regadeira 38 do Aproveitamento Hidroagrícola de Campilhas e Alto Sado e caminho de acesso à tomada de água da barragem do Monte da Rocha;

- O desvio do Sifão do Monte de São João do Canal da Barrada, no troço de intercepção com a Auto-estrada do Sul (A2), no Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo;
- A reabilitação de 10,8 km de canais e dique do Vale da Lama do Perímetro de Rega do Alvor.

Em meados de 2006, a ProSistemas decidiu apostar na internacionalização, buscando no mercado de Angola a sua porta de entrada.

O autor integrou o corpo técnico que primeiro avançou e, logo em Outubro, ministrou uma acção de formação em Organização e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas. Esta acção, contratada pela SOPIR – Sociedade de Desenvolvimento dos Perímetros Irrigados, S.A., teve lugar nas instalações do Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural e foi dirigida a técnicos do ministério, das delegações provinciais de agricultura e a responsáveis pelos perímetros de rega de Angola.

Durante três anos desenvolveu-se uma intensa actividade no mercado angolano dedicada à realização de estudos prévios, planos gerais, pareceres e acções de formação e assistência técnica. Nos últimos dois anos essa actividade abrandou, fruto da crise mundial que também tocou Angola.

Pretende-se retomar o mercado de Angola, ao mesmo tempo que se desenvolvem estudos, projectos e acções de formação em Cabo Verde.

Feita a apresentação sumária do percurso profissional do autor, enumeram-se nos pontos seguintes os diferentes trabalhos que foram realizados, pelas diferentes fases do projecto.

#### **2.4.1. Planos gerais, estudos prévios e de viabilidade**

Nesta categoria destacam-se os seguintes trabalhos ou obras:

- O estudo prévio para o fornecimento de água à região da Tunda dos Gambos, na Huíla e no Cunene, em Angola;
- O Plano de Ordenamento Rural das Comunas de Quê e Cutenda, no município da Chicomba, na Huíla, em Angola;
- O Plano de Ordenamento Rural das Comunas de Sede e Dongo, no município da Jamba, na Huíla, em Angola;
- O Programa de Desenvolvimento Agro-pecuário do Planalto de Camabatela, em Angola;
- O Estudo de Viabilidade Técnica, Económica e Ambiental do Perímetro Irrigado de Caxito, no Bengo, em Angola;
- O Estudo de Viabilidade Técnica, Económica e Ambiental do Perímetro Irrigado de Waco Kungo, no Cuanza Sul, em Angola;
- Contribuição para o Plano Nacional de Regadio;
- O estudo de viabilidade do Aproveitamento Hidroagrícola do Touro;
- O Plano Regional da Água da Madeira (PRAM);
- O estudo prévio para a Reabilitação e Modernização do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo;
- O estudo comparativo das alternativas para a adução às Manchas de Ferreira do Alentejo e às Situadas nas Cabeceiras do Roxo, do EFMA.
- O estudo prévio para a reabilitação e modernização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas de Campilhas, do Alto Sado e de Fonte Serne;
- O estudo e viabilidade do Aproveitamento Hidroagrícola da Ribeira da Foz do Guadiana;
- O estudo prévio para a reabilitação e Modernização do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova.

#### **2.4.2. Anteprojectos, projectos de execução e assistência técnica ao dono da obra**

Os trabalhos mais importantes incluídos nesta categoria são os seguintes:

- O projecto de execução e estudo de impacte ambiental do Aproveitamento Hidroagrícola de Baleizão – Quintos, do EFMA;
- O projecto para concurso para a reabilitação do Perímetro Irrigado de Calueque, no Cunene, em Angola;
- O projecto de execução e estudo de impacte ambiental do Aproveitamento Hidroagrícola de São Matias, do EFMA;

- O projecto de execução da Lagoa das Águas Mansas, das obras anexas e do vazadouro controlado, na ilha da Madeira;
- O projecto de execução do Aproveitamento Hidroagrícola de Brinches-Enxoé, Subsistema do Ardila do EFMA;
- O projecto de execução do Aproveitamento Hidroagrícola do Pisão, do EFMA;
- O projecto de execução da Barragem da Fargela, caminho de acesso ao coroamento e ponte da EM 372-1;
- O projecto de execução do Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo;
- O projecto de execução da barragem e da rede de rega do Aproveitamento Hidroagrícola de Vale Madeiro;
- O projecto de execução do reservatório e da estação elevatória do Bloco 3 do Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas;
- O projecto de execução do Aproveitamento Hidroagrícola da Fargela;
- O projecto de execução da regadeira 38 do Aproveitamento Hidroagrícola de Campilhas e do Alto Sado;
- O projecto de execução do Aproveitamento Hidroagrícola da Freguesia da Luz, do EFMA;
- O projecto de execução do desvio do sifão do Monte de São João do Canal da Barrada (Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo), no troço de intercepção com a Auto-estrada do Sul (A2);
- O projecto de execução do Bloco 1 de Reabilitação do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo;
- Os projectos de reabilitação de canais do Aproveitamento Hidroagrícola do Alvor;
- O projecto de execução da barragem da Pouca Roupa, na Herdade das Romeiras, Sousel;
- O projecto de execução do sistema elevatório do Aproveitamento Hidroagrícola de Cerejo / Vila Franca das Naves;
- O projecto de execução da barragem e da rede de rega do Aproveitamento Hidroagrícola da Caniceira;
- O projecto de execução do Aproveitamento Hidroagrícola da Ribeira da Foz do Guadiana;
- O projecto de execução de obras para a Reabilitação e Modernização do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova;
- O projecto de execução da estação elevatória do Aproveitamento Hidroagrícola de Alvarães;
- O projecto de execução dos canais e da rede de rega do Aproveitamento Hidroagrícola da Ribeira do Freixo;
- Os projectos de execução das redes de rega dos arranjos paisagísticos da remodelação de duas Intersecções junto ao Terminal Petroquímico e da zona marginal entre o Porto de Pesca e o Terminal Petroquímico de Sines;
- O projecto de concepção-construção das redes de rega da ETAR de Palmela (Ford-Volkswagen);
- O projecto de execução de várias condutas adutoras primárias do Aproveitamento Hidráulico do Enxoé;
- O projecto de execução da estação elevatória do Aproveitamento Hidroagrícola da Vermiosa;
- O projecto de execução das redes gerais de abastecimento de água potável e de rega dos jardins e campos de golfe do Empreendimento Turístico do Morgado do Reguengo;
- O projecto de execução da estação de dupla finalidade do Aproveitamento Hidroagrícola do Pranto.

#### **2.4.3. Formação e assistência técnica a agricultores e técnicos**

O autor esteve envolvido nas seguintes acções de formação e assistência técnica;

- Acção de Formação e Programa de Assistência Técnica aos agricultores e à entidade gestora do Perímetro Irrigado das Gandjelas, na Chibia, Província da Huíla, em Angola;
- Acção de Formação de Quadros Técnicos dos Perímetros Irrigados de Angola na Organização e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas. Formação “on job” em Portugal.
- Acção de Formação de Quadros Técnicos dos Perímetros Irrigados de Angola na Organização e Gestão de Aproveitamentos Hidroagrícolas.

#### 2.4.4. Pareceres

Nesta categoria, realizaram-se os seguintes trabalhos:

- Parecer técnico sobre os estudos, projectos e obras do Perímetro Irrigado do Sumbe. Projecto financiado pelo governo Sul Coreano para o desenvolvimento da fileira do algodão em 3 000 ha no Cuanza Sul, em Angola;
- Pareceres técnicos sobre as necessidades/viabilidade da reabilitação das infra-estruturas hidráulicas e de rega dos aproveitamentos do Calueque e da Cova do Leão / Caculuar (no Cunene) e do Sendi, Quipungo e Bata-Bata (na Huíla), em Angola;
- Parecer Técnico sobre o Relatório Final do Estudo Prévio do Sistema Global de Rega do EFMA e outros pareceres técnicos dos estudos elaborados entre 1995 e 1996.

### 3. EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA

#### 3.1. A Rega no Alentejo

Datam do final do século XIX as primeiras publicações sobre a rega do Alentejo, em particular o relatório da comissão chefiada por Almeida de Eça.

Esta comissão percorreu a Estremadura Alentejana e o Alto Alentejo e concluiu que os melhoramentos de que carecia a província respeitavam ao aproveitamento dos seus recursos naturais e à reestruturação do mosaico fundiário.

Em relação aos primeiros, foi clara a comissão ao apontar como indispensável a regularização das águas que corriam sem governo e que destruíam os campos. Era importante regularizar os recursos hídricos, pelo que foram logo identificados locais potenciais para a construção de 6 barragens – três na bacia hidrográfica do rio Sorraia, uma na ribeira de Nisa, uma no rio Caia e uma pequena barragem próximo de Vila Fernando, perto de Elvas

Outro importante estudo que merece destaque é o que esteve na origem do Projecto de Lei de Fomento Hidráulico-Agrícola, apresentado em 1898, com vista à construção e exploração, em regime de concessão, de um canal de irrigação e navegação ligando o rio Tejo ao rio Guadiana, com um ramal rectificando o rio Sado até Alcácer do Sal.

Pretendia-se com esta grande obra melhorar as condições de produção agrícola, aproveitando os mananciais dos rios para a irrigação e para o transporte e escoamento dos produtos da terra, numa província, só por si, superior à Bélgica.

O rio Tejo foi encarado durante décadas como a principal origem de água para a rega do Alentejo, sendo o rio Guadiana e os seus afluentes considerados de pouco valor, decerto por estarem pouco estudados.

Mesmo após a criação da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, em 1930, o rio Guadiana não mereceu qualquer reconhecimento, provavelmente por ser um rio muito encaixado, com caudal inconstante e com poucos terrenos nas suas margens susceptíveis de se converterem ao regadio, nos moldes em que a rega era feita na primeira metade do século XX.

No *Plano de Estudos e Obras de Hidráulica Agrícola*, de 1937, que contemplava o regadio de 106 000 ha, o aproveitamento do Guadiana não figurou. Ainda, em 1949, no plano elaborado pela referida Junta para obtenção de auxílio financeiro norte-americano, ao abrigo do “Plano Marshall”, o rio ocupava um lugar discreto. Pretendia-se regar 150 000 ha, dos quais 98 000 ha nos distritos de Évora e de Beja.

Só no *Plano de Rega do Alentejo de 1957* se considera a bacia hidrográfica do rio Guadiana na sua vertente hidráulica de fins múltiplos, embora com utilização unicamente no troço nacional. O rio Tejo vê reduzido o seu aproveitamento no esquema hidráulico do plano.

O aproveitamento da bacia do Guadiana tinha como finalidade o aproveitamento de 94 000 ha, dos quais 79 000 ha incluídos no sistema do Baixo Alentejo e os 15 000 ha restantes incluídos no sistema do rio Ardila.

Esta área faria parte dos 160 000 ha previstos serem equipados pelo Estado no âmbito do plano de valorização do Alentejo.

O Convénio Luso-Espanhol sobre os rios fronteiriços de 1968 constitui um marco importante no aproveitamento dos mananciais do rio Guadiana, pelo que se garantiu quanto à sua partilha entre os dois países.

Em 1970 é apresentado o projecto da barragem, central hidroeléctrica e estação elevatória de Alqueva. A albufeira de Alqueva, projectada na altura com nível de pleno armazenamento à cota 148, teria uma capacidade total de 3 300 hm<sup>3</sup> e asseguraria a rega em qualquer ano de uma área total de 134 500 ha.

O Guadiana deixaria de ser o rio encaixado e pouco interessante para passar a ser a principal origem de água do Alentejo e a fonte de reforço de outras bacias, em especial da do rio Sado, já dotado de várias barragens (Pego do Altar, Vale do Gaio, Campilhas, Monte da Rocha, Odivelas, Alvito, entre outras).

A 1 de Setembro de 1970 recebeu aprovação do Ministro das Obras Públicas o projecto do aproveitamento de Alqueva, o qual, à época dos estudos, iria beneficiar directamente 110 000 ha. Em 1975 é aprovada em Conselho de Ministros a execução do projecto e em 1976 arranca-se com a instalação do estaleiro e a construção da ensecadeira da barragem. As obras são interrompidas em 1978.

Só em 1993 é decidido em Conselho de Ministros a retoma do Empreendimento, como consequência da disponibilidade de fundos estruturais da CEE.

É nesta altura que o autor, em conjunto com outros técnicos, é chamado a participar na reformulação do projecto de rega de Alqueva.

Anos antes, a Hidrotécnica Portuguesa tinha sido responsável pelos planos gerais dos sistemas de rega deste empreendimento, os quais abrangiam uma área muito superior aos 110 000 ha previstos, quase o dobro. Havia, então, necessidade de reformular todos esses planos com vista a beneficiar apenas cerca de 100 a 110 mil ha.

Tinha sido criada a Comissão Instaladora da Empresa do Alqueva (CIEA), com um horizonte de intervenção limitado ao final de 1994.

Estava-se no início da década de 90, com meios informáticos, de cálculo, de desenho e de tomada de decisão muito diferentes dos actuais.

### **3.2. Reformulação do Sistema Global de Rega**

Como se disse anteriormente, coube à Hidrotécnica Portuguesa a responsabilidade da elaboração do Plano Geral do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, mesmo antes da decisão, em 1993, do relançamento do projecto.

O empreendimento foi estudado ao nível dos seus sistemas primários de captação, transporte, armazenamento e distribuição e dos princípios gerais de rega, à luz do conhecimento e do que então se fazia.

No que respeita aos sistemas primários, existia o projecto da grande barragem de Alqueva e respectiva albufeira, com nível de pleno armazenamento à cota (152), capacidade total de armazenamento de 4,15 km<sup>3</sup> e volume útil de 3,15 km<sup>3</sup>.

Estava já idealizada, embora sem projecto definitivo, a estação elevatória da Amieira, a construir um braço do rio Degebe, a partir da qual seguia o grande caminho de água até ao reservatório dos Álamos (materializado por três barragens de aterro), seguindo depois para a Albufeira do Loureiro.

Esta obra, a construir próximo de Monte do Trigo, seria o centro de distribuição rumo a Sul, ligando as albufeiras de Alvito, Barras, Vale do Gaio, Pisão, Alfundão, Penedrão, Roxo, Monte da Rocha e os aproveitamentos de Campilhas e do Alto Sado. Seria, também, a origem de água para os campos junto a São Manços, a Norte.

No que respeita ao regadio, a Hidrotécnica Portuguesa havia contratado um corpo de engenheiros agrónomos com experiência em pedologia e hidráulica agrícola, que trabalhou na delimitação das manchas com aptidão para o regadio, diferenciando-os por métodos de rega – aspersão e gravidade.

Estas manchas deram origem a grandes unidades (que hoje podemos designar por blocos), as quais eram alimentadas por circuitos específicos, a que se deu a designação de *infra-estruturas*, ao todo 17.

Estava, assim, criada uma rede de canais, condutas, sifões invertidos, pontes-canal, túneis, galerias, estações elevatórias, torres de pressão, centrais hidroeléctricas, etc.

Para cada uma destas obras fora criado um quadro de cálculo para determinar o seu custo de investimento, em função das suas características principais. Nas manchas a regar por gravidade estavam identificados pontos de entrega nos adutores em posição dominante em relação à respectiva mancha; nas áreas a regar em pressão consideraram-se estações elevatórias associadas a torres de pressão, respeitando o clássico francês “*station de pompage et château d'eau*”. Eram demasiadas as estações de bombagem.

O trabalho da equipa técnica, da qual o autor fez parte, tinha como objectivo rever e reformular todo o plano geral, procurando uma área próxima dos 110 000 ha, aproveitando os circuitos hidráulicos já estudados, sem descorar novos circuitos ou alternativas de traçado e de infra-estruturas de armazenamento.

Para além da “restrição” da área a regar, o principal elemento orientador era o estabelecimento de um esquema com o menor custo de exploração possível, isto é, era imperioso minimizar a energia de bombagem nos sistemas primários e secundários.

O empreendimento de Alqueva teve sempre este calcanhar. Os custos unitários de investimento não eram exagerados mas os custos de exploração eram consideráveis e as mais-valias garantidas com a produção agrícola tinham que compensar esta importante parcela. O primeiro investimento seria participado mas não seria o pagamento da energia de bombagem, que recairia sobre os futuros beneficiários.

Os trabalhos foram desenvolvidos sobre cartografia em papel, na escala 1:25 000, com régua, esquadro, compasso, borracha e máquina de calcular. O computador e as folhas de cálculo foram pouco utilizados. Os tempos e métodos de trabalho eram outros e o trabalho decorria em volta de plantas e mapas, sobre os quais se discutiam soluções. Isso permitiu conhecer bem o empreendimento e fortalecer os laços de trabalho em equipa.

Foram várias as alternativas estudadas e sempre acompanhadas por técnicos escolhidos pela CEIA, com os quais se procuraram soluções que permitissem consolidar o grande projecto de Alqueva.

Mereceram especial atenção as obras de armazenamento de média dimensão a intercalar nos sistemas primários e secundários de transporte e distribuição.

Com efeito, dado o grande desenvolvimento dos circuitos hidráulicos, recomenda-se a instalação de reservatórios ao longo dos mesmos para funcionarem como volante de regulação, reserva de funcionamento, centro de distribuição, depósito de caudais excedentes, etc.

À partida, a solução mais barata passaria pela construção de pequenas barragens em linhas de água no interior do empreendimento de Alqueva. Foram estudadas, entre outras, uma barragem na ribeira de Odearce, junto a São Matias, e outra na Herdade das Almocrevas, numa linha de água designada por Chaminé.

Cedo se concluiu não serem estas as obras mais adequadas para o efeito. As suas bacias hidrográficas eram muito reduzidas e as aflúências diminutas. As albufeiras resultantes tinham pouca altura e elevado espraçamento. Em vez de armazenar, as obras serviriam para evaporar e ficaram conhecidas por “*frigideiras*”. Para além disso, quando introduzidas em linha nos circuitos originariam uma perda de energia considerável.

A ideia foi abandonada mas, infelizmente, retomada mais tarde.

Nesta equipa de trabalho o autor colaborou até Dezembro de 1994, altura em que, por vontade própria, muda para a empresa ProSistemas, cujos quadros integra em Fevereiro de 1995.

É nesta altura que, pelo Decreto-Lei n.º 32/95, de 11 de Fevereiro, é criada a EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva S.A., que tem sido até hoje a responsável pelas obras do grande empreendimento de fins múltiplos.

Neste mesmo ano foi designada uma comissão de análise com empresas de consultoria, da qual a ProSistemas fez parte. Esta comissão tinha como principal objectivo o fortalecimento da massa crítica e contribuir com ideias positivas para o desenvolvimento do Estudo Prévio do empreendimento.

O autor passou, então, a analisar o trabalho da sua antiga equipa, com a elevação que garante hoje a amizade que existe e o respeito e consideração profissionais.

O Estudo Prévio do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva consumiu muitas horas e papel, garantiu muita discussão. Entendeu a EDIA, antes de avançar para os primeiros projectos e obras, dever esclarecer alguns aspectos ainda pouco claros.

Coube ao autor a responsabilidade de desenvolver “**Estudo Comparativo das Alternativas para Adução às Manchas de Ferreira do Alentejo e às Manchas Situadas nas Cabeceiras do Roxo**”, dominando uma área de 41 842 ha, pertencentes às infra-estruturas então designadas por 13, 14, 15 e 17.

A área estudada estava integrada no **Sistema Hidráulico de Alqueva-Baixo Alentejo**, delimitada pelos eixos Alfundão – Trigaches (a Norte), Beja – Trindade – Mina da Juliana – Albufeira do Roxo (a Nascente e a Sul) e Barragem do Roxo – Gasparões – Ferreira do Alentejo (a Poente).

Este conjunto de infra-estruturas tinha como elementos de regularização e armazenamento as barragens de Alfundão, Pisão e Penedrão, terminando, depois, em Ervidel, onde reforçaria as disponibilidades hídricas da albufeira do Roxo.

A questão da energia de bombagem continuava a ser o centro das preocupações. Com efeito, uma vez vencido o desnível geométrico de cerca de 80 metros do circuito Alqueva-Álamos, toda a distribuição primária se fazia por gravidade, à excepção da alimentação das manchas das cabeceiras do Roxo, a sul da linha de fecho Beja-Ervidel, que delimita a bacia hidrográfica da albufeira da barragem do Roxo. Para chegar a estas manchas ainda era necessário vencer 60 a 70 metros no anfiteatro do lago.

Este estudo encerrou um ciclo em termos de técnicas e ferramentas de trabalho, a que se seguiu a utilização de sistemas de informação geográfica, e foi possível, entre outros:

- Obter traçados de infra-estruturas com custos de investimento mais reduzidos e menores encargos de conservação e manutenção;
- Obter soluções energeticamente mais económicas;
- Tirar melhor partido da capacidade de armazenamento e de regularização das albufeiras do Pisão, Alfundão e Penedrão
- Garantir produção de energia no terminal do circuito de reforço da albufeira do Roxo.

No final de 1996, princípio do ano seguinte, estava o Estudo Prévio do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva dado como concluído. O empreendimento de Alqueva estava dividido em três importantes Subsistemas: **Alqueva, Pedrógão – Margem Direita e Pedrógão – Margem Esquerda** (ou **Ardila**).

O **Subsistema de Alqueva** era o que estava melhor definido. Mais tarde estudou-se em pormenor o **Subsistema de Pedrógão – Margem Esquerda**. Só depois se deu a mesma atenção ao **Subsistema de Pedrógão – Margem Direita**.

As infra-estruturas do Subsistema de Alqueva beneficiavam 71 000 ha, para o que seria necessário construir as seguintes obras:

- A barragem de Alqueva, como origem de água para rega e para produção de energia;

- O circuito Alqueva-Álamos, constituído pelo sistema elevatório, dimensionado para um caudal total de 56 m<sup>3</sup>/s, e pelo reservatório dos Álamos, formado por três barragens de aterro, com NPA à cota (231,50) e armazenamento total de 27 hm<sup>3</sup>;
- A ligação entre as barragens dos Álamos e do Loureiro, materializada por um canal a céu aberto, dimensionado para um caudal total de 39,8 m<sup>3</sup>/s;
- A Barragem do Loureiro, a construir junto a Monte do Trigo, que constituiria o centro de distribuição para o Monte Novo (Alto Alentejo, a Norte) e para o restante subsistema (Baixo Alentejo, a Sul). Esta obra criaria uma albufeira com 10,3 hm<sup>3</sup> à cota (222) de NPA;
- O túnel de ligação entre as albufeiras do Loureiro e do Alvito, esta última com uma capacidade total de armazenamento de 132,5 hm<sup>3</sup> e NPA à cota (197,50). O caudal de dimensionamento destas obras era de 32,2 m<sup>3</sup>/s;
- O circuito de reforço das disponibilidades hídricas da albufeira do Vale do Gaio, no Torrão (NPA à cota (40,5) e 63 hm<sup>3</sup> de capacidade total), a partir do Alvito e em cujo circuito estava prevista a construção da barragem das Barras (10,5 hm<sup>3</sup> de capacidade total) e a rega de solos entre Vila Nova da Baronia e o Torrão;
- O circuito hidráulico Alvito-Pisão, constituído por um canal que abasteceria a albufeira de Odivelas (NPA à cota (103) e 96 hm<sup>3</sup> de capacidade total), a albufeira do Alfundão (NPA à cota (130) e 6,4 hm<sup>3</sup> de capacidade total) e a albufeira do Pisão (NPA à cota (160) e 15 hm<sup>3</sup> de capacidade total);
- O circuito hidráulico Pisão-Roxo, formado por uma linha de adução até às albufeiras do Penedrão (a Norte de Ervidel, com NPA à cota (170) e 6,2 hm<sup>3</sup> de volume total) e do Roxo (NPA à cota (136) e 96,312 hm<sup>3</sup> de capacidade total). A rega das cabeceiras do Roxo seria conseguida através de elevação junto ao Penedrão.

Nesta fase do Estudo Prévio, previa-se para o **Subsistema de Alqueva / Alto Alentejo** a construção de cerca de 46 km de canais e de 2 estações elevatórias principais. Para a alimentação dos sistemas secundários, ainda não definidos, estava prevista a instalação de 15 estações elevatórias. Estava prevista a instalação de uma potência eléctrica total da ordem dos 8,5 MW.

Para o **Subsistema de Alqueva / Baixo Alentejo** considerou-se a construção de 288 km de canais, 10 estações elevatórias principais e 98 secundárias. A potência eléctrica total instalada era da ordem dos 210 MW. Estava, também, prevista a construção de 6 centrais hidroeléctricas com potência total de cerca de 13 MW.

Estudos posteriores demonstraram não ser necessário construir tal número de estações elevatórias e reduziu-se, substancialmente, a energia consumida nos sistemas primários e nas redes secundárias de rega.

No segundo semestre de 1997 a EDIA lançou o concurso para a elaboração do Anteprojecto Detalhado da Infra-estrutura 12, a última fase da obra de rega de Odivelas. Foi, também, a última vez que se utilizou em Alqueva o termo infra-estrutura para designar um bloco ou sistema hidráulico.

Antes deste concurso, a EDIA contratou a produção de ortofotomapas e de um sistema de informação geográfica contendo o cadastro geométrico, a altimetria e as infra-estruturas relevantes na área de intervenção do empreendimento. As imagens foram produzidas com base em voo de 1995.



concelho de Beja. A área de rega desenvolvia-se em ambas as margens da albufeira do Pisão (a Norte da EN 121) e a Noroeste de Trigaches.



**Foto 3-1 – Estação Elevatória do Pisão. Vista Aérea<sup>1</sup>**

Tendo em consideração a altimetria, a estrutura da propriedade e a distância à origem de água, o aproveitamento foi dividido em dois blocos – Bloco 1 e Bloco 2.

O Bloco 1, com uma área total de cerca de 1 310 ha, foi dividido em dois sectores: Sector Nascente e Sector Poente.

O Sector Nascente, na margem direita da albufeira, era constituído por duas unidades: as parcelas junto à albufeira, de pequena dimensão; a restante área, de latifúndio. A área total do sector era da ordem dos 945 ha.

O Sector Poente, com uma área total de cerca de 366 ha, ocupava a margem oposta do reservatório e era formado, maioritariamente, por minifúndio.

Ao todo, no Bloco 1 seriam beneficiados 430 prédios rústicos e 278 agricultores.

O Bloco 2 ficou com uma área total de cerca de 521 ha, ocupando solos a jusante da barragem e a Noroeste de Trigaches. À excepção da parte terminal do bloco, predominava o minifúndio. Prevvia-se beneficiar 160 prédios e 125 agricultores.



**Foto 3-2 – Estação Elevatória do Pisão<sup>2</sup>**

Em Julho de 2000 estavam concluídos os projectos de execução quando a EDIA solicitou a inclusão no aproveitamento de três parcelas, com uma área total de cerca de 506 ha, o que motivou a alteração de todo o dimensionamento e projecto de uma parte significativa da rede de distribuição e da estação elevatória que a alimentava. Tratava-se da inclusão de uma importante área que tinha sido adquirida por um grupo empresarial agrícola para a produção de citrinos. O Bloco 2 alargou-se para Oeste, para próximo de Peroguarda.

<sup>1</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>2</sup> Fonte: Arquivo do autor



**Foto 3-3 – Rede de Rega. Hidrantes, Saídas Isoladas e Ventosas<sup>3</sup>**

A área total do empreendimento passou para 2 337 ha e o Bloco 2 ficou com uma superfície total de cerca de 1 027 ha, repartidos por duas zonas distintas: a primeira, a jusante da barragem e a Noroeste de Trigaches; a segunda, a Poente do Bloco 1 e a Norte da estrada de ligação entre Beringel e Peroguarda. Acrescentaram-se, assim, mais três prédios e outros tantos beneficiários.

No empreendimento, o número total de prédios ascendia, assim, a 593 e os futuros beneficiários a 406, a que correspondia uma média de 3,9 ha por prédio. Uma média enganadora porque 44% dos prédios tinha menos de 1 ha.

Para servir este aproveitamento foi projectada uma estação elevatória no pé da barragem do Pisão, com dois patamares de elevação.

O patamar do Bloco 1 foi equipado com 7 unidades de bombagem, para um caudal total de 2,14 m<sup>3</sup>/s e uma altura de elevação de 98 metros. A potência total instalada era de 2 620 kW. A jusante dos grupos projectou-se uma estação de filtração com 10 unidades, com um caudal unitário de 0,21 m<sup>3</sup>/s.

A estação elevatória do Bloco 2 foi projectada para um caudal total de 1,65 m<sup>3</sup>/s e uma altura manométrica de 68 metros, garantidos por 6 unidades de bombagem, com uma potência total de 1 420 kW. Tal como para o Bloco 1, projectaram-se 8 unidades de filtração, também com um caudal unitário de 0,21 m<sup>3</sup>/s. A protecção contra o choque hidráulico ficou assegurada por 4 reservatórios de ar comprimido, dois por bloco, cada um com 60 m<sup>3</sup>.

Esta estação elevatória operava com uma albufeira a montante com níveis de pleno armazenamento (NPA) e mínimo de exploração (NmE) de (160) e (155), respectivamente.

A componente mais ingrata do projecto foi o estabelecimento do modelo de ocupação cultural para o dimensionamento das infra-estruturas de rega.

Estudos anteriores admitiam as seguintes rotações, em função da estrutura da propriedade:

- a) **Grande propriedade** - ¼ Girassol – ¼ Trigo – ¼ Milho – ¼ (1/3 Tomate – 1/3 Pimento – 1/3 Beterraba de Primavera)
- b) **Pequena propriedade** - ½ Milho – ½ Tomate

<sup>3</sup> Fonte: Arquivo do autor

Para o empreendimento do Pisão acordou-se por uma solução representada em partes iguais pelas rotações acima referidas e admitiu-se um período médio de funcionamento das redes colectivas de 18 horas/dia e 6 dias/semana. As redes de rega do aproveitamento foram dimensionadas para o fornecimento de água aos agricultores em pressão e sem restrições de horário. Comparando com os critérios que hoje em dia se utilizam, o fornecimento de água foi projectado em “alta pressão”.



**Foto 3-4 – Rede Viária<sup>4</sup>**

De facto, no Bloco 1 a pressão disponível à saída das bocas de rega estava compreendida entre 0,36 MPa e 0,79 MPa. O valor médio era de 0,58 MPa, com 95% das bocas de rega garantindo pressões acima dos 0,40 MPa.

Já no Bloco 2, as pressões disponíveis extremas eram de 0,45 MPa e 0,67 MPa. Cerca de 70% das bocas de rega disponibilizava pressões maiores ou iguais a 0,50 MPa. O valor médio era de 0,53 MPa.

Eram, de facto, pressões muito elevadas mas muito semelhantes às que os agricultores utilizam nos seus sistemas individuais.

Não menos importantes, e com maior visibilidade<sup>5</sup>, foram os projectos das redes de drenagem e de caminhos rurais e agrícolas.



**Foto 3-5 – Rede de Drenagem<sup>6</sup>**

O projecto da rede de drenagem contemplou a intervenção em 17 linhas de água, numa extensão total de 18,5 km. Compreendeu a limpeza, o reperfilamento e abertura de novas valas de drenagem, para além das obras de arte associadas.

No que respeita à rede viária, foram projectados 13 caminhos, com um desenvolvimento total de 22,8 km. Os caminhos foram divididos em duas categorias:

- Categoria I – caminho rural, com faixa de rodagem com 5 metros, ladeada por bermas direitas de 0,75 m. Foram projectadas 3 destas vias, com um desenvolvimento total de 9,1 km;

<sup>4</sup> Fonte: José Carlos Saião

<sup>5</sup> As redes de rega encontram-se enterradas, apenas com caixas e outras obras de arte sem grande apelo visual, ao passo que os caminhos e as obras de regularização de linhas de água e de melhoria da capacidade de drenagem têm outro impacto. São todas obras importantes e complementares.

<sup>6</sup> Fonte: José Carlos Saião

- Categoria II – Caminho agrícola, com faixa de rodagem com 3,5 metros, ladeada por bermas direitas de 0,75 m. Projectara-se 10 caminhos com uma extensão total de 13,7 km.

Projectaram-se, igualmente, 43 aquedutos e um pontão na ribeira do Pisão com 9 metros de vão livre.

O projecto dos Blocos do Pisão dava-se por concluído no primeiro trimestre de 2001, dois anos e meio após o início do contrato de prestação de serviços. Porquê tanto tempo para um projecto sem grandes dificuldades? Por duas razões fundamentais:

- Porque, na realidade, foram executados dois projectos, fruto das alterações resultantes do aumento de área do Bloco 2;
- Porque o cadastro geométrico fornecido pela EDIA não estava correcto, isto é, a informação vectorial não coincidia com os limites dos prédios e parcelas observados na fotografia aérea. Tudo porque a informação contida nas secções cadastrais havia sido vectorizada e não fora corrigida nem georreferenciada. Duas secções cadastrais contíguas apresentavam sobreposições ou espaços vazios entre si, muitas das vezes superiores a 60 metros. Não era possível, num aproveitamento com prédios de pequena dimensão, implantar correctamente os pontos de entrega de água (as bocas de rega). Foi necessário corrigir o cadastro geométrico, acompanhado de consulta pública, o que consumiu tempo considerável.

Importante, também, foi o incumprimento dos prazos por parte da equipa técnica e os períodos de análise das comissões de acompanhamento dos estudos e projectos.

Mas as alterações e as revisões do projecto não ficariam, por aqui.

Em Junho de 2004, a EDIA solicitou uma proposta para a remodelação dos Projectos de Execução. Àquela data já se admitia o fornecimento de água aos agricultores em baixa pressão (de que se falará mais adiante neste relatório) e tinha sido aprovada uma nova arquitectura e modo de exploração dos circuitos hidráulicos Alvito – Pisão e Pisão – Roxo.

A remodelação dos projectos dos Blocos do Pisão foi consequência, no essencial:

- De se ter diminuído a altura da barragem do Pisão em 5 metros e, naturalmente, da área ocupada pela albufeira. Esta diminuição da cota da barragem tinha resultado de um estudo integrado no projecto do circuito hidráulico Alvito-Pisão, que foi alargado ao circuito Pisão-Roxo. A barragem do Pisão deixava de estar em linha e ficava como reservatório lateral de armazenamento e compensação do sistema hidráulico Alvito – Pisão – Roxo;
- De se terem incluído no bloco de rega áreas da Herdade da Zambujeira e outras em torno da albufeira, embora respeitando a faixa de protecção ambiental;
- Da necessidade de fornecer a água em baixa pressão à zona da grande propriedade;
- Da necessidade de tirar o máximo partido do traçado do troço final do canal Alvito-Pisão;
- Da necessidade de articular correctamente os sistemas de rega do Bloco do Pisão com o Bloco de Faro, na altura em projecto.

O Aproveitamento Hidroagrícola do Pisão passou, então, a ter três blocos de rega, com uma área total de 2 589 ha<sup>7</sup>. Após várias alterações, acrescentos e revisões, o projecto ficava, finalmente, concluído em Julho de 2007, nove anos após os primeiros estudos!

A estação elevatória foi revista mais uma vez e ficou com três patamares de bombagem.

O primeiro patamar, dimensionado para um caudal total de 2,21 m<sup>3</sup>/s e para uma altura de elevação de 85 m, foi desenhado com seis unidades de bombagem principais e dois grupos auxiliares. No início do colector de compressão foi projectada uma estação de filtração com quatro filtros. Este patamar serve hoje o Bloco 1, com uma área total de 1 394 ha, repartida por 514 prédios rústicos. A pressão disponível à saída das bocas de rega varia entre 0,22 MPa e 0,79 MPa; em 75% dos pontos de entrega a pressão disponível é superior a 0,40 MPa.

<sup>7</sup> Esta é a área oficial do empreendimento embora no projecto tenham sido apurados menos 10 hectares. É com base no valor oficial que se desenvolve todo o raciocínio seguinte.

Para a distribuição de água em pressão ao Bloco 2 foi projectado um sistema elevatório com duas unidades de bombagem principais e duas auxiliares. Esta estação elevatória pressuriza a rede de rega com um caudal nominal de 0,48 m<sup>3</sup>/s e com uma altura de elevação de 68 m. Tal como para o Bloco 1, foi projectada uma estação de filtração, desta vez, com 2 unidades filtrantes. A área total do Bloco 2 é de 279 ha e nele estão incluídos 152 prédios rústicos. A pressão disponível oscila entre 0,40 MPa e 0,65 MPa e 65% das bocas fornecem água com pressão superior a 0,50 MPa.

O Bloco 3 é em baixa pressão mas com bombagem. Isto é, no edifício da estação elevatória estão instalados dois grupos que alimentam um reservatório de comando/regularização, a partir do qual se coloca em carga o bloco de rega. Estes grupos de bombagem têm um caudal nominal de 2 x 0,355 m<sup>3</sup>/s e uma altura manométrica de 20 m.

O reservatório tem um volume de regulação de 340 m<sup>3</sup> e está situado a meia encosta, afastado da margem esquerda da ribeira do Pisão. Este reservatório destina-se apenas a garantir a pressão de funcionamento dos equipamentos dos pontos de entrega de água aos agricultores dos cinco prédios do bloco, mas que somam 917 ha de área beneficiada.

Os pontos de entrega de água aos agricultores são diferentes dos convencionais e estão equipados com um filtro de rede, um caudalímetro e uma válvula hidráulica accionada por solenóide.

As alterações não se ficaram pela rede de rega, já que no final de 2006 a EDIA solicitou a revisão do projecto da rede de enxugo e drenagem, considerando um período de retorno de 2 anos para o dimensionamento das valas, salvaguardando o período de retorno de 5 anos para o cálculo das secções de vazão das obras de cruzamento de caminhos e de serventias. Por decisão da comissão de acompanhamento do trabalho, no projecto inicial tinham sido considerados períodos de retorno de 5 e 10 anos, respectivamente.

Os caudais de projecto baixaram consideravelmente, assim como a dimensão das valas e das obras de arte, com ganhos significativos em termos ambientais.

As obras dos Blocos do Pisão decorreram sem problemas de maior, pelo menos a avaliar pelas vezes que a equipa de projecto foi chamada a esclarecer assunto menos claro, falha, lacuna ou erro. As principais intervenções decorreram da necessidade de conjugar alguns traçados e implantações com a grande obra do canal Alvito-Pisão que foi construído mais tarde.

### **3.4. Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo**

Antes da decisão de se retomar o Empreendimento de Alqueva, por iniciativa da Direcção Regional de Agricultura do Alentejo e do Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural foi desenvolvido um Estudo Prévio do Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo.

O estudo foi promovido no final de 1992 e pretendia-se conhecer a viabilidade da implementação de uma obra de rega com origem da albufeira do Monte Novo, para beneficiar uma área a sul da albufeira e até São Manços.

Este trabalho foi elaborado pela ProSistemas e em Maio de 1993 entregou-se um Relatório Intercalar, no qual se fundamentava a conclusão de se poder regar uma área efectiva de 710 ha, podendo alargar-se aos 1000 ha se o girassol predominasse ou se houvesse reforço de água a partir de Alqueva.

Seguiu-se um Programa Base, entregue em Abril de 1995. Em Abril de 1997 estavam prontos e entregues os projectos de uma torre de captação na albufeira do Monte Novo, conduta elevatória e reservatório de regulação, estação elevatória e rede de rega. Estas obras iriam beneficiar uma área total de 943 ha<sup>8</sup>.

O projecto não foi implementado mas o conceito da obra primária – torre, conduta elevatória, reservatório e estação elevatória – foi aproveitado para o projecto do Regadio da Freguesia da Luz.

---

<sup>8</sup> O autor integrou a equipa técnica responsável pelos projectos dos sistemas elevatórios.

No início de 1999 a EDIA lançou o concurso para a elaboração do **Projecto de Execução do Troço de Ligação Loureiro – Monte Novo e respectivo Bloco de Rega**. Tratava-se do importante sistema de rega do Alto Alentejo, hoje conhecido pelo título do presente capítulo e ligado definitivamente ao empreendimento de Alqueva.

Apresentaram-se a concurso dois agrupamentos de empresas e a adjudicação do trabalho coube ao consórcio Hidroprojecto-Coba-ProSistemas. A decisão de adjudicação foi demorada; os trabalhos só se iniciaram em Outubro do mesmo ano.



**Foto 3-6 – Barragem / Reservatório R4<sup>9</sup>**

O projecto do Monte Novo constitui um marco importante no empreendimento de Alqueva, pelo que mudou na filosofia dos circuitos hidráulicos primários e nos sistemas de transporte e de distribuição de água aos agricultores.

Com efeito, no Estudo Prévio de 1996 previa-se a construção de um canal com cerca de 46 km de desenvolvimento, com início na barragem do Loureiro e circundando pelo lado poente toda a área de rega, ainda por definir. Ainda se considerava regar por gravidade e estavam previstas 17 estações elevatórias, duas delas para vencer patamares altimétricos no sistema primário.

A primeira grande alteração foi apresentada na proposta do consórcio e consistiu na construção de um sifão para vencer o vale da ribeira da Azambuja, a sudeste de São Manços, encurtando significativamente todo o sistema primário, com reflexos positivos no primeiro investimento e nos encargos de manutenção e conservação. Entre outros, este foi um dos factores que decidiu a adjudicação do trabalho ao consórcio. Outra alteração significativa prendia-se com a criação de blocos de rega, cada um servido por um reservatório de armazenamento/regularização e uma estação elevatória, à semelhança do que foi seguido para a infraestrutura 12 e para a reabilitação de aproveitamentos mais antigos, como se dará conta mais adiante. Cada reservatório seria alimentado pelo canal Loureiro-Monte Novo.



**Foto 3-7 – Estações Elevatórias EE4 (rega) e de Adução ao Monte Novo (2º plano)<sup>10</sup>**

Antes de passar para a fase de projecto de execução decorreu um estudo prévio que contribuiu para a definição dos fundamentos de projecto e das linhas orientadoras para os circuitos hidráulicos primários e secundários. Estabeleceram-se, também, as redes de drenagem e viária a projectar.

<sup>9</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>10</sup> Fonte: Arquivo do autor

As redes de rega e os restantes circuitos hidráulicos foram dimensionados tomando como referência as necessidades de água da ponderação de seis sistemas culturais<sup>11</sup>: Rotação “A” (20%), Rotação “B” (40%), Rotação “C” (20%), Olival (7,5%), Hortícolas (5%) e Culturas permanentes (7,5%). Considerou-se um período médio de funcionamento das redes colectivas de 6 dias/semana e de 16 horas/dia e de 20 horas/dia, respectivamente, para pequena propriedade e na média a grande propriedade.

O Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo ficou com uma área total de cerca de 7 690 ha, servidos pelas seguintes infra-estruturas:

- Um canal com cerca de 23 km de desenvolvimento, constituído por troços a céu aberto, sifões e galerias, ligando barragem do Loureiro a um reservatório terminal, construído entre as estradas EN 256 e EM 534, nas cabeceiras de uma pequena linha de água;
- Um sistema elevatório neste último reservatório para reforço da albufeira do Monte Novo;
- Quatro blocos de rega, cada um com o seu reservatório e estação elevatória. Os blocos 1 e 3 foram divididos em dois sub-blocos;
- Redes de rega e de drenagem.

A ProSistemas ficou responsável pelos projectos do Bloco 4, do reservatório R4, da estação elevatória EE4, do sistema elevatório de reforço da albufeira do Monte Novo e da rede de drenagem.

Na área do aproveitamento do Monte Novo predomina a média e a grande propriedade. É excepção a zona envolvente de São Manços, ocupada pelas conhecidas courelas, de pequena área.

O projecto foi desenvolvido nos moldes habituais, com consulta aos agricultores, os quais indicavam o número de pontos de entrega (hidrantes e bocas de rega) e respectiva localização. Ainda se aceitava, em parcelas rectangulares, a implantação de uma boca de rega no centro de uma rampa polar e quatro em cada canto desta.

Ao todo, o aproveitamento foi dividido em 840 unidades de rega, cada uma servida com uma boca de rega com pressão suficiente para qualquer prática de regadio. As redes colectivas de rega tinham um desenvolvimento total de 170 km.

A rede de drenagem contemplou a regularização e reperfilamento de 31 km de valas de drenagem existentes e a limpeza da secção das linhas de água principais (em cerca de 14 km). Foram projectadas várias obras de arte – passagens hidráulicas, pontões, etc. A extensão total de caminhos rurais e agrícolas ascendeu aos 51 km, a que se somaram as diversas obras de arte.

No princípio de 2003, e com um considerável atraso, que deu origem à primeira multa que alguma equipa do autor recebeu, os projectos foram todos entregues.

Em Outubro do mesmo ano, o consórcio foi chamado ao Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa), pelo seu vice-presidente, para discutir o projecto do Monte Novo. Estavam presentes diversos responsáveis do IDRHa, administradores e directores da EDIA e os representantes do consórcio.

Foi referido que a administração da EDIA tinha pedido parecer ao IDRHa sobre os projectos entregues e a sua adequação à programação financeira do Governo para o Empreendimento de Alqueva. Concluíram que os projectos haviam sido realizados de acordo com as normas de qualidade exigidas mas a sua concepção, aplicada a este e aos restantes empreendimentos, não permitiria concluir as obras de Alqueva até ao horizonte de 2015, menos 10 anos do que em 1996 se estimava como data final.

Concluíram, também, que as redes de rega eram demasiadamente densas e que não iam ao encontro dos sistemas de rega já instalados pelos agricultores. Concretizando, muitos agricultores já possuíam barragens e charcas, a partir das quais faziam a alimentação em pressão dos seus sistemas e o projecto previa a instalação de uma boca de rega em pressão, muitas vezes afastada da origem do agricultor. Estava em causa o custo de investimento e o prazo para a conclusão dos projectos. Havia uma questão política para resolver a que os engenheiros tinham que dar solução. Pretendia-se reduzir as extensões dos sistemas de

---

<sup>11</sup> De acordo com a publicação “Estimativa das Necessidades de Água do Sistema de Alqueva”, da EDIA e publicado em 1997.

distribuição, entregando a água em apenas um ponto da parcela do agricultor e onde este tivesse a sua albufeira ou charca. Se a água era entregue numa charca, não seriam necessárias estações elevatórias com a potência das habituais. Reduzia-se o prazo de construção, o investimento e os encargos de exploração.



**Foto 3-8 – Estação Elevatória EE 4.1 e Reservatório R4.1<sup>12</sup>**

Tinha sido criado o conceito de fornecimento de água em “baixa pressão”.

É da mesma altura a efectiva divisão dos circuitos hidráulicos em redes primária e secundária, com entidades gestoras distintas. A EDIA, embora responsável pela construção de todas as obras, ficaria com a parte primária, isto é, com o sistema de distribuição “em alta”. Ao Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas caberia a responsabilidade pelas obras secundárias, também designadas “em baixa”. Esta separação resulta da aplicação do Decreto-Lei nº 335/2001, de 24 de Dezembro.

Seguiu-se um período de dois anos de discussão, projectos, alterações e revisões, com o objectivo de tentar chegar à melhor solução para garantir as condições de serviço de fornecimento de água pretendidas.

A primeira alteração significativa prendeu-se com as classes de bocas de rega e o dimensionamento das redes de rega, que passaram a ser efectuados tomando como referência os seguintes valores específicos, o que reduziu consideravelmente os caudais nas parcelas de menor dimensão:

- 1,6 L/(s.ha) – para as parcelas de rega com área até 20 ha, inclusive;
- 1,3 L/(s.ha) – para as parcelas de rega com dimensão superior a 20 ha.

Assunto que gerou discussão foi a pressão a fornecer nas bocas de rega.

Infelizmente, alguns técnicos não estavam informados que os equipamentos de distribuição de água aos agricultores (hidrantes e bocas de rega) necessitavam e necessitam de uma pressão mínima de funcionamento, raramente inferior a 0,1 MPa.

Por outro lado, para que esses equipamentos funcionem correctamente é necessário que a água seja filtrada, pelo menos a 1500 micra, de modo a não danificar o sistema de pilotagem de regulação e controlo. Estes filtros também têm uma pressão residual de funcionamento<sup>13</sup>.

Concluía-se, portanto, que a “baixa pressão” exigia pressão!

E que no caso do Monte Novo seria necessário recorrer a estações elevatórias ou, então, fornecer, em alguns casos, a água aos agricultores em locais remotos. Desta discussão resultou a pertinente observação: se é necessário bombagem, então que se bombe em alta pressão. Este conceito vingou no Monte Novo e noutros projectos; a “baixa pressão” passou a ser feita a partir de reservatórios e sem bombagem.

O passo seguinte foi a escolha dos equipamentos de fornecimento de água ao agricultor, isto é, do tipo de hidrante e de boca de rega utilizar para abastecer grandes áreas. Habitualmente utilizam-se válvulas até 8” para caudais até 300 m<sup>3</sup>/h e passou-se a projectar várias válvulas até perfazer o caudal destinado a cada prédio. Esta preocupação já tinha sido experimentada nos Blocos

<sup>12</sup> Fonte: José Carlos Saião

<sup>13</sup> Naquela altura, à excepção dos tamisadores em superfície livre, a maioria dos filtros com limpeza automática necessitava de uma pressão mínima de 0,2 MPa para funcionar correctamente. Hoje já existem máquinas com menores exigências de pressão.

do Pisão, para os quais o autor projectou um colector simples com múltiplas derivações para instalação das válvulas. No Monte Novo adoptaram-se câmaras múltiplas, de dimensão considerável, que noutros projectos foram abandonadas para se seguir o modelo do Pisão.

Antes da elaboração dos projectos, o consórcio apresentou no final de 2003 o “Estudo de Viabilidade Técnica da Distribuição em Baixa Pressão aos Blocos de Rega”. Como o próprio nome indica, apresentou-se a viabilidade da solução de distribuição em baixa pressão, o modo como se poderia fazer e como deveria ser a nova arquitectura dos blocos de rega. O resultado final apontava, como seria de esperar, para novos projectos. Os reservatórios, as estações elevatórias, os sistemas de filtração e as redes de rega foram todos alterados.

O sistema de rega do então Bloco 4 sofreu mudanças consideráveis, com alterações constantes até Maio de 2005.

O primeiro projecto do Bloco 4 contemplava a rega de uma área equipada de 2 067 ha, pertencentes a 48 prédios rústicos, os quais foram divididos em 164 parcelas de rega. O fornecimento de água era em alta pressão através de uma estação elevatória situada a jusante do denominado reservatório R4, obra onde terminava o canal vindo do Loureiro. No edifício desta estação elevatória estavam instalados os grupos para reforço das disponibilidades de água da albufeira do Monte Novo.

No final, o bloco foi reformulado e passou a integrar três grandes unidades, com um total de 2 502 ha equipados e com as seguintes características:

- Bloco 4A – com uma área equipada de 1 220 ha, situado a Noroeste do Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo, delimitado a Sul pelo Blocos 4.2 e a Este pelo Bloco 4.1 e atravessado longitudinalmente pela estrada nacional EN 18. Para alimentar este bloco foi projectado um reservatório modelado no terreno, com uma capacidade de armazenamento útil de 60 dam<sup>3</sup>, junto ao qual está a estação elevatória EE4.1 que o pressuriza com um caudal 1,65 m<sup>3</sup>/s e 85 m de altura manométrica. Em termos fundiários, o sub-bloco é constituído, maioritariamente, por prédios de média a grande dimensão, com um pequeno número de prédios de pequena dimensão junto ao nó do IP2;
- Bloco 4.1 – com uma área equipada de 520 ha, servido por uma estação elevatória construída no pé do reservatório R4, no local revisto para a estação elevatória do primeiro projecto. Esta obra pressuriza uma rede de 6 km de condutas com um caudal de 0,633 m<sup>3</sup>/s e uma altura manométrica de 75 metros. Este reservatório tem uma capacidade útil de armazenamento de 108 dam<sup>3</sup>;



**Foto 3-9 – Hidrante de junto a uma Charca Particular<sup>14</sup>**

- O Bloco 4.2 – tem uma área equipada de 762 ha e está dividida em duas partes: uma, com 653 ha de área equipada, a Oeste do IP2, alimentada com carga natural pelo reservatório R4.1; outra, alimentada directamente a partir do canal e com 128 ha.

<sup>14</sup> Fonte: Arquivo do autor

À equipa do autor coube a responsabilidade da elaboração dos projectos da estação elevatória EE4.1 e da rede de rega do Bloco 4A associada.

No quadro seguinte apresentam-se algumas características principais dos blocos do Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo.

**Quadro 3-1 – Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo. Características dos Blocos de Rega**

Bloco	Sub-bloco	Área equipada (ha)	Hidrantes	Bocas de rega	Beneficiários	Modo de fornecimento
1	1.1	2 260	24	48	15	Gravítico
	1.2	618	9	14	8	Pressão
2	2	970	176	396	200	Pressão
3	3	1 257	16	27	12	Gravítico
4	4.1	520	16	25	14	Pressão
	4.2	762	6	14	5	Gravítico
	4.A	1 220	21	35	21	Pressão
Totais		7 608	268	559	275	

A equipa técnica do autor foi também responsável pelo projecto do reservatório/barragem R4, da estação elevatória EE4 e da conduta de ligação à albufeira do Monte Novo.

O reservatório R4 é uma pequena barragem de aterro com 8 metros de altura acima da fundação e com 360 metros de desenvolvimento de coroamento. Está construído no final do sistema primário e tem um volume total de armazenamento de 145 dam<sup>3</sup>.

A separação entre o sistema primário e o secundário obrigou ao projecto e construção de duas estações elevatórias independentes: uma, para servir o Bloco 4.1; outra, para reforçar as disponibilidades hídricas da albufeira do Monte Novo.



**Foto 3-10 – Hidrante de rega<sup>15</sup>**

Por acordo entre as empresas do consórcio, a equipa do autor desenvolveu o projecto da conduta de ligação à albufeira do Monte Novo. Esta obra tem um desenvolvimento total de 3,3 km e termina na margem direita da albufeira numa estrutura em torre, recortada superiormente em forma de ameias, dando um marcado impacte visual quando em funcionamento.

<sup>15</sup> Fonte: Arquivo do autor

Esta parte terminal do sistema Loureiro – Monte Novo ofereceu algumas dificuldades, principalmente no troço gravítico da conduta de alimentação da albufeira, para o qual foi necessário refazer algumas obras de construção civil e introduzir equipamentos auxiliares para o seu correcto funcionamento.

Embora seja magnífica a descarga em ameias, pode questionar-se se não seria mais eficiente a alimentação directa da estação de tratamento de água que serve a cidade de Évora.

Quanto ao resto das obras, um e outro vestígio arqueológico obrigaram a pequenas correcções.



Foto 3-11 – Obra de Entrada na Albufeira do Monte Novo<sup>16</sup>

### 3.5. Regadio da Freguesia da Luz

No último trimestre de 2000 foi lançado pela EDIA o concurso para a elaboração do Projecto de Execução da Estação Elevatória e da Rede de Rega da Freguesia da Luz.

Estava em causa o projecto de beneficiação pelo regadio de uma área da ordem dos 676 ha de terras em torno da nova Aldeia da Luz. Estava-se, também, próximo do fecho das comportas da barragem de Alqueva e do enchimento do grande lago. Avizinhava-se um dos projectos mais aliciantes do autor, pela responsabilidade, visibilidade e peculiar de muitas situações.

Com a construção da barragem de Alqueva, e o natural enchimento da sua albufeira, iria ficar submersa a Luz, pequena aldeia a Sul de Mourão. Idêntica sorte não teve a Estrela, hoje uma península no mar de Alqueva.

Estava já em avançado ritmo a construção da nova aldeia que, a jeito de compensação, iria ter à sua volta um espaço agrícola para os seus habitantes. O terreno rural iria ser parcelado e dividido pelos novos agricultores, a quem caberia a sorte de desenvolver uma das seguintes actividades – olival, vinha e ferragial. As manchas de cada uma já estavam delimitadas, cabendo, respectivamente e pela mesma ordem, 291, 128 e 257 ha de terra. Porém, não havia ainda parcelas definidas. A água para rega seria captada na albufeira de Alqueva, não se sabia onde nem como; sabia-se, apenas, que não seria a nordeste, por ser a faixa seca que se liga a Mourão e à fronteira com Espanha.

Afinal, com a planificação da agricultura e das actividades económicas era mais fácil fazer um projecto de regadio. Foi a primeira situação estranha com que o autor se confrontou.

O momento era de urgência, pois estava previsto para Fevereiro de 2002 a inauguração da barragem de Alqueva, o que veio a suceder, numa manhã de nevoeiro.

Dada a escassez de tempo até à inauguração da barragem, entendeu a EDIA dever privilegiar o projecto e a construção da captação na albufeira. Punham-se, aqui, várias questões:

- Onde e como fazer a captação na albufeira<sup>17</sup>;

---

<sup>16</sup> Fonte: Arquivo do autor

- Que tipo de sistema elevatório projectar;
- Com que caudais e com que alturas de elevação;
- Para servir que redes de rega.

Quanto à captação, a EDIA concordou com a construção de uma torre, no interior da qual ficariam instalados quatro grupos submersíveis, que bombeariam os caudais de rega para um reservatório a construir na margem do lago. Este reservatório alimentaria uma segunda estação elevatória que pressurizaria as redes de rega.



**Foto 3-12 – Torre de Tomada de Água na Albufeira de Alqueva<sup>18</sup>**

Iniciaram-se os estudos de base e os necessários trabalhos de campo para seleccionar o local da captação, tarefa que foi uma aventura muito aliciante.

Embora a equipa já tivesse a ideia de instalar a captação do lado noroeste do aproveitamento, havia que escolher o local. As curvas de nível com os contornos da albufeira foram marcados sobre ortofotomapa a preto e branco e seleccionaram-se em gabinete três locais potenciais. O que aconteceu foi que não se levou GPS nem as curvas de nível estavam desenhadas no terreno, sonho de qualquer engenheiro perdido num campo de estevas, com o rio Guadiana lá muito ao fundo, ponteadado de branco por um rebanho, caminhando distante, a avaliar pelo som das esquilas.

Valeu estarem dois agrónomos na equipa e hoje está no lago, junto à margem, a torre que serve o regadio da Luz.

E o caudal? Claro que ninguém sabia, pois o projecto estava a ser feito ao contrário; ainda não havia área de rega e já se estava a fazer a obra principal, a de montante. Estavam reunidas várias condições para alguma coisa correr mal.

Mesmo não havendo projecto da futura rede de rega e não se sabendo os caudais de projecto, desenvolveu-se um raciocínio para chegar a um valor aproximado e com folga, tendo em conta área de cada sistema cultural e respectivas necessidades de rega. Chegou-se a um valor que permitiu dimensionar e projectar a torre de tomada de água. Projectou-se, então, uma torre com 25 metros de altura onde estão instaladas quatro unidades de bombagem dimensionadas para um caudal total de 500 L/s e uma altura manométrica de 29 m. Os colectores das bombas juntam-se no topo da torre numa conduta que segue no interior do passadiço até à margem da albufeira.

O projecto foi concluído em Agosto de 2001 e a fase final da obra terminada com água na albufeira, barrada por uma ensecadeira que foi necessário projectar e construir para o efeito. Faltava fazer o projecto da rede de rega.

Para o fazer, a equipa técnica necessitava saber o que iria regar e como, isto é, onde ficariam as várias parcelas para, assim:

- Calcular das necessidades hídricas da ocupação cultural e dos prédios, em função das suas áreas;
- Estabelecer as classes de bocas de rega;

<sup>17</sup> O autor já tinha uma ideia formada e que consistia em aproveitar e melhorar o conceito seguido no primeiro projecto do Aproveitamento Hidroagrícola do Monte Novo.

<sup>18</sup> Fonte: Arquivo do autor

- Proceder ao plano de implantação de hidrantes e de bocas de rega;
- Desenhar a rede com uma solução técnica e economicamente sustentável.

Este mosaico de prédios ou parcelas, da responsabilidade de uma outra equipa contratada pela EDIA, ainda não existia. Verificava-se um atraso significativo, com os novos habitantes da Aldeia da Luz já aí instalados e a reclamar por não lhes terem sido entregues os lotes.



**Foto 3-13 – Estação Elevatória Secundária da Luz<sup>19</sup>**

A arquitectura dos lotes só ficou concluída e entregue à equipa a meio de Setembro de 2002, altura em que foi possível iniciar, definitivamente, o projecto da estação elevatória secundária e da rede de rega, numa sequência lógica de jusante para montante. Foi estabelecida como meta para a conclusão dos projectos o final de Novembro de 2002, o que foi cumprido. O aproveitamento, depois do projecto de loteamento, ficou com uma área de 591 ha e 309 prédios, contemplado os seguintes três núcleos de produção agrícola:

- Olival, ocupando 277 ha, a Sul e a Nascente do bloco de rega, nas encostas da ribeira de Alcarrache;
- Vinha, a Leste do Monte da Juliôa, com 83 ha beneficiados;
- Mancha de ferragial, estimada em cerca de 231 ha, na zona Norte do perímetro, na zona próxima da Luz e a Poente, junto à albufeira de Alqueva;

Sobre o modo de fornecimento de água aos agricultores já havia sido decidido considerar hidrantes e bocas de rega primários, aos quais se ligariam redes de aproximação à parcela, com o objectivo de reduzir o número destes equipamentos de controlo e os consequentes encargos de manutenção e conservação.

Nos hidrantes e bocas de rega seria feito o controlo dos caudais distribuídos (contagem e limitação) e a regulação de pressão. Em cada parcela existiria uma tomada simples, com uma válvula de seccionamento e um limitador de caudal. As caixas e as tubagens seriam projectadas para poder instalar um contador individual se o agricultor ou a entidade gestora assim o entendessem.

As necessidades de rega e as classes de boca de rega estavam definidas; a equipa só não estava ainda preparada para o que viria a seguir.



**Foto 3-14 – Rede Doméstica e Boca-de-Incêndio<sup>20</sup>**

<sup>19</sup> Fonte: Arquivo do autor

Afinal, a elegante torre de pressão que serve de água potável a nova Luz e o sistema hidráulico associado não têm capacidade de resposta em caso de incêndio, mesmo com tanta água ali ao lado. Pediu-se que a rede de rega contemplasse a instalação de hidrantes de incêndio, para o que se projectaram seis marcos à volta da aldeia. À partida, deduz-se que o sistema só poderá dar resposta durante o período de rega ou quando a estação elevatória estiver em funcionamento. Fora deste período a resposta não será imediata.

Foi, também, estranha a dimensão de alguns lotes situados na rua a sudoeste da actual praça de touros, como a designação que lhes foi atribuída e no que neles seria cultivado. Ficou-se a saber, já muito fora de tempo, que se tratavam de lotes urbanos com armazéns, a que também era necessário fornecer água, por incapacidade da rede pública.

O regadio da Luz veio a revelar-se um projecto de fins múltiplos num empreendimento com o mesmo objectivo e que hoje não está sob jurisdição da EDIA. Para prevenir problemas de saúde pública, recomendou a equipa que fosse colocada junto a cada uma destas torneiras de lotes/armazéns uma placa com a inscrição “Água não potável”.

Para completar o lote de episódios peculiares, o autor foi confrontado com a notícia de que o projecto da rede de rega estava mal feito porque, aquando dos ensaios da rede, a mesma rebentara, com evidentes avarias e prejuízos na conduta principal, de 600 mm de diâmetro.

Depressa correu a notícia. Inspecções feitas pela EDIA vieram a revelar claras deficiências de fabrico da tubagem, a qual foi toda retirada e amontada num visível estaleiro junto a Mourão.

O problema não era do projecto.

O empreendimento foi projectado considerando uma dotação útil relativamente baixa (120 mm) que deu origem a um caudal máximo no início da rede os 360 L/s, folga suficiente em relação à capacidade instalada na torre de tomada de água na albufeira de Alqueva. A rede secundária de rega ficou com um desenvolvimento total de 18,3 km, a que se somaram 11,9 km de redes de aproximação à parcela.



**Foto 3-15 – Hidrantes e Tomadas em Rede de Aproximação<sup>21</sup>**

O sistema elevatório de rega, propriamente dito, é constituído por um reservatório de regulação, com 259 m<sup>3</sup> de volume total, que funciona como regulação da captação em Alqueva e câmara de aspiração da rega.

Neste reservatório são aspirados os caudais de rega e pressurizados pela estação, a qual está equipada com 3 grupos principais (3 x 125 L/s a 81 m) e 2 grupos auxiliares (2 x 62,5 L/s a 81 m). A água é filtrada à entrada na rede de rega.

O regadio da Luz é o exemplo acabado de como é possível transformar o território de forma sustentável, criando condições favoráveis à presença das gentes, sustentando-se da agricultura e de outras actividades ligadas ou não ao cultivo da terra.

<sup>20</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>21</sup> Fonte: Arquivo do autor

O que era outrora uma pequena aldeia remota de casas simples tornou-se numa cortina verde rodeada pelo grande lago de Alqueva. A actividade turística é complementada pela produção agrícola.

### 3.6. Aproveitamento Hidroagrícola de Brinches – Enxoé

Em meados de Julho de 2004 a EDIA lançou o concurso para a elaboração do **Projecto de Execução do Adutor Brinches – Enxoé e respectivo Bloco de Rega**, integrado no Subsistema do Ardila, ou Pedrógão Margem Esquerda.

O empreendimento tem como objectivo a rega de uma área importante entre Brinches, Serpa e Pias e o reforço das disponibilidades hídricas das albufeiras do Enxoé (abastecimento urbano) e de Serpa (do Subsistema do Ardila).

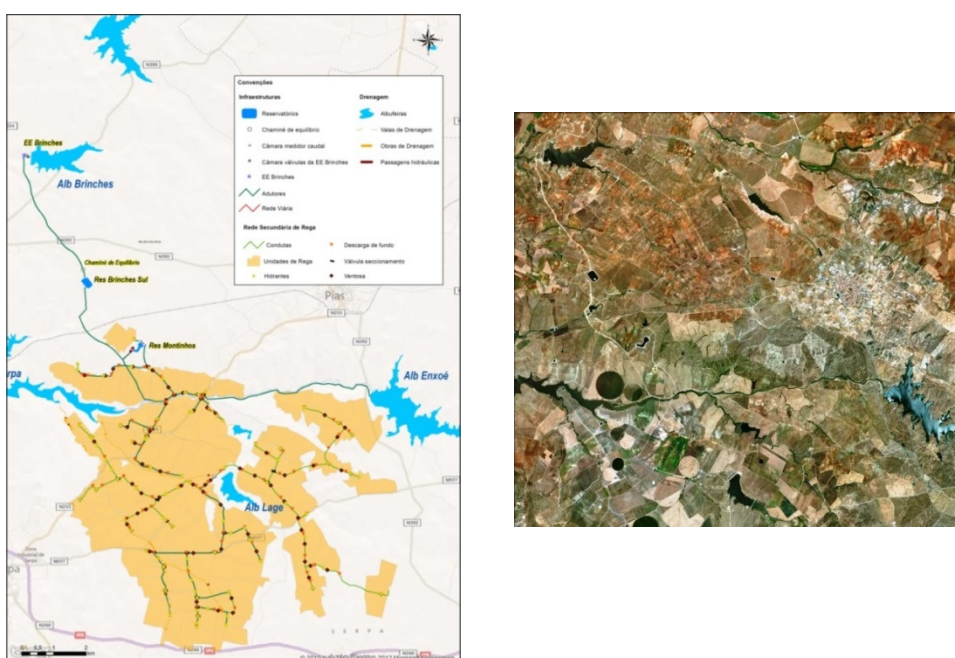
O projecto foi lançado a concurso no seguimento do “Estudo Técnico-Económico de Alternativas de Adução às Manchas de Rega do Subsistema do Ardila”, elaborado por outros consultores, o qual indicava uma área de rega de 4 725 ha, com limites ainda não definitivos. Também os circuitos hidráulicos estavam muito longe de ser os finais.

Brinches – Enxoé foi executado pelo consórcio Coba – ProSistemas e o autor foi o responsável por parte da última empresa.

Antes de se avançar para o projecto de execução foram desenvolvidos estudos preliminares com o objectivo de definir:

- Os limites do aproveitamento e dos possíveis blocos de rega;
- Os caudais e pressões de serviço e de funcionamento;
- A localização, os traçados e as características dimensionais das obras primárias e secundárias;
- As infra-estruturas complementares de drenagem e de caminhos rurais e agrícolas;
- No fundo, a melhor solução técnica e económica, resultado de um estudo económico.

Depois de aprovada a solução a desenvolver em projecto, promoveram-se os levantamentos topográficos e os trabalhos de prospecção geológica e geotécnica e os ensaios de laboratório.



**Figura 3-2 – Aproveitamento Hidroagrícola de Brinches-Enxoé<sup>22</sup>**

O debate mais aceso em Brinches – Enxoé foi a rentabilidade económica da reversibilidade turbina-bomba. Estava em causa saber se era rentável aproveitar uma central hidroeléctrica junto à albufeira da barragem de Serpa para bombear para sistema primário nas horas de vazio. Confirmou-se a viabilidade e fez-se o projecto.

<sup>22</sup> Fonte: ProSistemas e Google Earth

Brinches – Enxoé tem obras variadas e de considerável grandeza, não só pela dimensão como pela complexidade do seu projecto.

No pé da barragem de Brinches está construída a obra principal do sistema – a estação elevatória de Brinches – , a que transfere todos os caudais para Sul e para a albufeira do Enxoé.

A estação foi projectada para ser equipada por fases, em função dos pedidos de rega que forem ocorrendo até à velocidade de cruzeiro do empreendimento. O projecto prevê a instalação de 6 unidades com um caudal unitário de 1,52 m<sup>3</sup>/s e de mais dois auxiliares, com capacidade para bombear 0,40 m<sup>3</sup>/s cada. O caudal máximo de projecto é de 9,1 m<sup>3</sup>/s e a altura manométrica igual a 68,5 m. A potência máxima tomada à rede será de 8 MW. Trata-se, de facto de uma das maiores obras do género em Portugal.

A **conduta elevatória**, com traçado muito irregular em perfil, tem um diâmetro de 2,15 m, um desenvolvimento de 4,38 km e está construída em betão pré-esforçado com alma de aço. Esta conduta alimenta o maior reservatório modelado no terreno construído no território nacional – **o reservatório de Brinches – Sul**.

Este reservatório tem um volume total 322 231 m<sup>3</sup>, 1 094 m de perímetro pelo eixo do coroamento. Para a sua construção foi necessário afectar uma área da ordem dos 12 ha. Aquando da sua construção foram encontrados elementos arqueológicos do calconítico, o que obrigou à construção de uma ilha para a preservação destes achados, dando-lhe visibilidade particular. O seu interior está revestido com uma tela impermeável.



Foto 3-16 – Barragem e Estação Elevatória de Brinches<sup>23</sup>



Foto 3-17 – Reservatório de Brinches –Sul<sup>24</sup>

O reservatório está dotado de uma obra de entrada e uma obra de saída. A primeira faz a transição com a conduta elevatória; a segunda contempla a ligação ao adutor gravítico; as descargas de superfície e de fundo e o sistema de filtração, por tamizador, dos caudais destinados aos Blocos de Cangeiros (993 ha) e Navegadas (1 385 ha), pertencentes ao aproveitamento hidroagrícola de

<sup>23</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>24</sup> Fonte: Arquivo do autor

Brinches. O reservatório de Brinches – Sul está construído num ponto dominante que permite alimentar com carga natural três barragens (Serpa, Laje e Enxoé) e um reservatório (Montinhos).

A partir dele se inicia uma **linha adutora telescópica, com 12 km** que termina na barragem do Enxoé, materializado por condutas de betão pré-esforçado com alma de aço e de ferro fundido dúctil, com diâmetros de 2150 mm, 1600 mm e 600 mm. Termina no Enxoé com uma obra discreta junto ao encontro esquerdo da barragem e com uma ligação à Estação de Tratamento de Água. Enxoé é reforçado com um caudal de 0,15 m<sup>3</sup>/s.

Pelo seu percurso encontra três derivações:

- Para a albufeira de Serpa, que é reforçada com uma conduta de betão pré-esforçado com alma de aço de 1400 mm e com 1 929 m de desenvolvimento. O reforço da albufeira é feito com um caudal de 2,5 m<sup>3</sup>/s. Da albufeira de Serpa depende a rega directa de 4 683 ha;
- Para o reservatório dos Montinhos, que constitui o centro de distribuição e de regularização de um bloco de rega. Para este reservatório segue uma conduta de 1000 mm de ferro fundido dúctil e com 380 m de comprimento. O caudal que chega a Montinhos é de 1,15 m<sup>3</sup>/s.
- Para a barragem da Laje, através de um adutor com 3 757 m de tubagem de betão pré-esforçado com alma de aço e 1 600 mm de diâmetro. A barragem incluiu-se na prestação de serviços do consórcio.



Foto 3-18 – Reservatório dos Montinhos<sup>25</sup>

Junto à albufeira de Serpa está construída uma **central hidroeléctrica**, equipada com um grupo turbina-alternador, do tipo Francis, dimensionado para um caudal nominal de 2,5 m<sup>3</sup>/s sob uma queda bruta de 63 m. A potência nominal do grupo é de 1,5 MW. Está, também, equipada com um grupo electrobomba dimensionado para um caudal mínimo de 1,52 m<sup>3</sup>/s e altura manométrica de 67,5 m. Esta infra-estrutura produz energia eléctrica quando a albufeira de Serpa é reforçada e, nas horas de vazio, alimenta o adutor, por reversibilidade.

A segunda derivação no adutor serve o **reservatório dos Montinhos** que, à semelhança do de Brinches-Sul, está revestido com uma tela impermeável. É a origem de água do Bloco Serpa-Pias 1. O reservatório foi construído por modelação do terreno, num conjunto de várias elevações, o que lhe confere um contorno fora do comum. A sua capacidade total de armazenamento é de 147 390 m<sup>3</sup> e o perímetro total pelo eixo tem um comprimento de 1 156 m. A sua área interna tem 4,9 ha e para a sua construção foi necessário afectar uma superfície da ordem dos 10 ha.

Finalmente, a última derivação serve a **barragem/albufeira da Laje**, obra de aterro zonado, com uma altura máxima do leito de 21,5 m. O coroamento do dique tem um comprimento de 475 m e permite criar um armazenamento total de 4,2 hm<sup>3</sup>, com um espelho de água tem 67 ha.

Restam, então, os blocos de rega. São três – um “em baixa” pressão e dois em “alta pressão”, designados por Serpa-Pias 1, 2, e 3.

---

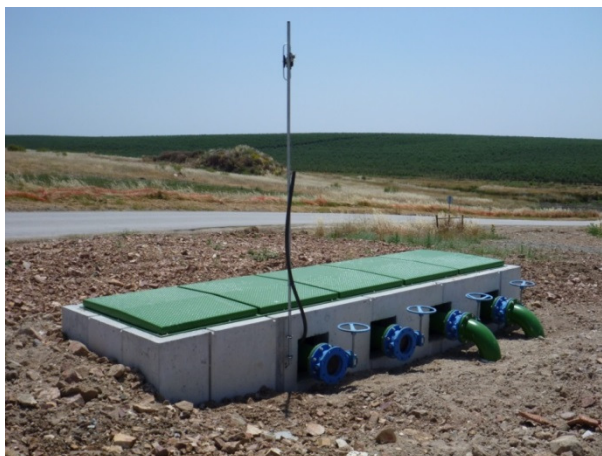
<sup>25</sup> Fonte: Duarte Janeiro

O **Bloco Serpa-Pias 1** possui uma área total de 1 255 ha e situa-se nas encostas da ribeira do Enxoé, ocupando uma mancha de solos com cotas compatíveis com o fornecimento de água em baixa pressão através do reservatório dos Montinhos, sua origem de água. Os 17 prédios e 30 parcelas incluídos no bloco são servidos por uma rede colectiva com 13,3 km de desenvolvimento.

O **Bloco Serpa-Pias 2** tem uma área total de 2 393 ha que ocupam as encostas da margem esquerda da ribeira da Laje, a sul da barragem com o mesmo nome.

As infra-estruturas secundárias de rega do Bloco Serpa-Pias 2 são constituídas, para além do sistema elevatório, por uma rede de condutas com cerca de 26,4 km de desenvolvimento. Estas obras beneficiam 81 prédios e 72 unidades de rega.

O **Bloco Serpa-Pias 3** é também servido por uma estação elevatória, instalada no mesmo edifício da do Bloco 2. Possui uma área total de 1 361 ha, na parte sul do empreendimento. A rede secundária de rega tem 14 km de desenvolvimento e serve 11 prédios, divididos em 35 parcelas de rega. Estes prédios são explorados por 11 beneficiários.



**Foto 3-19 – Caixa Especial de Ponto de Entrega<sup>26</sup>**

Neste aproveitamento considerou-se que as culturas permanentes iriam representar apenas 4% da área total, peso que é manifestamente reduzido face à invasão de olival que mais tarde se verificou. No que refere às necessidades de água e aos caudais, o sistema está com folga suficiente, tendo em conta a actual realidade agro-socio-económica.



**Foto 3-20 – Caixas de Válvulas<sup>27</sup>**

Como parâmetros de dimensionamento, entre outros, admitiu-se uma dotação útil de 1 782 m<sup>3</sup>/ha/mês e um período médio de funcionamento de 6 dias por semana e 20 horas por dia. As classes de boca de rega foram estabelecidas de modo a garantir os seguintes caudais específicos mínimos:

- Para áreas até cerca de 5 ha – 1,8 L/(s/ha);

<sup>26</sup> Fonte: Duarte Janeiro

<sup>27</sup> Fonte: Duarte Janeiro

- Para áreas entre cerca de 5 ha e 20 ha – 1,6 L/(s/ha);
- Para áreas superiores a 20 ha – 1,3 L/(s.ha).

No que se refere a pressões, no Bloco Serpa-Pias 1, alimentado a partir do reservatório dos Montinhos, garantiu-se sempre uma pressão superior a 0,1 MPa no ponto de entrega de água para garantir o correcto funcionamento dos equipamentos. Nos restantes blocos tentou-se garantir uma pressão mínima da ordem dos 0,35 MPa à saída de cada boca de rega, mediante pressurização através da **estação elevatória da Laje**.

Esta estação está dividida em dois patamares de bombagem, com os seguintes elementos fundamentais:

#### a) Serpa-Pias 2

- 5 Unidades de bombagem principais (Q=0,53 m<sup>3</sup>/s cada e H= 90 m)
- 1 Unidade de bombagem auxiliar (Q=0,20 m<sup>3</sup>/s cada e H=95 m)
- 3 Unidades de filtração
- 2 Reservatórios de ar comprimido com 100 m<sup>3</sup> cada

#### b) Serpa-Pias 3

- 3 Unidades de bombagem principais (Q=0,55 m<sup>3</sup>/s cada e H= 104 m)
- 1 Unidade de bombagem auxiliar (Q=0,15 m<sup>3</sup>/s cada e H=101 m)
- 2 Unidades de filtração
- 2 Reservatórios de ar comprimido com 100 m<sup>3</sup> cada

A estação elevatória está construída no pé da barragem da Laje.

Fez também parte da prestação de serviços o projecto de execução para a reabilitação de 27,6 km de caminhos rurais e agrícolas, bem como a melhoria das condições de drenagem do aproveitamento através da intervenção em 16 km de linhas de água, este último trabalho da responsabilidade da equipa técnica da ProSistemas.

O projecto de monitorização, automatização e telegestão das obras primárias e secundárias foi, igualmente, realizado.

Durante as obras deste empreendimento houve necessidade de pormenorizar algumas peças de projecto e de refazer alguns traçados, fruto da reconversão agrícola que rapidamente ocorreu. Mais importante, foi a quantidade de ocorrências arqueológicas em todo o empreendimento, em especial nos reservatórios de Brinches-Sul, dos Montinhos e na barragem e albufeira da Laje.

### 3.7. Aproveitamento Hidroagrícola de São Matias

O projecto de execução do Circuito Hidráulico de São Matias foi lançado pela EDIA em 2005 e foi adjudicado ao consórcio ProSistemas – Coba.

Os trabalhos iniciaram-se em Outubro de 2006 com os estudos de base do aproveitamento, o qual contemplava a beneficiação de uma área da ordem dos 5 120 ha, situados a sul da ribeira de Odearce, formando um arco irregular entre a barragem de São Pedro, a aldeia de São Matias e a cidade de Beja. O empreendimento pertence ao Subsistema de Pedrógão Margem Direita, o qual inclui, ainda, os circuitos hidráulicos de Pedrógão e de São Pedro.

Em Junho de 2007 foi concluído e entregue o estudo prévio do aproveitamento, com as propostas para o desenvolvimento do consequente projecto de execução, o qual contemplava as seguintes obras primárias:

- Uma estação elevatória principal, a construir no pé da barragem de São Pedro, reservatório terminal do circuito hidráulico de Pedrógão. Esta estação elevatória elevaria os caudais de rega do empreendimento para um reservatório modelado numa elevação do terreno, próxima da margem esquerda da albufeira da barragem de São Pedro, que se designou na altura por Reservatório de São Pedro Oeste.

- Um adutor gravítico com cerca de 9,4 km, ligando o reservatório anterior a um outro, próximo de São Matias, a que se deu o nome de Reservatório das Oliveiras. Este reservatório também se projectou por modelação do terreno.



**Foto 3-21 – São Matias. Paisagem<sup>28</sup>**

A principal dificuldade deste circuito gravítico era o seu grande desenvolvimento e o pequeno desnível entre os dois reservatórios, agravados por uma orografia ondulada, pouco favorável, que obrigava a desvios e aprofundamento da cota de fundação do adutor. Este circuito alimentaria cinco blocos de rega, com uma área total de 5 683 ha, dimensão com que ficou o aproveitamento após o estudo prévio:

- O Bloco de São Matias 1, com cerca de 1 694 ha de área total, alimentado graviticamente pelo reservatório de São Pedro Oeste. Tratava-se de um bloco em “baixa pressão”;
- O Bloco de São Matias 2, com alimentação gravítica a partir do adutor primário, contemplando uma área total da ordem dos 1 525 ha;
- O Bloco de São Matias 3, com uma área total de 182 ha alimentados com carga natural a partir do reservatório terminal do sistema;
- Os blocos de São Matias 4 e 5, com uma área total de 2 307 ha, alimentado cada um por um sistema elevatório, a construir no reservatório das Oliveiras.

O trabalho incluiu, também, as obras complementares de caminhos rurais e de drenagem, ficando concluído com um estudo técnico e económico comparativo, com a proposta de solução a desenvolver em fase de projecto de execução. Seguiu-se um prolongado período de espera.

Mais de um ano após a entrega do Estudo Prévio, a EDIA informou o consórcio que cerca de 1488 ha do aproveitamento se sobrepunham a uma Área Importante para Aves (PT026, Cuba, IBA designada pela BirdLife International). A área em causa tinha sido proposta para classificação como ZPE (Zona de Protecção Especial) e havia sido aprovada em Conselho de Ministros como ZPE de Cuba. A classificação de ZPE, de acordo com os compromissos comunitários, e em cumprimento da Directiva Aves, visa estabelecer um número de áreas adequadas à necessária conservação das aves estepárias, espécies que, devido à especificidade do seu habitat e às medidas de gestão que lhe estão associadas, necessitam de particular atenção.

Para dar continuidade ao empreendimento houve necessidade de reformular toda a sua arquitectura, que passou pelo estudo de uma nova área de rega fora da zona de protecção, com alimentação através de um circuito hidráulico com características semelhantes, na funcionalidade, do anteriormente estudado mas que em nada interferisse com a ZPE. Para tal, foi realizado um novo estudo prévio, o qual foi concluído e apresentado em Abril de 2009.

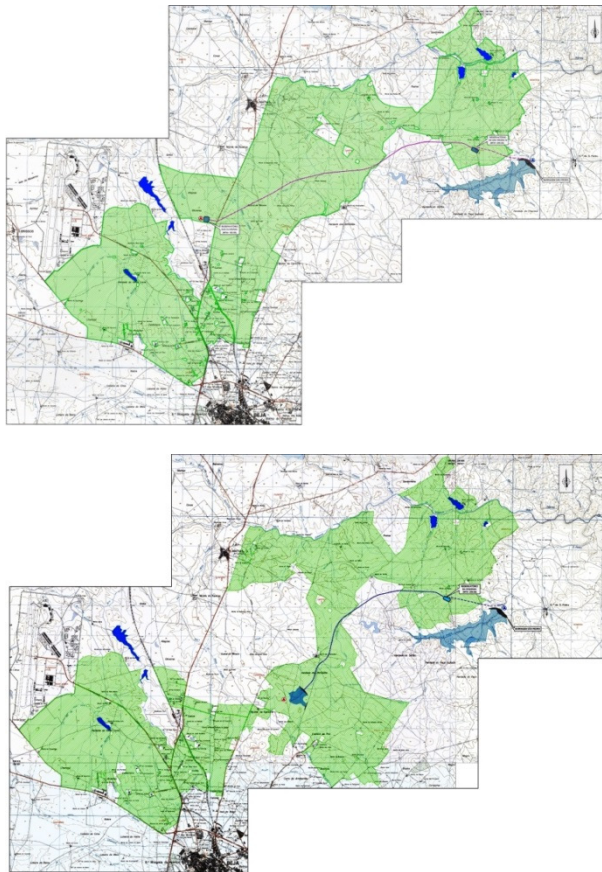
Antes da realização do estudo foram apresentadas ao consórcio algumas ideias bastante úteis sobre a possível configuração do futuro circuito hidráulico, fruto do trabalho dos técnicos da EDIA, com os quais os chefes de projecto do consórcio sempre

<sup>28</sup> Fonte: Arquivo do autor

trabalharam desde os finais dos anos 90. Uma dessas ideias era a construção de uma barragem de aterro no final do adutor para materialização de um reservatório de regulação/armazenamento. Isto, em vez de um reservatório modelado no terreno e com revestimento para impermeabilização.

Ao autor vieram à memória as “frigideiras” tanto estudadas mais de uma década antes.

Foi demonstrado não ser uma pequena barragem a melhor solução para uma obra desta natureza que, possivelmente menos onerosa, trará, necessariamente, maiores problemas durante a sua exploração.



**Figura 3-3 – Evolução do Perímetro de Rega, antes e depois da IBA<sup>29</sup>**

Várias são as explicações, e que se dão conta:

- Dada a orografia da peneplanície alentejana, com muitas linhas de água que mais não são do que caminhos preferenciais de escoamento e com bacias hidrográficas de pequena dimensão, as albufeiras resultantes da construção de barragens ocupam uma superfície exagerada face ao volume armazenado. Em vales pouco pronunciados, 4 ou 5 m de altura de água bastam para inundar uma área considerável;
- A evaporação na região do Alentejo oscila entre os 1500 mm e os 1700 mm e é agravada em espelhos de água de pequena dimensão pelo efeito oásis;
- Albufeiras com pequena altura de água propiciam o crescimento de plantas aquáticas e algas que, depressa, ocupam todo o espelho de água;
- A qualidade da água muito facilmente se degrada e as necessidades de filtração aumentam;
- A área ocupada por uma albufeira nestas condições é significativamente maior que a de um reservatório modelado no terreno. O espaço retirado ao proprietário dos terrenos e à Reserva Agrícola Nacional são consideráveis, com as devidas consequências;

<sup>29</sup> Fonte: ProSistemas

- O volume de água perdido por evaporação, pelas razões atrás mencionadas, é significativo e mais quando se trata de água que é bombeada a montante. Uma parte considerável da água é bombeada para se transformar em vapor de água;

Só em raríssimas situações uma pequena barragem no Alentejo não se transforma num “iceberg”, face à necessidade de garantir a impermeabilização das fundações através de cortinas.

Já antes estas questões haviam sido evidenciadas mas teimou-se em seguir outro caminho. Foi assim que se avançou para o projecto de execução, com um empreendimento fora da ZPE e com uma barragem no final do adutor primário.

O Aproveitamento Hidroagrícola de São Matias ficou, assim, com uma área equipada de 5 867 ha, abrangendo os concelhos de Beja (freguesias de São Matias, Santa Maria da Feira, Santiago Maior, Nossa Senhora das Neves, São Brissos e Baleizão) e da Vidigueira (freguesia de Selmes). A mancha de regadio desenvolve-se ao longo de cerca de 17 km, com contornos irregulares, ocupando manchas de solos desde a povoação de Selmes até ao novo aeroporto de Beja. As principais infra-estruturas do empreendimento são as seguintes:

- A estação elevatória de São Matias, implantada a jusante da barragem de São Pedro, na margem direita da ribeira com o mesmo nome, e está dimensionada para elevar 4,5 m<sup>3</sup>/s com uma altura manométrica de 65 metros. Os caudais elevados serão transportados para o reservatório da Cegonha por uma conduta elevatória com 1,97 km de desenvolvimento e diâmetro nominal de 1 800 mm;
- O reservatório da Cegonha, com capacidade útil de 60 da m<sup>3</sup>, construído por modelação no terreno e com revestimento para impermeabilização. Por indicação da EDIA, o reservatório de São Pedro Oeste passou a designar-se por Cegonha, dada a proximidade de um monte com o mesmo nome;
- O circuito hidráulico gravítico de ligação entre o reservatório da Cegonha e a barragem dos Almeidas, constituído por um adutor telescópico de 6,4 km de desenvolvimento e três diâmetros (1 800 mm, 1 600 mm e 1 400 mm), dimensionado para um caudal máximo de 3,08 m<sup>3</sup>/s.
- A barragem dos Almeidas, no final do adutor gravítico, a qual criará uma albufeira com um espelho de água de 27 ha para armazenar um volume total de cerca de 0,538 da m<sup>3</sup>. O corpo da barragem tem uma altura máxima de 8,4 metros acima do terreno natural. O coroamento, com 6 metros de largura, tem um comprimento de 474 metros, a que se somam mais 520 m de três portelas.

A área de rega foi dividida em quatro blocos: dois alimentados pelo sistema primário, com carga natural; outros dois por pressurização através da estação elevatória dos Almeidas, a construir na albufeira da barragem com o mesmo nome. As características principais dos quatro blocos de rega são as seguintes:

- Bloco 1 – com 2 163 ha de área equipada, será beneficiado em baixa pressão a partir do reservatório da Cegonha, junto ao qual será instalada uma estação de filtração de baixa pressão, dimensionada para 2,543 m<sup>3</sup>/s, caudal máximo na origem da rede colectiva de rega. Esta rede tem cerca de 18,4 km de desenvolvimento e irá beneficiar 172 prédios, agrupados em 37 unidades de rega.
- Bloco 2 – unidade com 1 492 ha de área equipada, alimentada em baixa pressão através do adutor primário do sistema. Para o efeito, serão efectuadas duas derivações no adutor: (i) a primeira, para um ponto de entrega isolado e para um caudal de 0,2 m<sup>3</sup>/s; e (ii) a segunda, para uma rede colectiva, equipada à cabeça com uma estação de filtração de baixa pressão, dimensionada para um caudal máximo de 1,554 m<sup>3</sup>/s. As redes colectivas de rega têm cerca de 9,3 km de desenvolvimento e servirão 31 prédios, agrupados em 16 unidades de rega.
- Bloco 3 – tem 1 104 ha equipados e será alimentado em média/baixa pressão mediante pressurização da estação elevatória dos Almeidas, a qual bombeia 1,312 m<sup>3</sup>/s com 48 m de altura. A pressurização tem apenas como objectivo garantir a pressão mínima de funcionamento dos pontos de entrega. A rede de distribuição tem um desenvolvimento de 14,37 km e irá beneficiar 52 prédios que foram agrupados em 24 unidades de rega.

- Bloco 4 – tal como o anterior, tem 1 104 ha equipados e será alimentado em alta pressão pelo segundo patamar de bombagem da estação elevatória secundária de rega dos Almeidas. Este patamar está dimensionado para um caudal máximo de 1,470 m<sup>3</sup>/s e para uma altura de elevação de 84 m. A rede de distribuição tem um desenvolvimento de 17,3 km e irá beneficiar 191 prédios que foram agrupados em 72 unidades de rega.

A estação elevatória secundária dos Almeidas será construída na margem esquerda da albufeira dos Almeidas, a cerca de 550 m a montante do coroamento da barragem. Esta obra será equipada com grupos de eixo vertical com motor a seco, aspirando os caudais de rega em superfície livre. Para a protecção contra o choque hidráulico serão instalados 4 reservatórios hidropneumáticos em cada patamar. A água de rega será filtrada através de filtros de funcionamento em pressão.

No aproveitamento de São Matias considerou-se a reabilitação de 2 caminhos principais com um desenvolvimento total de 4 km, nos quais se incluem várias obras de arte.

No que respeita à rede de enxugo e de drenagem, projectou-se a intervenção biofísica e paisagística em 26,3 km de linhas de água. O projecto de reperfilamento de linhas de água incidiu sobre 9,2 km. O projecto da rede de drenagem teve a particularidade de provocar acesa discussão quanto aos caudais de cálculo a adoptar, tendo prevalecido o bom senso no que respeita aos períodos de retorno a adoptar no projecto.

### 3.8. Aproveitamento Hidroagrícola de Baleizão - Quintos

Em meados de 2008, a EDIA lançou a concurso o “Projecto de Execução e Estudo de Impacte Ambiental do Circuito Hidráulico de Baleizão-Quintos e Respectivo Bloco de Rega”, trabalho que foi adjudicado à ProSistemas, em consórcio.

O aproveitamento hidroagrícola situa-se no extremo sul do subsistema de Pedrógão – Margem Direita, já em cotas elevadas, desenvolvendo-se ao longo de cerca de 17 km, com contornos irregulares, ocupando manchas de solos desde a cidade de Beja e a povoação de Nossa Senhora das Neves até Salvada e Quintos. Foi patenteada a concurso uma área total de 8 517 ha.

Os trabalhos iniciaram-se em 2009 e seguiram o figurino habitual.

A mancha de rega ainda não estava completamente definida e sobre o circuito hidráulico primário existia um traçado preliminar, com origem num reservatório a sul da albufeira de São Pedro e final numa hipotética barragem nas cabeceiras do barranco de Quintos, afluente do Guadiana.



**Foto 3-22 – Área de Intervenção do Empreendimento<sup>30</sup>**

Havia, então, que estabelecer os limites do aproveitamento, proceder à sua divisão em blocos e conceber as infra-estruturas primárias do sistema hidráulico (traçado, implantação, tipo e modo de funcionamento). O princípio orientador foi a minimização do consumo energético, dado que uma boa parte da mancha de rega se situa a cotas muito elevadas, próximas dos 200 metros (não se deve esquecer que os níveis de água na albufeira de Pedrógão, origem do subsistema, variam entre as cotas (79) e (84,8)). A

<sup>30</sup> Fonte: Arquivo do autor

questão energética e a concepção do sistema hidráulico primário condicionaram os limites do aproveitamento e a dimensão dos seus blocos.

No que respeita ao sistema primário, havia todo o interesse em colocar o reservatório de extremidade a uma cota suficientemente elevada que permitisse dominar a maior área possível, reduzindo, em consequência, a bombagem que tivesse que ser instalada na rede. Admitia-se poder alimentar a rede secundária através do adutor primário, à semelhança do aproveitamento de São Matias. A filosofia daquele sistema primário foi seguida em Baleizão-Quintos.

Quanto ao reservatório de extremidade, após várias alternativas estudadas, foi considerada uma obra por modelação do terreno e com revestimento impermeabilizante. Entre os dois reservatórios de extremidade conseguiu-se um desnível de 5 metros.

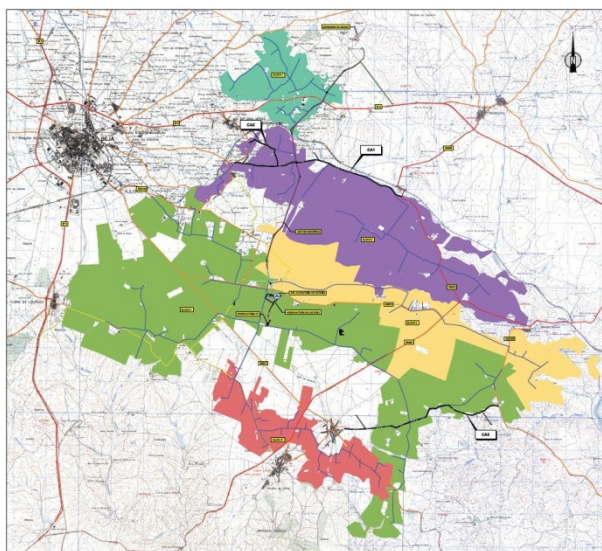
A primeira parte do problema estava resolvida e seguiu-se o estudo dos blocos alimentados por derivação em carga no adutor primário. Foi possível delimitar três unidades homogéneas, cobrindo uma área total de 3 798 ha.

Faltava saber como servir o resto da mancha (na altura mais de 5 mil ha) com o menor custo de investimento e de exploração possíveis. Seguiram-se vários estudos que terminaram com a solução que se considerou mais racional dos pontos de vista técnico e económico, se bem que algumas áreas com excelente aptidão agrícola tenha ficado fora do empreendimento devido à sua posição altimétrica desfavorável.

Para a resolução desta parte do problema muito contribuíram as ferramentas dos sistemas de informação geográfica. Basicamente, pretendia-se saber, no universo de parcelas e prédios rústicos, com várias cotas, qual a pressão aí disponível a partir de uma qualquer origem, com energia disponível conhecida.

Tratando-se de sistemas em baixa pressão, pretendia-se saber em que pontos da rede a pressão era superior à carga residual dos equipamentos, isto é, se a pressão fosse inferior à do objectivo, não seria possível satisfazer o pedido. O raciocínio é simples e, para os sistemas em baixa pressão, passa pelo seguinte:

- Estabelecer a condição de fronteira na origem, isto é, a cota piezométrica de referência a montante;
- Conhecer a cota do ponto de entrega em cada parcela e definir a respectiva pressão a garantir nesse ponto;
- Considerar uma perda de carga unitária ao longo dos circuitos hidráulicos e que varia em função da sua categoria;
- Calcular a distância entre a origem e cada ponto e a respectiva perda de carga total.



**Figura 3-4 – Baleizão – Quintos. Blocos de Rega<sup>31</sup>**

Com este procedimento é possível definir um mosaico de pressões e visualizar até onde se pode satisfazer o pedido. Nos sistemas em alta pressão é possível delimitar diferentes níveis de bombagem, isto é, intervalos de patamares energéticos. Foi através deste

<sup>31</sup> Fonte: ProSistemas

processo iterativo que foi possível dividir a parte meridional do aproveitamento em duas importantes unidades, alimentadas por uma única origem e que são o maior bloco de rega do empreendimento de Alqueva.

O Aproveitamento Hidroagrícola de Baleizão-Quintos ficou com uma área de 8 001 ha e contemplou as seguintes infra-estruturas:

- O sistema adutor gravítico, que estabelece a ligação entre o sistema de filtração comum ao Aproveitamento de São Pedro – Baleizão e o reservatório terminal do aproveitamento – Reservatório do Estácio. Este adutor, de betão pré-esforçado com alma de aço, é uma obra linear com 8 392 m de desenvolvimento e possui quatro troços. O seu diâmetro nominal é de 2 500 mm nos seus primeiros três troços, terminando com 2 150 mm. O caudal máximo de dimensionamento é de 7,188 m<sup>3</sup>/s. Nesta obra linear existem três derivações para os Blocos 1, 2 e 3.
- O reservatório do Estácio é a obra terminal do sistema primário e será construído por modelação do terreno numa encosta relativamente aplanada, a cerca de 190 metros de altitude. O seu volume total é de 120 dam<sup>3</sup> e o perímetro total, medido pelo eixo do coroamento, é de 753 metros. A sua área interna tem 3,3 ha e para a sua construção será necessário afectar uma área da ordem dos 4,9 ha.
- A estação elevatória do Estácio, junto ao reservatório com o mesmo nome, com o objectivo de elevar para um reservatório elevado (reservatório R1) os caudais destinados aos Blocos 4 e 5. Será equipada com seis unidades de bombagem, dimensionadas para um caudal total de 4,8 m<sup>3</sup>/s e com uma altura de elevação de 53 metros. No início da conduta elevatória (DN 1800 mm e 827 m de desenvolvimento) serão instalados 3 filtros em pressão.
- O Reservatório R1 terá por objectivo regular o funcionamento da estação elevatória do Estácio e de servir com origem de água dos Blocos 4 e 5. Esta obra, com um volume de armazenamento de 2 469 m<sup>3</sup>, terá uma geometria circular com um diâmetro interno de 26 m e com uma altura total interior de 5,4 m.
- Os blocos de rega de Baleizão-Quintos foram divididos em cinco unidades da seguinte forma:
- O Bloco 1 beneficia uma área de 486 ha a partir de uma derivação directa no adutor gravítico. Apresenta uma estrutura predial onde predomina a pequena e média propriedade, situando-se junto às localidades de Nossa Senhora das Neves e Porto Peles, e atravessado pelo IP8;
- O Bloco 2, a sul do anterior, beneficia uma área de 1 900 ha a partir da segunda derivação do adutor primário. A sua estrutura predial caracteriza-se pela pequena e média propriedade;
- O Bloco 3 beneficia uma área de 1 412 ha, através da terceira e última picagem no adutor primário. O bloco é delimitado a norte pelo Bloco 2 e a este pelo rio Guadiana, caracterizando-se pela média e grande propriedade;
- O Bloco 4 beneficia uma área de 3 547 ha, e é abastecido pelo Reservatório R1, o qual é alimentado pelo sistema elevatório do Estácio. Este bloco situa-se a sudeste de Beja estendendo-se para este em direcção à localidade de Quintos, desenvolvendo-se assim na faixa mais central do Circuito Hidráulico de Baleizão-Quintos. A estrutura predial deste bloco é a média e grande propriedade;
- O Bloco 5 serve uma área de 656 ha através de uma derivação na rede principal do Bloco 4. Este bloco apresenta uma estrutura predial onde a pequena propriedade predomina, situando-se entre as povoações de Cabeça Gorda e Salvada, na zona mais a sul do perímetro.

O projecto de infra-estruturas compreendeu, ainda, a identificação de 36 linhas de água para as quais foram projectadas a necessárias intervenções com vista à correcta drenagem e enxugo dos campos agrícolas.

No que respeita à rede viária, foi projectada a intervenção em cerca de 12,1 km de caminhos.

## 4. REABILITAÇÃO E MODERNIZAÇÃO DE APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

### 4.1. Racionale

A reabilitação e modernização de aproveitamentos hidroagrícolas justificam-se por duas razões fundamentais: (i) quando se assiste à degradação física das infra-estruturas e (ii) quando estas, mesmo não estando degradadas, não se adequam às condições normais e correntes de produção agrícola. Também é verdade quando as duas razões se acumulam.

Quanto à degradação física pouco haverá a acrescentar, pois o acumular dos anos de funcionamento, sem as devidas operações de manutenção, conservação e reparação, tornam qualquer infra-estrutura incapaz de satisfazer a qualidade do serviço para o qual foi projectada e construída. A fadiga dos materiais é universal.

Menos controlável é a falta de capacidade de resposta das infra-estruturas a novas formas de produção agrícola, muito diferentes dos tempos da sua concepção e construção.

Sendo louvável o fomento hidroagrícola que se iniciou nos anos 30 do século passado, importa, contudo, evidenciar algumas particularidades das primeiras obras de rega. Com efeito, nos primeiros empreendimentos a delimitação das áreas a beneficiar partiu de uma estimativa sumária das necessidades hídricas culturais das manchas que interessava beneficiar, não tendo por base um estudo detalhado das suas características pedológicas e potencialidades hidroagrícolas. No fundo, as áreas a beneficiar estavam condicionadas, à partida, pela topografia e pela energia potencial conseguida à custa da construção de uma barragem a montante.

As primeiras obras foram construídas para melhor aproveitar os bons solos agrícolas localizados junto às margens dos cursos de água que, pelas suas características, constituíam regadios tradicionais. Mais tarde alargou-se o regadio a regiões tradicionalmente vocacionadas para a agricultura de sequeiro. Na maior parte dos casos, a concepção, projecto e execução das obras de fomento hidroagrícola apenas contemplou as estruturas hidráulicas primárias. A cargo dos beneficiários ficou a realização dos investimentos ao nível da parcela (redes terciárias, armação dos terrenos, despedrega, etc.) e a execução dos sistemas de drenagem.

Em quase todos os empreendimentos executados a taxa de ocupação com culturas regadas ficou aquém dos níveis projectados, o que se deveu a um vasto conjunto integrado de factores, dos quais se podem destacar:

- A **ausência de extensão rural**. A entrega das obras não foi acompanhada de apoio tecnológico, já que não se criaram organismos capazes de promover e de incentivar o regadio com vista a uma eficiente utilização dos recursos hídricos. Acresce, ainda, a inexistência de uma política de emparcelamento, o que originou um sobre equipamento das áreas beneficiadas.
- A **falta de adaptação dos terrenos ao regadio**. Como se referiu anteriormente, em determinada altura, o regadio foi alargado a áreas menos aptas para o efeito e a regiões tradicionalmente vocacionadas para a agricultura e sequeiro. Nestas zonas os agricultores não tiveram capacidade para se adaptarem ao regadio e para suportar os investimentos associados, para o que contribuiu, também, a dimensão da propriedade, a inexistência de extensão rural adequada e de incentivos financeiros. Durante muito tempo, os agricultores pouco ou nada fizeram para valorizar as suas terras, limitando-se a utilizar as estruturas hidráulicas postas à sua disposição. A reconversão cultural processou-se com dificuldade e, em muitos casos, registou-se o subaproveitamento das áreas regadas.
- As **receitas de exploração e de conservação** nunca atingiram os níveis desejados, tendo-se verificado um progressivo aumento de encargos sem o correspondente aumento de receitas através da actualização daquelas taxas. Por consequência, as associações de beneficiários ficaram desprovidas de meios financeiros para a construção de infra-estruturas complementares e conservação das existentes, degradando-se estas muito antes do final do seu período de vida útil.
- A **concepção dos sistemas**. As infra-estruturas hidráulicas de grande parte dos perímetros projectados entre o início dos anos 30 e finais da década de 60 foram dimensionados para a rega gravítica, com distribuição de água por turnos e com horários de rega de 16 ou mais horas diárias. Visava-se, assim, a máxima economia do primeiro investimento e de exploração e a adopção de métodos de rega de baixo nível tecnológico, que vinham ao encontro da disponibilidade de mão-de-obra na

agricultura e aos hábitos de sujeição a regimes de trabalho muito severos nos campos. Em consequência, e dentro da mesma lógica, os sistemas de infra-estruturas hidráulicas obedeceram a uma concepção de comando manual por montante.

A regulação hidráulica por montante está intimamente ligada a sistemas rígidos de distribuição, condicionando, desde logo, o método de rega e os sistemas e técnicas culturais. De acordo com esta concepção, o comando dos caudais no sistema primário de canais é feito sem qualquer automatismo, através da operação dos órgãos de controlo na tomada de água na origem. Uma vez lançada no condutor geral, a água é encaminhada graviticamente para jusante, até que seja derivada para um canal distribuidor, para uma regadeira secundária ou, simplesmente, descarregada para uma linha de água próxima.

Intercalados no sistema primário de canais encontram-se, a espaços, descarregadores frontais e comportas de nível constante a montante que se destinam a estabilizar o nível do plano de água no troço imediatamente a montante, independentemente do caudal em trânsito, assegurando as condições hidráulicas adequadas ao bom funcionamento dos órgãos de controlo de caudais que equipam as tomadas aí instaladas. As tomadas que se situam a maiores distâncias para montante das comportas, e onde já não se faz sentir o efeito estabilizador destas sobre o nível do plano de água, dado que as características do regolho estão dependentes do caudal em trânsito, estão equipadas com comportas de nível constante a jusante, interpostas entre o canal e os módulos da tomada de água.

Esta concepção define automaticamente uma regra de prioridades no atendimento, em cada instante, do pedido que é confirmado nas várias tomadas de água através do número e do tipo de módulos que se encontram abertos – o pedido é satisfeito com prioridade para os troços entre comportas, de montante a jusante, e as tomadas nos troços de jusante não verão o seu pedido satisfeito senão pelo remanescente dos caudais sobranes dos troços de montante, caso existam. Também como consequência inevitável desta concepção, a gestão do sistema primário tem que ser feita em antecipação, ou seja, com o conhecimento antecipado que terá que ser satisfeito, uma vez que o canal não dispõe de reservas significativas para encaixar caudais sobranes ou para satisfazer pedidos imprevistos, dado que as suas bermas correm paralelamente ao rasto na sua maior extensão.

Em teoria, o prazo de antecipação é o tempo de percurso de uma onda de caudal no sistema primário, desde a cabeça do canal até à tomada de água cuja variação de caudal pedido se pretende atender. Na prática, em perímetros equipados com sistemas deste tipo, pratica-se a rega por turnos ou a contra-pedido, o que permite conhecer com antecipação como irá variar o pedido na rede primária ao longo do dia. Conhecidos os tempos de propagação da onda, é possível estabelecer o programa diário de operação das válvulas ou comportas que controlam os caudais na tomada de água.

Esta concepção tem, também, consequências práticas ao nível da gestão do empreendimento. Com efeito, para que se verifiquem, em cada instante, o encontro entre o pedido de água para rega e os caudais em trânsito, garantindo que não haverá nem deficiência nem desperdício, é necessário que ambos os programas sejam cumpridos com rigor. Ou seja, é necessário que o gestor do sistema disponha de autoridade para garantir o cumprimento do plano de abertura e de fecho dos módulos que equipam as tomadas de água e dos meios humanos necessários para a realização dessas operações.

Os sistemas com esta concepção não estão equipados com medidor de caudal, pelo que a medição dos volumes consumidos é feita por estimativa, em função do tempo de abertura dos módulos. Perdendo-se o domínio das operações de abertura e de fecho dos módulos, não é possível conhecer quais os volumes efectivamente fornecidos e, portanto, o sistema de tarifas tem que se basear noutros critérios. O mais usual é o pagamento pela área regada, ou simplesmente equipada, em função da sua aptidão ou culturas praticadas. É uma solução que potencia a anarquia na utilização da água, desestimulando a economia da mesma e promovendo o seu desperdício. Este desperdício tem consequências de várias ordens. Destrói os solos mais declivosos, prejudica as culturas e os utentes de jusante, a quem a água não chegará em quantidade suficiente. Pode, ainda, significar maiores consumos de energia quando os sistemas estão equipados com estações elevatórias. A indisciplina da rega é uma consequência da falta de autoridade do gestor, ou da falta de capacidade para impor a sua autoridade, o que vem dar ao mesmo e, simultaneamente, acarreta uma degradação da autoridade e da capacidade de intervenção do mesmo gestor. Perdas de receitas, aumento de

despesas, incapacidade para satisfazer os compromissos, etc. O reequilíbrio é, normalmente, obtido à custa dos cortes no orçamento para a manutenção do sistema, o que a médio prazo se reflecte no seu estado geral de conservação e tem consequências na sua capacidade de resposta às solicitações (redução da capacidade de transporte dos canais, redução dos poucos automatismos e controlos existentes devido à falta de manutenção dos equipamentos, etc.).

Quando a degradação do sistema primário de adução é muito acentuada, a qualidade do serviço que pode ser prestado degrada-se muito rapidamente, tornando extremamente difícil a sua exploração e problemática a satisfação das necessidades de rega, sobretudo nos troços mais a jusante. A degradação do revestimento dos canais facilita a instalação de vegetação aquática que constitui uma resistência adicional ao escoamento. Os próprios equipamentos de controlo de níveis transformam-se em obstáculos à capacidade de transporte dos canais em período de ponta, na medida em que introduzem uma perda de carga muito apreciável, mesmo para as condições de abertura máxima, e são postos fora de serviço através do recurso a contrapesos improvisados, ou são, simplesmente, retirados do local.

Nesta altura, a gestão e exploração dos perímetros transforma-se numa luta quotidiana pela simples manutenção do sistema em funcionamento, e inicia-se um processo de amputação daquele, com a colocação fora de serviço de distribuidores e a redução da área regada. Finaliza-se o quadro com o facto da rega disciplinada por turnos se defrontar com a resistência dos agricultores, por ser dificilmente compatível com as modernas práticas das culturas em regadio, as quais requerem que a água esteja disponível na quantidade necessária e sem grandes restrições de horário.

#### 4.2. Objectivos da Reabilitação e Modernização

Com a reabilitação e modernização pretende-se inverter o quadro traçado no ponto anterior, dando uma nova vida aos empreendimentos e à envolvente económica e social das regiões nas quais estes são importantes actores. Pretende-se, assim, alcançar os seguintes objectivos principais:

- Promover e garantir o **uso eficiente dos recursos hídricos** através: (i) da redução de perdas nos circuitos hidráulicos do sistema e (ii) do fornecimento das dotações de rega adequadas às culturas e com as tecnologias de rega melhor adaptadas à produção agrícola;
- Promover e garantir o **uso adequado dos recursos pedológicos** através da sua correcta mobilização e do emprego das melhores tecnologias e métodos de rega;
- Fortalecer o **desenvolvimento económico e social dos agricultores e da região**, pela melhoria das condições de produção agrícola que se criam, pela intervenção nas infra-estruturas, no seu modo de funcionamento e qualidade do serviço de fornecimento de água;
- Obter **reprodutividade dos investimentos realizados**, objectivo óbvio numa economia de mercado.

Para se alcançarem os objectivos pretendidos, é importante diagnosticar os problemas existentes de modo a poder-se definir as linhas estratégicas a seguir na reabilitação e modernização. Alguns problemas são complexos e resultam ou são a causa de outros problemas. Para diagnosticar os problemas existentes há que analisar diferentes factores que contribuem para o fracasso do regadio e sobre os quais se dá conta nos pontos seguintes.

#### 4.3. Diagnóstico de Problemas

O diagnóstico dos problemas num empreendimento hidroagrícola deverá ser realizado aos seguintes níveis:

- O uso da água e do solo;
- A exploração agrícola;
- As estruturas de produção;
- A organização e gestão do aproveitamento;
- As redes de rega e de drenagem;

- As infra-estruturas de apoio.

Em relação ao **uso da água e do solo** são, normalmente, de considerar os seguintes problemas:

- Baixa eficiência de rega ao nível da parcela;
- Métodos de rega inadaptados às características dos solos e das culturas;
- Sistemas ou práticas culturais inadaptadas às características das culturas;
- Deficiente ou inexistente adaptação dos solos para o regadio;
- Deficiente aptidão dos solos para o regadio;
- Má qualidade da água para rega;
- Ocorrência de perdas de solo;
- Degradação dos caudais restituídos.

Ao nível da **exploração agrícola**, as razões do insucesso são geralmente devidas a:

- Deficiente orientação da produção por falta de apoio técnico;
- Baixa produtividade do trabalho;
- Regadio não intensivo e pouco produtivo financeiramente;
- Problemas de liquidez financeira;
- Baixo investimento e reduzido nível tecnológico.

Quanto às **estruturas de produção**, evidenciam-se os seguintes aspectos:

- Parcelamento excessivo da propriedade agrícola;
- Dimensão inadequada das explorações para uma actividade agrícola empresarial competitiva;
- Envelhecimento dos empresários agrícolas;
- Procura de outras actividades melhor remuneradas nos sectores do comércio e dos serviços, que leva ao abandono das terras e da actividade agrícola;
- Baixa capacidade empresarial.

No que se refere à **organização e gestão dos aproveitamentos hidroagrícolas**, são usuais os seguintes problemas:

- Deficiente gestão;
- Falta de participação dos agricultores e desinteresse pelos problemas;
- Baixas receitas pelos serviços prestados;
- Deficiente manutenção das obras;
- Custos elevados de exploração;
- Falta de medidas de economia da água.

Ao nível das **redes de rega e de drenagem**, ressaltam os seguintes principais problemas:

- Incompleta ou ineficaz adaptação ao regadio;
- Redes de distribuição inadequadas ou obsoletas;
- Baixa eficiência das redes de rega;
- Rede de drenagem insuficiente ou inadaptada.

Já ao nível das **infra-estruturas de apoio**, os problemas residem:

- Numa rede viária insuficiente e/ou degradada;
- Numa rede de energia eléctrica insuficiente;
- Na ausência de unidades de logística para apoio técnico e fornecimento de factores de produção;
- Na inexistência de circuitos de comercialização

Em síntese, os principais problemas dos aproveitamentos hidroagrícolas são:

- A destruição, degradação ou obsolescência das obras;
- A ausência de uma estrutura de gestão adequada, com muita mão-de-obra e encargos elevados;
- A escassez de receitas, por parte da entidade gestora para realizar obras de reparação, manutenção e conservação e para fazer face às despesas correntes de funcionamento;
- A escassez de recursos hídricos;
- As elevadas perdas de água ao nível das redes de transporte e distribuição;
- A rigidez das redes de transporte e distribuição e a conseqüente incapacidade de resposta às modernas tecnologias de rega.

Uma vez diagnosticados os problemas, de que se deu conta acima, deverão definir-se as intervenções a levar a cabo a curto, médio e longo prazo. Todas intervenções têm que ser encaradas numa perspectiva global com vista a rentabilizar os investimentos realizados. A seguir apresentam-se os vários tipos de obras de reabilitação e de modernização que podem ser adoptados e que foram implementados em muitos perímetros de rega.

#### 4.4. Obras de Reabilitação

As obras de reabilitação, que poderão ou não ser acompanhadas de obras de modernização, deverão ser realizadas a curto prazo, tendo em vista a poupança da água, a melhoria da qualidade do serviço prestado e a obtenção de receitas. Estas obras incidem, fundamentalmente, sobre as infra-estruturas de transporte e distribuição de água, de que são exemplo:

- O revestimento dos canais de terra com betão, aumentando, deste modo, a eficiência de transporte devido à impermeabilização e conseqüente redução de perdas de água;
- A substituição de espaldas degradadas e reperfilamento dos canais, repondo as condições de origem;
- A impermeabilização do revestimento dos canais com telas impermeáveis;
- A reparação e afinação dos equipamentos de controlo e regulação dos canais;
- A construção de acessos aos canais para facilitar as operações de manutenção, reparação e conservação;
- A substituição de canais e canaletes por condutas enterradas;
- A limpeza das linhas de água e a melhoria da rede de drenagem.

#### 4.5. Obras de Modernização

As obras de modernização poderão ser realizadas a dois níveis: **sem** e **com** alteração da filosofia do projecto inicial.

Nas **obras sem alteração da filosofia do projecto inicial**, o modo de distribuição de água mantém-se mas os principais equipamentos de controlo e regulação são automatizados com vista a reduzir os encargos com o pessoal afecto à sua operação.

Nestas obras podem incluir-se:

- A automatização e a telegestão: (i) dos órgãos da tomada de água na origem do sistema, na interface da barragem com a testa de montante do canal condutor geral; (ii) de nós hidráulicos principais; (iii) de estações elevatórias; (iv) de hidrantes e bocas de rega;
- A instalação de limpa-grelhas automáticos em canais e nós hidráulicos principais;
- A criação de centros de controlo dos sistemas hidráulicos.

A **alteração da filosofia do projecto inicial** tem como objectivo flexibilizar a utilização dos recursos hídricos, adequando os sistemas às modernas tecnologias de rega e de produção agrícola. Basicamente, consiste em alterar progressivamente os métodos de distribuição de água aos agricultores, os quais já há muito passaram da rega por gravidade para a rega em pressão. Para tal, e sempre que as condições o possibilitem e o exijam, os aproveitamentos hidroagrícolas são divididos em blocos de rega homogêneos, de reconversão, dando preferência aos situados nas extremidades dos sistemas hidráulicos.

O fornecimento de água aos agricultores passará a ser feito em pressão, na quantidade desejada e sem calendário e restrições de horário. Mas põe-se um problema. Como conciliar um sistema rígido com um sistema flexível, moderno e melhor adaptado às exigências do regadio actual? A resposta está nos reservatórios de regularização.

Os reservatórios de regularização constituem reservas estratégicas de armazenamento e têm as seguintes funções principais:

- Conciliar regimes de funcionamento distintos (rígidos *versus* “a pedido”), dando resposta imediata às solicitações de caudal;
- Ter uma reserva estratégica para fazer face a paragens imprevistas dos sistemas de montante que os alimentam;
- Ter folga suficiente para encaixar caudais sobrantes em trânsito nos sistemas que os alimentam.

A dimensão/capacidade de armazenamento depende do tipo de regularização pretendido pela entidade gestora (diária, semanal, eventualmente mensal). Nos pequenos aproveitamentos adopta-se, quase sempre, a regularização diária; nos maiores esta pode ser semanal. Os reservatórios podem ser constituídos por pequenas barragens ou serem moldados no terreno, com ou sem impermeabilização. Estas obras são, assim, a solução do problema e estão sempre presentes na interface dos sistemas de canais com os blocos de reabilitação. Junto a estes ficam instaladas as estações elevatórias para pressurização das novas redes colectivas, nas quais ficam instalados hidrantes e bocas de rega. O processo de modernização completa-se com a reconversão total do aproveitamento.

#### **4.6. Reforma das Estruturas de Gestão Técnica, Administrativa e Financeira**

As obras de reabilitação e de modernização apresentadas nos pontos anteriores poderão destinar-se ao fracasso caso não se proceda a uma reestruturação da unidade gestora do aproveitamento ou, se se preferir, à “modernização” do seu protocolo de funcionamento. Esta medida tem como objectivos:

- Uma gestão optimizada dos recursos hídricos disponíveis;
- Uma melhoria da qualidade do serviço prestado;
- O aumento da produtividade global;
- Uma redução efectiva dos encargos de exploração da obra.

Com a “modernização”, a entidade gestora deverá:

- Poder controlar, em tempo real e previsional, os recursos disponíveis;
- Poder controlar, em tempo real, o estado operativo das infra-estruturas e dos equipamentos;
- Ter a capacidade de comandar, de forma remota, os equipamentos, para ultrapassar eventuais situações inesperadas ou de desequilíbrio hidrodinâmico no sistema de rega;
- Ter a capacidade de informar, automaticamente, os beneficiários de eventuais situações inesperadas associadas ao serviço prestado;
- Ter a capacidade de prestação de serviços de aconselhamento ao agricultor para uma mais racional gestão global dos recursos, nomeadamente no que se refere às reais condições climatéricas e agro-meteorológicas;
- Conseguir diminuir os encargos com a mão-de-obra necessária para o controlo das infra-estruturas e equipamentos;
- Ter a possibilidade de gerir, de forma racional, toda a informação técnica relativa ao cadastro das infra-estruturas e dos equipamentos;
- Ter a faculdade de prestar aos beneficiários todas as informações cadastral e técnica paralelas à sua actividade;
- Melhorar a gestão administrativa do serviço de regadio, destacando os consumos, os consumíveis, a facturação, etc.;
- Melhorar a gestão económico-financeira do sistema de rega, com destaque para os encargos de exploração (mão-de-obra, energia eléctrica, outros combustíveis, peças de substituição, etc.);
- Melhorar a gestão de armazém de forma articulada com o sistema de cadastro.

Feita a apresentação da visão do autor sobre a reabilitação e modernização de aproveitamentos hidroagrícolas, descrevem-se, a seguir, alguns trabalhos que o mesmo considera relevantes e nos quais foi possível aplicar alguns dos conceitos acima descritos.

#### **4.7. Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova**

Logo no início dos anos 90, ainda na Hidrotécnica Portuguesa, foi possível participar no estudo prévio para a reabilitação e modernização do Aproveitamento Hidroagrícola de Idanha-a-Nova. Este estudo serviu também de inspiração para a redacção do artigo intitulado “Capacidade de resposta dos aproveitamentos hidroagrícolas à evolução das tecnologias de rega”, apresentado no 1º Congresso da Água em 1992. A obra de Idanha era na altura o paradigma do que foi escrito naquele artigo e cuja parte substancial está espelhada no ponto 4.1. do presente documento.

Este aproveitamento situa-se na Campina de Idanha, nos concelhos de Castelo Branco e de Idanha-a-Nova, e beneficia cerca de 8 194 ha. É o típico aproveitamento de reconversão de manchas de sequeiro para regadio, com solos muito heterogéneos, desde aluviões a depósitos de rañas, aplanados nas baixas e relativamente ondulados nos interflúvios. A construção do empreendimento decorreu em duas fases – de 1935 a 1942 e de 1944 a 1950. A sua exploração iniciou-se em 1949 pela mão da Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola, sendo transferida em 1954 para a Associação de Regantes e Beneficiários de Idanha-a-Nova.

A origem de água da obra de rega é a barragem Marechal Carmona, no rio Ponsul, cuja albufeira cria um armazenamento de 77,3 hm<sup>3</sup>. Os caudais destinados à rega são transportados por uma rede de canais, pontes-canal, túneis, distribuidores e condutas, com um desenvolvimento total de cerca de 295 km. No sistema primário estão intercaladas as estações elevatórias do Arvil e de Ladoeiro, que vencem os patamares que caracterizam a Campina de Idanha. No pé-de-barragem foi, também, construída uma central hidroeléctrica.

Nos anos 90, a gestão e exploração do aproveitamento estavam fortemente condicionadas por dois motivos fundamentais: (i) o acentuado estado de degradação física da maior parte das infra-estruturas e (ii) a incapacidade de resposta do sistema hidráulico às novas práticas de produção agrícola. Outros problemas existiam mas eram consequência directa destes dois.

A degradação física das infra-estruturas era evidente, em particular os canais, cujo revestimento praticamente tinha desaparecido. A construção da obra coincidiu com o desenrolar da II Guerra Mundial, uma altura de grandes restrições de materiais. O cimento deu lugar à areia nas pouco espessas lajes do tipo *Rosacometta* com que foram revestidos os canais a céu aberto. As perdas de água eram consideráveis e a capacidade de transporte dos canais limitada pelas características dos seus revestimentos, degradados, em terra, com vegetação acumulada. Os troços iniciais do sistema primário, escavados em galeria na rocha, a jusante da barragem, tinham secção irregular, sem revestimento, limitando, logo na origem, a capacidade de fornecimento de água do circuito primário.

Os reguladores transversais de nível constante a montante apresentavam evidentes sinais de degradação e de obsolescência e não cumpriam a função de regulação para a qual foram instalados. Devido à degradação das infra-estruturas, várias parcelas do aproveitamento ou não regavam ou faziam-no com sérias limitações. Era considerável a reduzida adesão ao regadio, o que se reflectia nas receitas da Associação e, consequentemente, na incapacidade financeira desta para realizar obras de manutenção, conservação e reparação. O consumo energético das estações elevatórias também era factor condicionante.

O tempo apenas agravava todo este processo de degradação.

A baixa adesão ao regadio tinha também como causa as próprias características fisiográficas do território, de relevo cortado e solos muito heterogéneos dispostos em baldios, de configuração semelhante à da peneplanície alentejana. A configuração dos terrenos não estava adaptada para a rega por gravidade, para a qual todo o sistema hidráulico tinha sido concebido. Pouco foi feito para adaptar os terrenos à produção em regadio e poucos foram os agricultores que tiveram meios para o fazer.

A estes constrangimentos veio-se juntar a incapacidade de resposta das infra-estruturas hidráulicas às novas formas de produção agrícola, que exigem água na quantidade adequada e sem restrições de horário. Eram duas condições que a obra não permitia porque a capacidade de transporte dos circuitos estava limitada, devido à degradação, e porque o tipo de comando era rígido.



**Foto 4-1 – Reservatório do Aravil e Canal<sup>32</sup>**

Nos anos 90 a cultura do tabaco ocupou uma parte muito significativa da zona do perímetro, dentro e fora do aproveitamento. Foram feitos vários investimentos privados para a instalação de rampas polares para a rega desta cultura, que chegou a ocupar mais de metade da área regada por campanha. A rega por aspersão substituiu quase por completo a rega por gravidade, pelo menos na sua importância económica e do rendimento da exploração agrícola. Para desenvolver este método de rega sem muitas restrições, os agricultores viram-se obrigados a construir os seus próprios reservatórios de regularização, pelas razões de funcionamento hidráulico já apresentadas anteriormente.

O autor integrou a equipa que desenvolveu o estudo prévio para a reabilitação e modernização da obra de rega, a que se seguiram vários projectos de execução. Está construído o reservatório de regularização do Aravil, para o qual o autor desenvolveu vários cálculos de dimensionamento hidráulico dos órgãos de segurança e exploração – tomada de água, descarregadores de superfície e de fundo.

A meio do projecto de execução o autor mudou de empresa, seguindo outro rumo profissional.

#### **4.8. Aproveitamento Hidroagrícola do Alvor**

Logo após a sua admissão na empresa ProSistemas, no início de 1995, o autor integrou a equipa de projecto de uma estação elevatória associada a um bloco de reabilitação do Aproveitamento Hidroagrícola do Alvor.

Esta obra de rega situa-se no Barlavento Algarvio, nos concelhos de Lagos e de Portimão, beneficiando 1 747 ha de solos ao longo dos vales das ribeiras de Odeáxere, Arão, Farelo e Torre. Fazem, também, parte do aproveitamento algumas áreas marginais dos sapais do Alvor. A sua exploração iniciou-se em 1959.

A origem de água do empreendimento é a barragem da Bravura, construída na ribeira de Odeáxere, que cria uma albufeira com uma capacidade útil de 32,2 hm<sup>3</sup>. O fornecimento de água aos agricultores é feito por gravidade através de uma rede primária de canais, sifões invertidos, galerias e pontes-canal, com um desenvolvimento total da ordem dos 20,4 km, dos quais deriva uma rede secundária de rega com cerca de 96,5 km. Nas obras do aproveitamento incluem-se, ainda, uma central hidroeléctrica, uma estação elevatória de enxugo, mais de 60 km de valas de drenagem e 22 km de diques e valados de defesa contra cheias.

À semelhança de outros, o perímetro do Alvor foi objecto de um estudo prévio para a sua reabilitação e modernização, trabalho que ficou concluído nos finais dos anos 80 e no qual se propunha, entre outros aspectos, após exclusão dos solos de sapal e inclusão

---

<sup>32</sup> Fonte: Arquivo do autor

de novas áreas, a reconversão para a rega em pressão, dividindo o perímetro em blocos de rega, cada um alimentado por uma estação elevatória. Ao todo, foram considerados quatro blocos de rega em pressão e avançou-se para projecto de execução o denominado Bloco 2, no qual foram incluídos 550 ha de solos juntos ao distribuidor do Arão, adutor que alimentava o reservatório de regularização, volante do sistema de rega do bloco. Entregou-se o projecto em 1995 mas não se avançou nunca para obra.

No mesmo ano o autor realizou um diagnóstico profundo do sistema de transporte e de distribuição de canais do perímetro, evidenciando todas as patologias e apontando várias medidas para a sua resolução.

O sistema de canais encontrava-se, à data, com alguns sinais de profunda degradação, principalmente desde a secção da tomada de água na barragem até ao final do seu troço IV, numa extensão total da ordem dos 15 km. Os problemas iam desde a degradação simples do revestimento até ao reviramento integral das espaldas, com as consequentes perdas de água e redução da capacidade de transporte.



**Foto 4-2 – Estado de Conservação dos Canais do Alvor<sup>33</sup>**

Este perímetro de rega tinha, e tem, várias particularidades.

Está localizado numa região com forte pressão turística e a agricultura foi aos poucos perdendo os seus principais actores, os quais procuraram actividades melhor remuneradas noutros sectores. A agricultura e o regadio viram reduzida a sua expressão, pelo menos como actividade principal e de carácter empresarial.

O desenvolvimento turístico na região do barlavento atraiu investimentos com campos de golfe associados, os quais passaram a ser “clientes” do perímetro do Alvor. Embora fora do perímetro e com estatuto de regante a título precário, este novo consumidor paga um valor pela água de rega muito superior ao praticado dentro do perímetro e para a agricultura. A cidade de Portimão passou a ser mais um cliente não agrícola do perímetro, captando a água numa tomada do troço IV do canal condutor geral.

As receitas da Associação com a venda da água para fins não agrícolas começaram a ser significativas, justificando-se ainda mais a reabilitação do circuito hidráulico primário.

O diagnóstico elaborado em 1995 serviu de base ao desenvolvimento de vários projectos de reabilitação do sistema primário, elaborados entre 1995 e 2007. Logo em Maio de 1995 foi entregue o primeiro projecto com vista à reabilitação dos troços I e II, numa extensão total de pouco mais de 4 km. Mais tarde, no final de 1998, entendeu a Associação de Beneficiários dever-se proceder a algumas alterações ao projecto inicial, com vista a reduzir os custos globais da obra sem, contudo, alterar os objectivos pretendidos. Realizaram-se as alterações pedidas e avançou-se para obra.

Para a reabilitação destes dois troços de canal foram adoptados quatro tipos de intervenção, já detalhados nos estudos anteriores:

- **Intervenção Tipo I** – revestimento simples de canal através de um geocomposto formado por uma tela de PVC e um geotêxtil não tecido, para os troços de canal sem problemas de sobrepressões no tardo das espaldas;
- **Intervenção Tipo II** – revestimento de canal com um geocomposto associado a um sistema de drenagem reforçada, nas situações onde as sobrepressões no tardo são significativas;
- **Intervenção Tipo III** – revestimento com geocomposto em passagens inferiores;

<sup>33</sup> Fonte: Arquivo do autor

- **Intervenção Tipo IV** – reperfilamento de canal, isto é, remoção do revestimento existente e construção de um novo de betão armado em solução clássica com filtros e drenos.

Estas intervenções foram complementadas com outras obras de modo a garantir a estabilidade e duração das intervenções propostas. Nestas, incluíram-se as valetas, os aquedutos, as passagens superiores de água, as entradas de água, as vedações e as serventias ao longo dos canais.

No ano seguinte, em 1999, desenvolveram-se os projectos de reabilitação do denominado troço intermédio do Canal Conductor Geral, o qual abrange o Troço III e parte do Troço IV, e da protecção do Sifão do Arão, no atravessamento sob o leito da ribeira que lhe dá o nome. Ficavam, assim, melhoradas as condições de escoamento e reduzidas as perdas de água até à Estação de Tratamento de Água de Portimão, garantido o fornecimento para rega e para abastecimento público nas melhores condições. A extensão total do circuito reabilitado foi de 7,2 km. No Sifão do Arão, na zona de travessia da ribeira com o mesmo nome, foram projectadas obras de consolidação da fundação, mantendo-se a original estrutura em conduta em pressão.

Tal como no primeiro projecto, foram adoptados os quatro tipos de intervenção atrás referidos. À excepção da protecção do Sifão do Arão, as obras de reabilitação dos troços em canal foram executadas. Na mesma oportunidade foi realizado o projecto de execução e respectiva obra de protecção do dique do Vale da Lama, numa extensão de mais de 300 metros. No final de 2006 iniciaram-se os estudos e projectos de “Reabilitação da Rede de Rega e da Bacia de Dissipação de Energia a Jusante da Barragem da Bravura”, trabalho que incluía:

- Os 250 m iniciais do troço I do canal conductor geral e a ponte-canal da Figueira;
- O distribuidor do Vale da Lama;
- O sifão do Arão (devido a exigências de carácter ambiental foi necessário reformular o projecto);
- A bacia de dissipação da barragem, necessariamente.

Neste trabalho a intervenção do autor resumiu-se, fundamentalmente, ao diagnóstico das patologias dos troços do conductor geral e do distribuidor do Vale da Lama. Este último circuito tem um desenvolvimento total da ordem dos 10 km e domina toda a margem direita da ribeira de Odeáxere, beneficiando 393 ha. Alimenta uma área significativa de campos de golfe, beneficiários do perímetro. Desde sempre se registaram deslizamentos das encostas anexas aos primeiros troços do adutor, impedindo o fornecimento de água por períodos consideráveis. As questões geotécnicas tinham que ser bem estudadas. Sinais de degradação física eram também evidentes ao longo dos 10 km que foram percorridos pela equipa de projecto.



**Foto 4-3 – Obras de Reabilitação dos Canais do Alvor<sup>34</sup>**

O Aproveitamento Hidroagrícola do Alvor é o paradigma da obra onde agricultura de regadio não foi o principal motor da sua reabilitação, pelas razões apontadas logo no início. Foram os utilizadores não agrícolas que, não produzindo bens alimentares, contribuíram para a redução das perdas de água e para uma utilização racional dos recursos hídricos.

<sup>34</sup> Fonte: Arquivo do autor

#### 4.9. Aproveitamentos Hidroagrícolas do Alto Sado, de Campilhas e São Domingos e de Fonte Serne

No final de 1996 o autor assumiu a responsabilidade técnica do Estudo Prévio para a Reabilitação e Modernização dos Aproveitamentos Hidroagrícolas do Alto Sado, de Campilhas e São Domingos e de Fonte Serne, na bacia superior do rio Sado. Nesta parte da bacia hidrográfica do rio Sado existem cinco obras de rega de iniciativa estatal que são geridas e exploradas pela ARBCAS, sediada em Alvalade. A área total beneficiada é de 6 097 ha.

Em 1954 entrou em exploração o aproveitamento de Campilhas e São Domingos, beneficiando 1 842 ha de solos aluvionares junto às ribeiras com os mesmos nomes e até à povoação de Alvalade-Sado. O aproveitamento é servido pela barragem e albufeira de Campilhas e por uma rede de canais dimensionados para a rega gravítica. Quase duas décadas depois, em 1972 entrou em exploração o aproveitamento do Alto Sado, o qual, através da barragem do Monte da Rocha e de uma extensa rede de canais, permitiu a beneficiação de 3 713 ha, desde a referida barragem até ao aproveitamento de Campilhas e São Domingos.

Em 1979 iniciou-se a exploração do aproveitamento de Fonte Serne, do qual também faz parte uma barragem e rede de canais para a rega de 408 ha. A estas obras juntaram-se em 1990 os pequenos aproveitamentos de Monte Gato e Miguéis, que cobrem 134 ha de regadio.

A ARBCAS tem a seu cargo uma vasta área de regadio dispersa num território extenso e heterogéneo. Explora cinco barragens de terra que permitem o armazenamento de 138,4 hm<sup>3</sup>. A rede de rega tem um desenvolvimento total de cerca de 284,6 km, dos quais cerca de 119,8 km constituem a rede primária. Existem, também, duas estações elevatórias intercaladas na rede primária do aproveitamento de Campilhas e uma central hidroeléctrica junto à barragem do mesmo aproveitamento. A rede de enxugo e drenagem tem um desenvolvimento total de 36,2 km.



Foto 4-4 – Canal de Campilhas. Ante e Durante a Reabilitação<sup>35</sup>

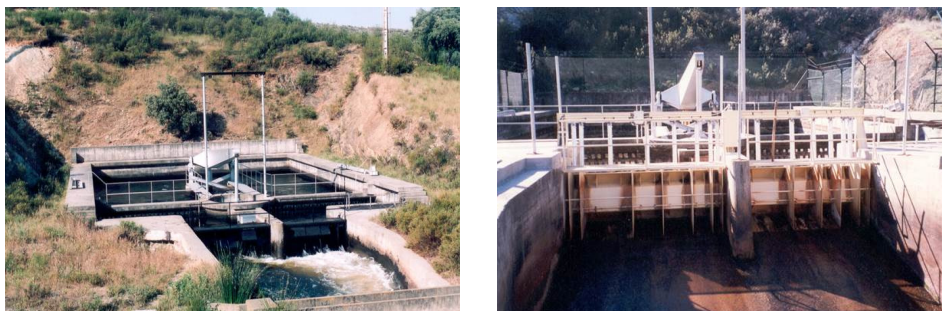
Entre outras, o aproveitamento hidroagrícola da bacia superior do Sado tem as seguintes particularidades:

- É composto por cinco obras de concepção muito semelhante, que foram sendo construídas desde os anos cinquenta, cada uma em diferentes estágios conservação/degradação;
- As cinco obras ocupam um espaço territorial muito vasto face à área beneficiada, com uma rede de rega muito densa. Veja-se que entre a barragem do Monte da Rocha e Alvalade a distância é superior a 25 km, o mesmo se verificando entre a barragem de Campilhas e aquela localidade.

Estes dois factos dão, desde logo, indicações sobre os recursos humanos e materiais que são necessários mobilizar diariamente para gerir, explorar e controlar os circuitos hidráulicos dos cinco empreendimentos, concebidos para a rega por gravidade e com

<sup>35</sup> Fonte: Arquivo do autor

controlo por montante. O peso da mão-de-obra, neste caso materializado pelo cantoneiro era, já na altura, muito significativo e cada vez mais difícil de mobilizar. A zona de influência de cada cantão era igualmente excessiva face aos meios de transporte disponíveis para atender aos vários pontos da rede. As comunicações móveis não eram tão fáceis como são hoje, também convém referir. Os trabalhos de manutenção, conservação e reparação eram demorados e dispendiosos porque, para além da idade avançada de algumas infra-estruturas, os circuitos hidráulicos são muito extensos. Veja-se que a densidade média total das redes colectivas é da ordem dos 76 metros por ha, valor muito elevado e que consome significativos recursos humanos e financeiros.



**Foto 4-5 – Tomada de Água do Monte da Rocha. Antes e Depois da Automação<sup>36</sup>**

À data do estudo prévio, no final dos anos 90, a adesão ao regadio era baixa, o que se reflectia negativamente nas receitas da associação de regantes e beneficiários. É escusado repetir as consequências de tal situação.

Mais do que grandes obras de reconversão, passando do sistema gravítico para o fornecimento de água em pressão, interessava à associação dispor de mecanismos de tele controlo e de tele comando de nós hidráulicos fundamentais dos canais e, para estes, ter as melhores soluções técnicas e económicas para a sua recuperação e reabilitação. Interessava, mais do que tudo, garantir o fornecimento de água aos seus clientes e, daí, obter receitas tão necessárias receitas.

Na sequência do estudo prévio realizaram-se várias obras de reabilitação de canais, o que permitiu uma redução significativa das perdas de água. Numa parte considerável dos troços reabilitados foi empregue tela de PVC.

Foi da responsabilidade da equipa técnica do autor o estudo hidráulico da bateria de módulos da tomada de água da barragem do Monte da Rocha e do troço inicial do canal condutor geral com Aproveitamento Hidroagrícola do Alto Sado.

Este estudo teve a particularidade de se poder recorrer a modelos matemáticos e fazer a confirmação dos resultados em modelo real. Isto é, o Inverno de 1997 foi de tal maneira pluvioso que foi possível colocar o canal à carga máxima fora da campanha de rega e avaliar o comportamento do circuito, em particular o afogamento dos módulos da testa de montante do canal.

A seguir fez-se o projecto da monitorização, automatização e telegestão dos módulos da tomada de água.



**Foto 4-6 – Nó Hidráulico da Torre Vã. Antes e Depois da Automação<sup>37</sup>**

Quase na mesma altura, elaborou-se o projecto da monitorização, automatização e telegestão do nó hidráulico da Torre Vã, também no canal condutor geral do Ato Sado. Seguiram-se mais dois projectos de menor dimensão: a reabilitação do caminho de

<sup>36</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>37</sup> Fonte: Arquivo do autor

acesso à tomada de água da barragem do Monte da Rocha e a substituição da regadeira 32 de Campilhas, junto a Alvalade, na sequência das obras de reformulação da linha férrea.

#### 4.10. Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo e Projecto do Bloco 1

Em 1997, na mesma altura do arranque do primeiro projecto de Alqueva (a Infra-estrutura 12), iniciou-se um processo que se prolongou por 9 anos – o Estudo Prévio para a Reabilitação e Modernização do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo e o Projecto de Execução do Bloco 1 de Reabilitação.

Foi o primeiro trabalho que o autor assumiu na qualidade de gestor de projecto, com todas as responsabilidades técnica e administrativa. Não se pode deixar de dizer que foi um processo difícil de conduzir, por ter sido o primeiro com responsabilidades acrescidas, pelo contexto em que se desenrolou e pela sua especificidade.

Desde a sua construção, a Obra de Rega do Roxo foi sempre rica em problemas pelas razões mais variadas, das quais se destacam:

- A deficiente qualidade de alguns solos para o desenvolvimento da agricultura, em geral, e do regadio, em particular, devido, fundamentalmente, à má drenagem;
- A irregularidade dos recursos hídricos, com períodos significativos de escassas afluências, e as restrições de armazenamento na albufeira devido a problemas estruturais no corpo da barragem;
- Os problemas infra-estruturais de algumas obras;
- O contexto económico e social que coincidiu com os primeiros anos da sua exploração, onde as convulsões políticas da revolução de Abril se fizeram sentir sobremaneira e durante muitos anos, deve dizer-se.

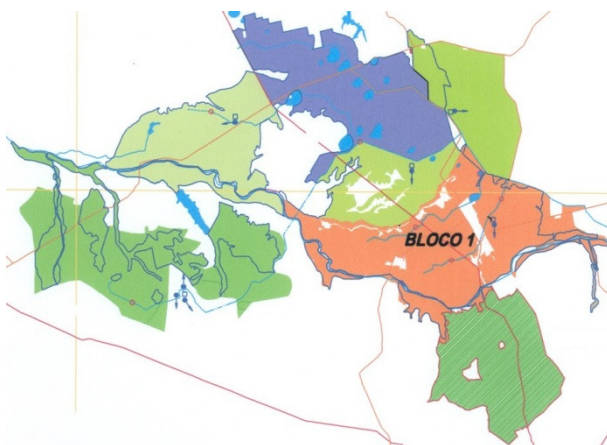


Figura 4-1 – Blocos de Reabilitação do Roxo<sup>38</sup>

Este aproveitamento foi implantado nos chamados Campos do Roxo, a Norte de Aljustrel, beneficiando maioritariamente as terras situadas na margem direita da ribeira do Roxo. A sua construção decorreu entre 1963 e 1968 e foi integrada na 1ª fase do Plano de Rega do Alentejo, a qual previa a beneficiação de uma área de 4 960,6 ha, utilizando apenas os recursos hídricos provenientes da bacia hidrográfica do Roxo.

Estava reservada para uma 2ª fase o alargamento para 12 200 ha, utilizando, para tanto, o reforço proveniente do sistema de Alqueva. Previa-se que o alargamento se fizesse para norte da 1ª fase, dominando uma mancha triangular, cuja base seria o rio Sado entre a foz das ribeiras da Figueira e do Roxo e o vértice na barragem. O sistema primário já havia sido construído para

<sup>38</sup> Fonte: Arquivo do autor

atender a tal alargamento. À data do estudo, a área do aproveitamento era oficialmente de 5 041 ha, em harmonia com o Despacho publicado no Diário de Governo nº 183, II Série de 7 de Agosto de 1974.



**Foto 4-7 – Limpa Grelhas no Canal Condutor Geral e Módulos Servo-motorizados no início do Canal de Ligação ao Reservatório do Bloco 1<sup>39</sup>**

Eram variadíssimos os problemas do aproveitamento e diversas as vezes que opinavam sobre os mesmos. Foi sempre muito difícil chegar a consenso. No estudo prévio que a equipa técnica elaborou evidenciaram-se os seguintes principais estrangulamentos ao desenvolvimento do regadio:

- **Recursos hídricos** – a irregular distribuição das precipitações, a ocorrência de alguns anos de seca, as obras de consolidação do corpo da barragem e a construção de barragens particulares na bacia hidrográfica do Roxo, limitaram fortemente o armazenamento de água na albufeira. Esta situação, independentemente de não tornar possível a regularização inter-anual dos volumes armazenados, não permitiu, também, programar de ano para ano a instalação culturas regadas nem garantir a total satisfação das suas necessidades hídricas. Por outro lado, a escassez de recursos hídricos teve reflexos ao nível da diminuição das receitas da Associação com a venda de água, indispensáveis para fazer face aos trabalhos de manutenção e conservação das obras.
- **Recursos pedológicos** – as principais restrições pedológicas do aproveitamento prendiam-se, e prendem-se, com a deficiente drenagem de, pelo menos, 1/3 da área beneficiada, devido à predominância de Planossolos. Nas restantes manchas, dada a sua reduzida fertilidade e baixa capacidade de água utilizável, a obtenção de produções aceitáveis só era possível à custa da aplicação de grandes quantidades de fertilizantes e de pequenas dotações de rega, com elevada frequência. As deficientes condições de drenagem (interna e externa) de uma parte importante dos solos do aproveitamento, quase que impediam a prática de culturas outono-invernais e limitavam de forma acentuada o desenvolvimento de outras culturas de regadio, que não o arroz. Como tal, as produções obtidas eram baixas, de uma forma geral.
- **Estrutura das empresas agrícolas** – cerca de 55% das explorações agrícolas têm áreas inferiores a 5 ha, ocupando, no entanto, 11% da área equipada. A reduzida dimensão da propriedade, associada às restrições hídricas e pedológicas, não permitia a obtenção de rendimentos líquidos de exploração compatíveis com o bem-estar sócio-económico de muitos dos agricultores, procurando estes fora do sector agrícola um complemento para a resolução dos seus problemas financeiros. As produções e os rendimentos eram baixos e a concessão de créditos de campanha era dificultada devido à ausência de património hipotecável. Em muitas situações verificava-se o incumprimento do pagamento da água consumida. Apesar de tudo, era cada vez maior procura de água por parte de agricultores com prédios ou parcelas fora do aproveitamento, regando a título precário, o que confirmava que a agricultura de sequeiro estava condenada na região.
- **Mercados agrícolas** – em relação aos quais se evidenciavam: os preços pagos à produção e os circuitos de escoamento e transformação dos produtos. No primeiro caso, com a aplicação das políticas comuns de mercado e a livre circulação de bens e serviços, deixou de haver protecção em relação a certos produtos, aumentando, ao mesmo tempo, a concorrência com os restantes parceiros comunitários. O preço de alguns produtos agrícolas sofreu uma ligeira descida, com a consequente diminuição do rendimento dos agricultores, principalmente daqueles com explorações agrícolas mais pequenas. A falta de

<sup>39</sup> Fonte: Arquivo do autor

capacidade de investimento dos agricultores, aliada à reduzida expectativa de boas produções e de as colocar no mercado com bons preços foi motivo suficiente para uma menor adesão ao regadio. Em relação ao segundo aspecto, o encerramento das fábricas de concentrado de tomate, CONSOL, ECA e da Cooperativa Hortofrutícola do Roxo, originou uma forte redução na área cultivada com tomate para indústria e da generalidade das culturas hortofrutícolas. O fecho da Cooperativa do Roxo teve maior repercussão nos agricultores seareiros/rendeiros e nos proprietários das hortas que deixaram de ver os seus produtos escoados, agravando a economia já de si debilitada das pequenas explorações do tipo familiar. A incapacidade de escoamento dos produtos agrícolas fez diminuir o rendimento dos agricultores, piorou as condições em que se encontravam as explorações agrícolas e fragilizou o desenvolvimento da região.

- **Infra-estruturas existentes** – que incluem as obras hidráulicas, a rede de drenagem e as vias de comunicação. Pouco ou nada se acrescenta sobre estas para além do que se disse sobre os anteriores aproveitamentos. Os problemas estruturais e de funcionamento eram semelhantes.

O estudo prévio para a reabilitação e modernização do Aproveitamento Hidroagrícola do Roxo ficou terminado em 1999, com a apresentação do relatório final. Neste, para além de todos os estudos de caracterização do perímetro e das obras e da análise dos recursos disponíveis, apresentaram-se as propostas de intervenção, tendo em consideração a nova realidade agro-sócio-económica e a futura integração do empreendimento no sistema de Alqueva. Em suma, foram propostas as seguintes grandes acções:

- A criação de blocos colectivos de rega em pressão;
- A interligação com a 2ª fase do Roxo;
- A reabilitação da rede primária de rega;
- A reabilitação da rede secundária de rega;
- A reabilitação da rede viária;
- A reabilitação da rede de drenagem;
- O planeamento da rede eléctrica;
- A monitorização, automatização e telegestão do aproveitamento;
- A implantação de sistemas de informação geográfica;
- O reforço das disponibilidades da albufeira (novas origens de água); e
- A promoção de projectos de investigação.

Das acções propostas, destacam-se a reconversão dos sistemas de distribuição de água aos agricultores e a interligação com a 2ª fase do Roxo e a sua ligação ao sistema de Alqueva.

No primeiro caso, foram criados cinco blocos colectivos de rega em pressão, com reservatórios de regularização associados, para beneficiar uma área de 5 663 ha, repartida por 708 prédios rústicos. A área não reconvertida cifrou-se em 1 299 ha. Com esta nova configuração, a obra de rega do Roxo passaria dos 5 041 para os 6 962 ha, mais 1 921 ha.

No que respeita à futura arquitectura dos circuitos hidráulicos, foram propostas alterações significativas que compreendiam a eliminação de algumas obras e o aproveitamento de outras para a expansão e ligação ao circuito Sado-Morgavel. Todas estas soluções tinham custos de investimento e encargos de exploração menores que as anteriormente estudadas.

Pouco tempo após a conclusão do estudo prévio, o Instituto de Hidráulica, Engenharia Rural e Ambiente lançou um concurso para a elaboração do projecto de execução do Bloco 1 de Reabilitação, trabalho que foi adjudicado à ProSistemas e que o autor se encarregou de executar, logo em Abril de 1999.

Este bloco compreendia o núcleo de minifúndio situado entre as povoações de Montes Velhos, Aldeia Nova e Jungeiros, que tinha sido identificado como primeira unidade de reabilitação. Dado o minifúndio e o elevado número de beneficiários, a sua implementação teria (e teve) forte impacte. Um dos principais desafios do projecto residia na construção de novas infra-estruturas

de rega junto às existentes e sem afectar o seu funcionamento. Inicialmente, estava prevista a beneficiação de 1 423 ha através de uma rede colectiva em pressão servida por uma estação elevatória e um reservatório de regularização, alimentados por um canal ligado ao condutor geral. O detalhe das soluções situava-se ao nível de estudo prévio, pelo que, antes de se avançar para o projecto de execução, houve que estudar mais em pormenor esta nova unidade de rega. Estes estudos compreenderam os seguintes aspectos fundamentais:

- A delimitação final do Bloco 1
- A arquitectura da rede de rega, localização e tipo de pontos de entrega de água aos agricultores;
- A concepção do sistema elevatório;
- A localização e dimensão do reservatório regularização;
- O traçado e dimensão do canal de alimentação do reservatório;
- As infra-estruturas complementares de drenagem e de caminhos rurais e agrícolas.

Após a aprovação destes trabalhos foram elaborados os projectos de execução das infra-estruturas do Bloco 1, o qual passou a beneficiar uma área total de 1 729 ha, dos quais 1 684 ha correspondem a área equipada. À área inicial acrescentaram-se vários prédios e parcelas de rega, o que tornou o bloco homogéneo e permitiu desactivar dois distribuidores secundários – Jungeiros e São João.



**Foto 4-8 – Reservatório e Estação Elevatória do Bloco 1<sup>40</sup>**

O Bloco 1 contemplou 191 regantes e 354 prédios rústicos, divididos em 606 parcelas de rega com uma área média de 2,8 ha. Neste bloco adoptou-se o sistema de rede secundária com rede de aproximação associada, dado o grande número de prédios e o minifúndio. A rede secundária ficou com cerca de 39 km, com condutas de betão pré-esforçado com alma de aço e de PEAD, de diâmetros compreendidos entre 110 mm e 1200 mm, inclusive. A esta rede acresceram 11,4 km de redes de aproximação de tubagem de PEAD (de 75 mm a 160 mm, inclusive). Para o fornecimento de água aos agricultores foram projectados 126 hidrantes, 218 bocas de rega e 351 tomadas em redes de aproximação à parcela.

Após a conclusão da obra, o autor tem dúvidas se neste bloco a solução de redes de aproximação foi a mais adequada do ponto de vista económico.

As obras hidráulicas primárias do bloco compreenderam um canal de ligação, um reservatório e uma estação elevatória.

O canal de ligação foi projectado aproveitando o traçado inicial do distribuidor de Jungeiros, que ficou desactivado. Desenhou-se um circuito com 1,07 km de desenvolvimento, de secção trapezoidal (altura e largura de rasto de 1,2 metros e espaldas a 1H:1V) e dimensionado para um caudal de 3,2 m<sup>3</sup>/s, com controlo a montante com dois módulos servomotorizados ligados ao sistema de telegestão. Projectou-se, também, a montante dos módulos, no condutor geral, um limpa-grelhas automático. No final do canal de ligação projectou-se um reservatório de regularização modelado no terreno e impermeabilizado com geomembrana. Com 5,5 metros de altura interior, o seu volume de armazenamento é de 93 dam<sup>3</sup>. Para pressurização da rede foi projectada uma estação elevatória com 5 grupos de eixo vertical e motor a seco, dimensionada para elevar um caudal máximo de 2,52 m<sup>3</sup>/s com uma altura manométrica de 74 metros. Para a limpeza da água de rega projectaram-se 3 filtros de tapete rotativo na câmara de aspiração, a

<sup>40</sup> Fonte: Arquivo do autor

montante dos grupos. Para atender ao futuro alargamento do perímetro para a margem esquerda da ribeira do Roxo, foi projectada uma segunda tomada de água no reservatório ao lado da do Bloco 1.

Para melhorar as acessibilidades no interior do bloco e para o seu exterior, projectaram-se 19 caminhos com um desenvolvimento total de 12,7 km. De igual modo, projectaram-se intervenções ao nível da drenagem, questão que sempre condicionou o desenvolvimento da agricultura na região e que esteve sempre presente em todas as discussões e reuniões de trabalho. Projectaram-se 15 obras de reabilitação de linhas de água, num desenvolvimento total de 11,5 km.

Em 2001 foram entregues todos os projectos e em 2003 foram preparados, a pedido do cliente, todos os elementos para o processo de concurso da empreitada de construção das infra-estruturas, o que veio a suceder em final de 2005. Entre a data do início dos projectos e o arranque das obras havia já decorrido tempo suficiente para que muito tivesse mudado no perímetro, ao nível do usufruto da terra, das tecnologias e das vontades dos agricultores e responsáveis pela organização e gestão do perímetro.

Como consequência, foi necessário reformular uma parte significativa das redes, em particular as de aproximação à parcela. Também, em resultado da pouca experiência do empreiteiro em realizar obras de hidráulica agrícola foi necessário detalhar muitos elementos de obra a que àquele competia fazer. Devido a erros de projecto da equipa do autor, foi necessário reformular alguns elementos de obra.

Em 2006 ficou concluído o processo do Roxo.

#### **4.11. Reservatório e Estação Elevatória do Bloco 3 de Odiveelas**

Logo após o arranque do processo da Infra-estrutura 12 do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva, foi lançado um concurso para o estudo prévio e anteprojecto detalhado das infra-estruturas para a reabilitação e modernização do Aproveitamento Hidroagrícola de Odiveelas, trabalho que a ProSistemas não elaborou.

Mais tarde, em resultado do referido estudo prévio, foi lançado o processo de concepção/construção do Bloco 3 daquele aproveitamento hidroagrícola, que compreendia um reservatório, uma estação elevatória e uma rede colectiva de rega.

A ProSistemas participou como empresa projectista do consórcio de empreiteiros ETERMAR/OIKOS e ficou encarregue de desenvolver os estudos e os projectos do reservatório e da estação elevatória. O trabalho iniciou-se em Outubro de 2003 e a sua gestão ficou a cargo do autor.

Com base nos elementos do estudo prévio foi necessário detalhar todas as infra-estruturas e construí-las. O resultado final foi um pouco diferente da solução do anteprojecto detalhado, o que é natural e quase sempre acontece.

O Bloco 3 tem uma área total de 1 724 ha e foi dividido em dois sub-blocos com áreas muito idênticas: o Sub-bloco 3.1, com 861,45 ha, e o Sub-bloco 3.2, com 862,55 ha. Situa-se no interior da Obra de Rega de Odiveelas, entre o canal condutor geral e a povoação de Figueira dos Cavaleiros.

Para servir este bloco de reabilitação foi projectada e construída uma estação elevatória com dois patamares de bombagem: para o Bloco 3.1, com um caudal de 1,16 m<sup>3</sup>/s e 62,5 metros de altura manométrica, e para o Bloco 3.2, com um caudal de 1,118 m<sup>3</sup>/s e 60,5 metros de altura manométrica. Para protecção contra o choque hidráulico, cada patamar conta com dois reservatórios hidropneumáticos de 80 m<sup>3</sup> cada. O edifício desta estação elevatória tem a particularidade de albergar no seu interior todos os equipamentos, à excepção dos reservatórios hidropneumáticos que, pela sua altura, ficam no exterior. É uma solução que difere das três estações elevatórias da infra-estrutura 12. O desenho arquitectónico também é diferente.

A estação elevatória está equipada com grupos electrobomba de eixo horizontal, alimentados em carga por um colector único, ligado à tomada de água de uma barragem de terra, a qual cria uma albufeira na margem esquerda do canal que a alimenta.

Para este bloco adoptou-se o conceito de barragem de aterro ao invés de reservatório modelado no terreno e com tela impermeável. É uma pequena obra com 6,5 metros de altura máxima e cerca de 400 metros de comprimento de coroamento. Este

dique cria um armazenamento de cerca de 95 dam<sup>3</sup>, com um espelho de água da ordem dos 3,5 ha. As afluições naturais são muito reduzidas, dado que a bacia hidrográfica não tem mais do que 14 ha. Em todo o caso, a obra está equipada com os necessários órgãos de segurança e exploração.



Foto 4-9 – Estação Elevatória e Reservatório do Bloco 3 de Odivelas<sup>41</sup>

## 5. OUTROS ESTUDOS E PROJECTOS

### 5.1. Generalidades

Entendeu o autor dever incluir no presente documento cinco trabalhos desenvolvidos nos primeiros tempos da sua actividade profissional, todos eles lançados em obra, na sua versão inicial ou com modificações. À excepção do Enxoé, são todas pequenas obras de desenvolvimento rural, nada comparadas, em dimensão, com as do empreendimento de Alqueva. Enxoé é um sistema multimunicipal de abastecimento de água às populações da margem esquerda do rio Guadiana.

### 5.2. Aproveitamento Hidroagrícola do Pranto

Em 1990 a Hidrotécnica Portuguesa venceu o concurso para a elaboração do projecto de execução da estação elevatória do Pranto.

O trabalho marcou o autor por duas razões fundamentais: foi o seu primeiro projecto e é uma obra de concepção muito simples, face à complexidade do problema que tinha que ser resolvido. Para a empresa foi um desastre financeiro, dado o baixo valor do contrato e as horas e meios que foram afectados para a realização do projecto.

O rio Pranto é o último afluente da margem esquerda do rio Mondego e ao longo do seu vale aluvionar desenvolve-se uma importante área agrícola, onde a orizicultura desempenha um papel muito importante.

O trabalho tinha como objectivo projectar uma estação elevatória de rega e de drenagem para beneficiar 455 ha do vale do Campo do Conde, a sul da intersecção da linha férrea com o rio Pranto. O local previsto para construção da obra era junto à confluência da vala da Galegoa com o rio Pranto, a cerca de 150 metros a nordeste da confluência da vala Real com aquele rio. Neste local, rodeado de valas e linhas de água, faz-se sentir o efeito das marés.

Mais que as questões de natureza geotécnica e de fundação das infra-estruturas, havia que encontrar uma solução simples e económica que permitisse a rega no Verão e o enxugo e a drenagem nas épocas pluviosas.

A obra projectada, e que está hoje construída, consiste numa espécie de “barco furado” equipado com bombas submersíveis e jogos de comportas (em cima e em baixo). A estrutura está dividida em três módulos independentes, contendo cada um uma bomba submersível, duas comportas ao nível da soleira (MB – Montante Baixo e JB – Jusante Baixo) e duas comportas a um nível superior (MA – Montante Alto e JA – Jusante Alto). A bomba submersível está instalada no interior de uma tubagem metálica e pode ser retirada para o nível superior da infra-estrutura.

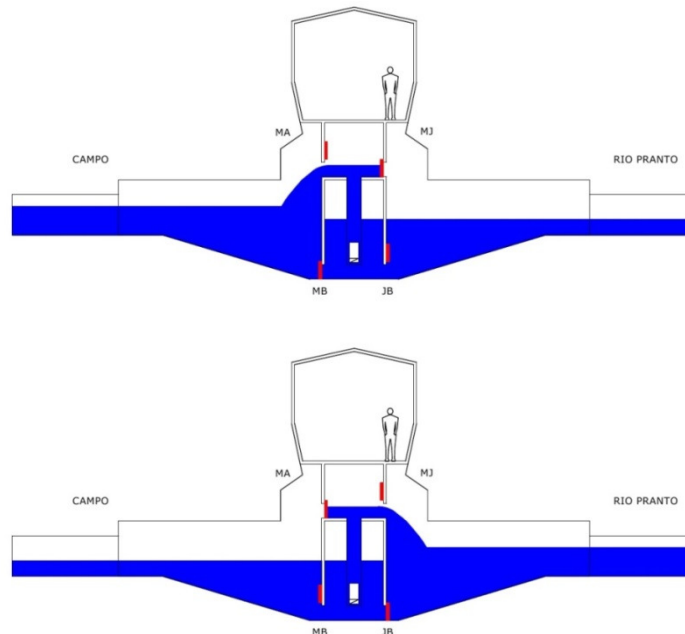
<sup>41</sup> Fonte: Arquivo do autor



**Foto 5-1 – Estação Elevatória do Pranto<sup>42</sup>**

A obra foi construída a seco, do lado esquerdo da confluência da vala da Galegoa com o rio Pranto. A ligação da vala Real com este rio foi selada e abriu-se um canal até à estação elevatória. No início deste novo canal instalaram-se comportas de seccionamento. O funcionamento desta obra é muito simples e foi projectado para operar em modo manual.

Quando se pretende regar, com água do rio Pranto, são fechadas as comportas MB e JA, abertas as comportas JB e MA e são colocadas as bombas em funcionamento.



**Figura 5-1 – Estação Elevatória do Pranto. Esquema de Funcionamento<sup>43</sup>**

O sistema também pode funcionar sem bombagem caso os níveis de água no Pranto sejam compatíveis com a alimentação gravítica da vala Real. Nessa situação, as comportas de fundo (MB e JB) deverão ser abertas. Na situação de enxugo e drenagem, abrem-se as comportas MB e JA, fecham-se as comportas JB e MA e ligam-se as bombas. É a situação inversa da rega. A drenagem também pode ser feita sem bombagem, abrindo-se as comportas de fundo e deixando passar a água da vala Real para o Pranto.

Esta obra é o paradigma do conceito “*small is beautiful*”. Talvez hoje fosse projectada com um sistema de funcionamento automático e com telegestão mas tal não impediria o roubo da porta de entrada, como aconteceu.

<sup>42</sup> Fonte: José Ferreira dos Santos

<sup>43</sup> Fonte: Arquivo do autor

### **5.3. Aproveitamento Hidroagrícola da Vermiosa**

Pouco tempo após a conclusão do projecto da estação elevatória do Pranto, o autor participou no estudo prévio e no projecto de execução da estação elevatória do Aproveitamento Hidroagrícola da Vermiosa.

Este aproveitamento situa-se na região centro, junto à sede de freguesia da Vermiosa, no concelho de Figueira de Castelo Rodrigo, distrito da Guarda. É uma pequena unidade de minifúndio com 131 ha e 162 beneficiários, de acordo com os registos oficiais.

A origem de água deste empreendimento é uma albufeira com 2,2 hm<sup>3</sup> de volume útil, criada pela construção de uma barragem na ribeira da Devesa, a sul da povoação da Vermiosa. Trata-se de uma obra de aterro com 15,5 metros de altura máxima acima do leito e 288 metros de desenvolvimento de coroamento. A partir da barragem segue uma linha de adução com 1,2 km até à estação elevatória do perímetro de rega.

O projecto tem a particularidade de ter um sistema elevatório com dois níveis de protecção contra o choque hidráulico: um, a montante, para protecção contra as oscilações ao longo do troço morto da conduta de alimentação da estação; outro, para a protecção da rede colectiva de rega. Para além da concepção geral da estação elevatória, o autor deu particular detalhe ao sistema de protecção contra os choques hidráulicos através de reservatórios hidropneumáticos. Dada a variação altimétrica no interior do perímetro, a estação elevatória foi equipada com dois escalões de bombagem, garantindo-se a todos os utilizadores uma pressão mínima de trabalho de 3 bar.

As obras foram construídas e a sua gestão e exploração ficaram a cargo da Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro e da Junta de Agricultores da Vermiosa, entidades que enfrentaram sempre grandes problemas, com destaque para os actos de vandalismo de que foi alvo a estação elevatória e que a deixou inoperacional durante muito tempo. Em 2006, a Direcção Regional lançou um concurso público para o projecto de “Ampliação e Reabilitação do Aproveitamento Hidroagrícola da Vermiosa”, com o objectivo de ampliar o perímetro para mais 121 ha e remodelar o sistema elevatório.

O autor desconhece que seguimento teve o processo.

### **5.4. Aproveitamento Hidráulico do Enxoé**

O contacto com os problemas do território a que se atribui a designação de margem esquerda do Guadiana começou no princípio dos anos 90, quando foram adjudicados à Hidrotécnica Portuguesa os estudos e projectos do Aproveitamento Hidráulico do Enxoé.

Em causa estava a construção de uma barragem, de uma estação de tratamento de água (ETA) e de uma rede de transporte e distribuição de água potável para as povoações situadas entre Pias e Mértola, inclusive.

Para além do abastecimento público a cerca de 25 mil habitantes, os estudos iniciais contemplavam a rega de uma área de cerca de 1 200 ha a sudoeste da barragem. Alguns destes solos pertencem agora ao Aproveitamento de Brinches – Enxoé, de Alqueva. Para tal, seriam construídas duas estações elevatórias: uma, associada à ETA; e outra para alimentar um canal que conduziria a água por gravidade até aos agricultores. As fracas disponibilidades hídricas da bacia hidrográfica, a necessidade urgente de servir as populações da região e o relançamento do empreendimento de Alqueva, confinou o projecto ao abastecimento público.

Ao autor foram atribuídos os estudos dos sistemas elevatórios e, mais tarde, o projecto de execução de uma extensão significativa de rede de condutas de transporte e de distribuição de água. O projecto de Enxoé terá sido dos últimos em que se utilizaram bases topográficas desenhadas à mão e no qual os traçados em planta e em perfil foram feitos com régua e transferidor. Estava-se no limiar da generalização do desenho assistido por computador (CAD).

A barragem do Enxoé ficou concluída no final de 1999.

### **5.5. Aproveitamento Hidroagrícola da Foz do Guadiana**

O projecto do Aproveitamento Hidroagrícola da Foz do Guadiana foi o último em que o autor participou enquanto colaborador da Hidrotécnica Portuguesa.

Tratava-se de um projecto lançado pela Direcção Regional de Agricultura do Alentejo e impulsionado por cinco agricultores que exploravam cerca de 350 ha de solos situados no anfiteatro do rio Guadiana, a norte de Quintos. Era necessário construir uma barragem na ribeira da Foz do Guadiana e uma estação elevatória com uma altura de elevação considerável, dado o grande desnível altimétrico entre a albufeira e a maior parte da mancha de rega.

O projecto foi desenvolvido e entregue ao cliente mas não teve sequência. A mancha de rega pertence hoje ao Aproveitamento Hidroagrícola de São Pedro – Baleizão, do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

## **5.6. Aproveitamento Hidroagrícola de Vale de Madeiro**

Um dos primeiros trabalhos que o autor desenvolveu como colaborador da ProSistemas foi o do Aproveitamento Hidroagrícola de Vale de Madeiro<sup>44</sup>, que incluiu os estudos hidráulicos da barragem de Vale Madeiro e o projecto de execução da rede de rega.

O processo iniciou-se em meados de 1995, com os primeiros estudos, e terminou no início de 2005, na fase de assistência técnica à empreitada de construção das obras. Ao longo de uma década muita coisa mudou no território com uma pressão urbanística muito forte.

O perímetro de rega tem uma área total de cerca de 300 ha, que são explorados por 126 beneficiários. A mancha de regadio situa-se junto à cidade de Mirandela e desenvolve-se nas baixas aluvionares das ribeiras de Agricha, Mourel e Carvalhais. É um aproveitamento de minifúndio, com contornos irregulares no primeiro terço e confrontado na parte final com a pressão urbanística de Mirandela, de Vila Nova das Patas e Carvalhais. Pressão, essa, que levou à supressão do perímetro de cerca de 15 ha de terras aráveis, espaço que foi ocupado por infra-estruturas rodoviárias e outros equipamentos urbanos. A origem de água do aproveitamento é a barragem de Vale Madeiro, que está construída numa secção da ribeira da Agricha. O volume total da albufeira é de 1,335 hm<sup>3</sup>.

Dada irregularidade da mancha de rega, desenvolveu-se todo o projecto com tubagem de PEAD. Contudo, o empreiteiro contratado executou a obra com uma variante com tubagem de ferro fundido dúctil para os diâmetros iguais ou superiores a 600 mm. Para os restantes diâmetros manteve-se o projecto original. Como alteração/complemento ao projecto inicial foi construída a jusante da barragem uma estação de filtração com filtros automáticos de funcionamento em pressão.

Dado o período decorrido entre o projecto e a obra, foi necessário prestar uma assistência técnica especial para solucionar problemas não previstos anteriormente e que se deveram essencialmente ao crescimento da malha urbana. Na fase de assistência técnica especial foi desenvolvido um pequeno projecto de alargamento do perímetro para norte do Itinerário Principal 4 (IP 4), cujo eixo rodoviário se considerou dever constituir em 1995 o limite Nordeste da obra de rega. Esta nova área, com 32,61 ha e 33 parcelas exploradas por 23 beneficiários, designou-se por Sub-bloco de Vale Pereiro e nunca chegou a ser construída.

## **6. PLANOS GERAIS E PARECERES**

### **6.1. Nota Prévia**

Os planos gerais e os pareceres são geralmente elaborados quando já se atingiram níveis elevados de experiência e de conhecimento técnico. Dirigir a realização de um plano geral requer anos de prática em trabalhos de maior pormenor. Aos poucos, vão-se vencendo degraus, vai-se perdendo o detalhe mas envolve-se o conjunto.

Dando uma imagem silvícola, começa-se por conhecer primeiro a árvore e depois vê-se a floresta no seu conjunto e esplendor. Quando não se segue este caminho, a tendência do executante, por ignorância ou inexperiência, é estudar a árvore primeiro. Nesse caso, o executante ainda não tem maturidade para dirigir um plano geral e tem que ocupar outra posição na equipa. Com os pareceres acontece o mesmo, embora a figura da equipa possa não existir e o cunho e personalidade do técnico estejam mais presentes.

---

<sup>44</sup> Inicialmente o aproveitamento designou-se por Vilar de Ledra por se ter assumido como definitiva a construção da barragem do empreendimento junto à povoação com aquele nome, numa secção da ribeira de Carvalhais.

## 6.2. Plano Regional de Água da Madeira

O Plano Regional de Água da Madeira foi um trabalho complexo e multidisciplinar, no qual o autor teve a oportunidade de estudar a agricultura na ilha da Madeira e o seu complexo sistema de levadas para a produção de energia, regadio e abastecimento urbano. O trabalho obrigou a uma aturada pesquisa sobre a história do arquipélago, a sua colonização e os seus sistemas de produção agrícola.

As poucas páginas escritas nos diferentes relatórios podem não revelar o trabalho que a equipa de agrónomos teve na recolha, selecção e síntese de informação. Acima de tudo, o estudo teve a particularidade de despertar para o autor uma forma muito peculiar de gestão dos recursos hídricos, infelizmente pouco divulgada na comunidade ligada ao desenvolvimento da agricultura de regadio.

## 6.3. Plano Nacional do Regadio

Em 2003 o autor deu uma pequena colaboração no Plano Nacional do Regadio, que foi elaborado pela ADISA – Associação para o Desenvolvimento do Instituto Superior de Agronomia.

Neste trabalho, a colaboração centrou-se no estabelecimento da estimativa de custos de investimento e de encargos anuais das obras de desenvolvimento hidroagrícola com vista à determinação do preço da água a suportar pelos agricultores e beneficiários dos aproveitamentos hidroagrícolas de Portugal Continental. Os custos e os encargos foram determinados para os pequenos regadios e para as obras de maiores dimensões. A grande dificuldade foi a recolha da informação dispersa e a sua validação.

## 6.4. Aproveitamentos Hidráulicos do Sul de Angola

A aventura por terras de Angola tinha começado em Junho de 2006 e já estava a dar alguns frutos.

Foi pedido ao autor que se deslocasse a Angola para fazer estudos de viabilidade de barragens e de aproveitamentos hidroagrícolas nas províncias da Huíla e do Cunene. Tecnicamente era muito complicado fazer o trabalho num período de duas semanas praticamente sem elementos de base. A ideia era fazer uma estimativa de custos de investimento na reabilitação de obras antigas com vista ao desenvolvimento da agricultura de regadio.

O desafio foi agarrado, a 7 de Julho de 2007 deu-se a partida para Luanda e, dois dias depois, para o Lubango.



Foto 6-1 – Barragem e Aproveitamento de Bata-Bata<sup>45</sup>

Logo após a chegada ao Lubango fez-se uma pequena incursão no planalto do Tchivinguiro, próximo da Humpata, à procura da barragem de Bata-Bata. Acreditou-se que as populações locais poderiam dar alguma informação, o que não veio a acontecer por dificuldades de comunicação. Só dois dias depois, com a ajuda de técnicos da Direcção Provincial de Agricultura, se conseguiu chegar ao local da barragem, a cerca de 10 km a sudeste da Missão Católica do Tchivinguiro. Era uma antiga fazenda do tempo colonial que, a julgar pela existência de um açude de alvenaria, deveria ter sido importante naquela região de difícil acesso. O açude mantinha a sua estrutura praticamente intacta mas os equipamentos já estavam destruídos e não era possível armazenar água na albufeira. A jusante da obra as populações locais tinham as suas pequenas lavras, regadas com alguma água que corria

<sup>45</sup> Fonte: Arquivo do autor

no mês seco de Julho. Através da inspeção visual das obras foi possível estimar os investimentos necessários à reabilitação da barragem. Que se tenha conhecimento, não se realizaram mais estudos sobre o local de Bata-Bata.

Fracassada a primeira tentativa de encontrar Bata-Bata, seguiu-se no dia seguinte para a província do Cunene com o objectivo de analisar as obras da Cova do Leão e do Calueque. Foi uma viagem inesquecível, entre outros motivos, pela sua duração ao longo de estradas completamente destruídas. A obra da Cova do Leão não existe mas é um projecto dos anos 60 integrado no conjunto de obras do Esquema de Aproveitamento Hidráulico da Bacia do Cunene. O que se encontrou foi o que restou de um pequeno açude de alvenaria e de uma captação de bombagem no rio Caculuvári, a montante da povoação da Cahama. Nesta região o rio Caculuvári tem características endorreicas em alguns troços e naquele mês de Julho praticamente não tinha água. Não se fez nenhum estudo concreto para além de um relatório circunstancial.

Nos trabalhos dos anos 60 o aproveitamento da Cova do Leão destinava-se à rega de 17 900 ha e ao fornecimento de água para abeberamento animal de um território com 870 km<sup>2</sup>. Para o efeito, seria necessário construir uma barragem a norte da Cahama com uma capacidade total de armazenamento de cerca de 776 hm<sup>3</sup>. Apesar da natureza arenosa dos solos e da presença da formiga salalé, as potencialidades da região são várias, destacando-se, entre outras, a produção de cana sacarina.



**Foto 6-2 – Ruína do Açude no Rio Caculuvári na Cahama, Cova do Leão<sup>46</sup>**

No mesmo dia seguiu-se para a povoação de Calueque, a cerca de 12 km da fronteira com a Namíbia.



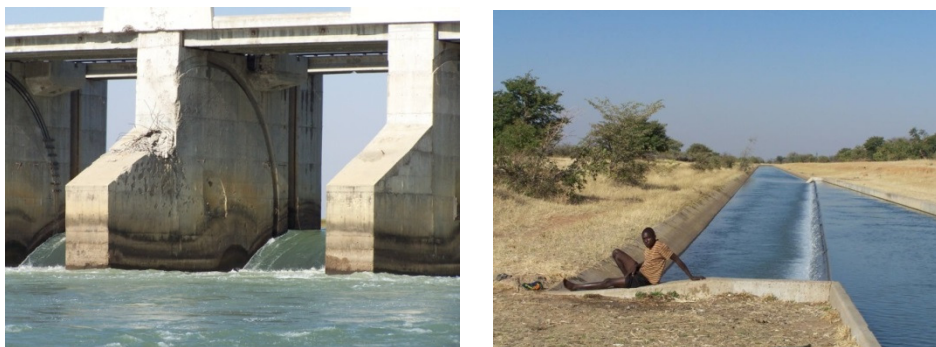
**Foto 6-3 – Rio Caculuvári e Paisagem Envolveante na Cahama, Cova do Leão<sup>47</sup>**

Neste local, numa secção do rio Cunene, existe uma importante barragem que foi iniciada em 1972, ao abrigo dos acordos entre os estados Português e Sul-Africano, tendo ficado praticamente concluída aquando da independência. Os caudais captados no Cunene são bombeados para um canal que segue para a Namíbia, distribuindo água para rega e para abastecimento urbano. Em Julho de 1988 as infra-estruturas do Calueque foram bombardeadas por aviões cubanos, aquando do conflito com a África do Sul. Em 2007 a barragem ainda se encontrava praticamente destruída e a estação elevatória funcionava de forma precária mas cumpria o seu papel de distribuição de água para o sistema de canais que seguem até Oshakati, a mais de 130 km da fronteira. Do lado angolano as populações aproveitavam a proximidade do canal para dele retirarem água para a rega das suas lavras. A

<sup>46</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>47</sup> Fonte: Arquivo do autor

agricultura, embora limitada de meios, é uma actividade importante na economia da região e elemento de fixação das populações. Contudo, a diminuição dos caudais chegados ao outro lado da fronteira compromete todas as actividades e a sobrevivência das populações que aí estão instaladas.



**Foto 6-4 – Barragem e Canal do Calueque<sup>48</sup>**

É curioso verificar a diferença de desenvolvimento hidroagrícola e de equipamentos urbanos e sociais entre um e outro lado da fronteira.

Naquela altura ainda não estava prevista a reabilitação da barragem e da sua estação elevatória, pelo que era necessário encontrar uma solução que permitisse aos agricultores angolanos desenvolver o regadio sem comprometer grandemente o abastecimento namibiano. A solução passou, necessariamente, pela construção de um reservatório de regularização que seria alimentado pelo canal com caudais reduzidos, conciliando esta derivação de caudais com os armazenamentos intermédios que existem do outro lado da fronteira. Associado ao reservatório seria construída uma estação elevatória dimensionada para dar pressão adequada aos sistemas de rega dos agricultores, que ocupavam uma área da ordem dos 500 ha. A rega localizada deveria ser adoptada, dadas as limitações de recursos hídricos. O estudo culminou com um plano geral e uma estimativa orçamental.

Em 2009, aproveitando algumas conclusões do parecer, o Ministério da Agricultura lançou um concurso para a elaboração do projecto de reabilitação do perímetro irrigado de Calueque e adjudicação da empreitada para a sua reabilitação. A equipa técnica da ProSistemas entrou como consultora do consórcio de empreiteiros EDIFER / OIKOS. O novo trabalho tinha um objectivo mais amplo e que consistia na instalação de um perímetro de rega de cerca de 4 000 ha, a promover em duas fases de 2 000 ha cada, de modo a beneficiar cerca de 400 agricultores. O trabalho deveria ser conduzido na modalidade de concepção / construção, sendo precedido de um projecto base e de um projecto de execução das seguintes infra-estruturas:

- Reabilitação do canal de Calueque, numa extensão de cerca de 12 km, desde o seu início até à fronteira com a República da Namíbia;
- Parcelamento da área agrícola, em três lotes-tipo;
- Estrutura de controlo e derivação no canal de Calueque, para alimentação de um reservatório de regularização/compensação;
- Reservatório modelado no terreno, revestido com tela impermeável, com uma capacidade útil de cerca de 200 000 m<sup>3</sup>, incluindo todos os órgãos de exploração e segurança;
- Uma estação elevatória com o objectivo de pressurizar uma rede colectiva de rega;
- Uma rede colectiva de rega;
- Sistemas de rega na parcela ou “on farm”, em cerca de 1/3 da área equipada;
- Uma rede de estradas e caminhos de ligação entre os centros populacionais e de acesso e circulação no interior do perímetro de rega;
- Uma rede de drenagem no interior do perímetro de rega;
- Instalações e outras obras complementares, sendo elas: (i) um edifício sede da entidade gestora do perímetro; (ii) oficina; (iii) Hangar de máquinas; (iv) armazéns para sementes, adubos, fitofármacos e materiais indiferenciados; (v) câmaras de frio;

<sup>48</sup> Fonte: Arquivo do autor

(vi) um edifício para laboratório; (vii) 20 habitações; (viii) habitações para guardas; (ix) entreposto para armazenamento e venda de produtos agrícolas; (x) sistemas de abeberamento de gado; (xi) lavandarias públicas e balneários.

Na fase de concurso realizaram-se os estudos prévios das infra-estruturas acima identificadas mas o processo não teve seguimento. Não houve adjudicação de qualquer estudo ou obra.

Na missão de Julho de 2007 foram estudadas mais duas obras: Sendi e Quipungo.

Junto à Missão Católica do Sendi, a cerca de 100 km a Leste do Lubango, existe uma barragem com graves problemas estruturais ao nível do corpo central de alvenaria, onde estão instalados os equipamentos de segurança e exploração. Concretamente, as comportas murais de admissão de água no canal não funcionam e é difícil e arriscado proceder à sua recuperação dada a presença de jacarés. Foram feitas várias tentativas para esvaziar a albufeira (com uma capacidade estimada de 9 hm<sup>3</sup>), uma dela drástica e que foi a abertura de um rombo no corpo do aterro, o que agravou ainda mais a estabilidade do dique.

Em 2007, para além dos problemas estruturais da barragem, estudaram-se soluções para aproveitar os pequenos caudais que a comporta avariada deixava passar para canal e, assim, regar alguma área do aluvião a jusante da barragem. Privilegiou-se a reabilitação do canal e a derivação gravítica para os terrenos mais baixos. Para os terrenos situados acima do canal deveriam ser utilizadas motobombas.

Nada avançou mas, segundo informações recentes, vai finalmente realizar-se a reabilitação da barragem.



**Foto 6-5 – Barragem do Sendi e Área Agrícola<sup>49</sup>**

A meio caminho entre o Lubango e a Matala encontra-se o município do Quipungo. No mesmo curso de água da barragem do Sendi, junto à sede do município, foi construída uma barragem destinada essencialmente ao abeberamento do gado e que está completamente destruída devido a cheias que danificaram o descarregador de superfície.

Logo a seguir à independência houve a pretensão de aproveitar a albufeira para regar as suas margens através de bombagem para reservatórios a meia encosta. Com o acentuar dos conflitos internos, tal não chegou a ser posto em prática, embora se tenha construído um reservatório.



**Foto 6-6 – Quipungo<sup>50</sup>**

<sup>49</sup> Fonte: Arquivo do autor

A solução proposta foi a reabilitação da barragem e, a partir da sua albufeira, fazer a captação directa para uma rede colectiva em pressão. A proposta foi semelhante à de Calueque só que com a albufeira ali a lado. À semelhança de Calueque, o Ministério da Agricultura lançou em 2009 idêntico procedimento para o Quipungo, contemplando a rega de 800 ha, também em duas fases de igual dimensão. Tal como Calueque, não houve qualquer adjudicação para o perímetro do Quipungo.

Contrariamente aos projectos de execução, os planos gerais e os pareceres não evoluem para qualquer realização material, ficando, muitas as vezes, esquecidos em gavetas.

### **6.5. Programa de Desenvolvimento Agro-pecuário do Planalto de Camabatela**

Quase no final de 2007, o GEPE – Gabinete de Estudos, Planeamento e Estatística do Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural de Angola lançou um concurso para a elaboração do Plano de Desenvolvimento Agro-pecuário do Planalto de Camabatela.

A empresa necessitava consolidar a sua posição no mercado angolano, decidiu concorrer mas teve que criar uma empresa de direito angolano – a ProSistemas Angola.

Era um trabalho que saía fora do que normalmente a empresa estava habituada a fazer mas foi um risco muito gratificante, pela abertura a novas áreas e pelo conhecimento de outros consultores. O estudo foi adjudicado a um agrupamento de quatro empresas, no qual a ProSistemas Angola estava integrada.

O planalto da Camabatela desenvolve-se numa área de 12 000 km<sup>2</sup>, abarcando as províncias de Malanje, do Uíge e do Cuanza Norte. Fora um importante pólo de criação de gado bovino de corte durante a presença portuguesa e pretendia-se relançar esta actividade e todas as actividades económicas a montante e a jusante numa lógica de clusterização. Com igual relevância, deveria desenvolver-se a agricultura e a floresta. Tratava-se de uma medida política com vista à prossecução dos grandes objectivos definidos pelo governo de Angola para o sector agrário – a segurança alimentar, o combate à fome e à pobreza e o aumento do contributo da agricultura para o PIB.



**Foto 6-7 – Camabatela**<sup>51</sup>

O estudo teve o contributo de uma vasta equipa multidisciplinar, que desenvolveu o trabalho nas seguintes quatro etapas:

- Etapa I – Caracterização, análise e diagnóstico da situação de referência;
- Etapa II – Definição de cenários e de modelos de desenvolvimento;
- Etapa III – Estudo de viabilidade;
- Etapa IV – Programa de acção.

Para além de ter sido um trabalho de cariz diferente, o estudo e as missões de campo que foram desenvolvidas permitiram evidenciar a realidade da vivência das populações do planalto de Camabatela e do Norte de Angola.

<sup>50</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>51</sup> Fonte: Arquivo do autor

O planalto é uma região subdesenvolvida com aspectos característicos que se reflectem na agricultura do seguinte modo:

- Grande percentagem da população activa ligada à agricultura;
- Elevados níveis de desemprego, subemprego ou desemprego oculto, com os consequentes baixos níveis de renda e produtividade, que originam situações próximas dos níveis de subsistência;
- Impossibilidade de poupança por parte da maioria da população, que conduz a um reduzido emprego de capital, em paralelo com a aplicação pouco eficaz dos pequenos montantes financeiros existentes;
- Predomínio da produção de cereais, raízes e matérias-primas, em detrimento dos alimentos proteicos animais;
- Predomínio da produção para autoconsumo e obtenção de receitas para satisfazer as exigências em bens de consumo de primeira necessidade;
- Baixo nível técnico da agricultura, com emprego de ferramentas e alfaia rudimentares;
- Baixas produções médias por ha, mesmo em condições favoráveis, dada a incapacidade técnica dos agricultores para superar as condições edafo-climáticas;
- Desorganização do mercado, dadas as pequenas quantidades de produtos variados a comercializar, o que obriga a uma proliferação de intermediários para se conseguir a sua concentração;
- Precárias condições de habitação e de higiene;
- Nutrição inadequada e carências alimentares;
- Ensino deficiente e elevada taxa de analfabetismo entre a maioria da população;
- Inexistência ou inadequadas possibilidades de formação técnica especializada;
- Deficientes condições de transportes e comunicações;
- Conceitos de valor que conduzem a investimentos não produtivos ou à guarda dos capitais.

A agricultura na região e do Norte de Angola, em geral, assume um carácter de subsistência, assente em produtos da dieta base das populações, isto é, na mandioca, no feijão, no amendoim e, muito raro, no milho. Os restantes produtos, desde as hortícolas aos frutos, são cultivados em pequena escala. O sistema de troca de produtos agrícolas é comum entre as populações rurais e a oferta nas praças e mercados é reduzida e pouco variada. A região, na sua globalidade, tem condições agro-ecológicas para o desenvolvimento de uma gama variada de culturas. Existem, contudo, algumas limitações agrónomicas que, com maior ou menor investimento, podem ser ultrapassadas.

Para além disso, será necessário proceder a reformas estruturantes ao nível do tecido económico e social. Será necessário promover o ensino agrícola, assegurar a assistência técnica aos agricultores e criar as infra-estruturas e os circuitos de apoio à produção, a montante e a jusante da actividade agrícola. A actividade pecuária, que outrora chegou a contar com mais de 50 000 cabeças de gado bovino, tem condições para ser retomada bastando, para tal, a fixação de uma estrutura empresarial sólida e da criação de infra-estruturas diversas de apoio às actividades económicas.

## **6.6. Planos de Ordenamento Rural na Huíla**

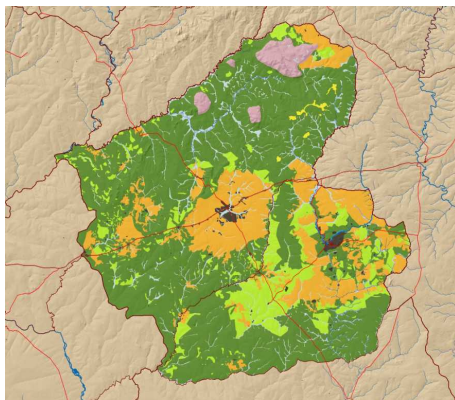
Em meados de 2010 o autor coordenou a elaboração dos planos de ordenamento rural de quatro comunas da província da Huíla: Chicomba (sede) e Cutenda, no município da Chicomba, e Jamba e Dongo, no município da Jamba. Perseguiu-se, assim, mais uma linha de serviços para as quais se dispunha de meios humanos e técnicos, independentemente de sair um pouco do âmbito dos trabalhos realizados na empresa. As comunas de Chicomba e do Cutenda têm uma área total de cerca de 1 954 km<sup>2</sup> e de 2 253 km<sup>2</sup>, respectivamente. Estimam-se em 108 000 o número de habitantes destas duas comunas.

As comunas da Jamba (sede) e do Dongo ocupam uma vasta superfície com uma área total de cerca de 2 779 km<sup>2</sup> e de 4 649 km<sup>2</sup>, respectivamente. A população total nas duas comunas é de cerca de 106 000 habitantes.

O estudo para as quatro comunas foi realizado em simultâneo e contemplou as três fases seguintes:

- Fase 1 – Caracterização e Diagnóstico

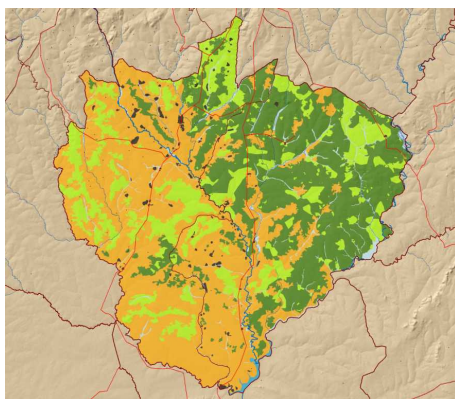
- Fase 2 – Programa Preliminar
- Fase 3 – Planos de Ordenamento Rural



**Figura 6-1 – Município da Jamba. Plano de Ordenamento<sup>52</sup>**

Os planos de ordenamento rural têm como objectivos:

- Consolidar e actualizar os Planos de Ordenamento Rural e os planos sectoriais existentes, identificando potenciais áreas de crescimento e integrando-os num único documento de políticas de desenvolvimento sustentado;
- Definir os terrenos rurais comunitários, de povoamento, de cultura ou agrários, florestais, de instalações, terrenos viários, terrenos mineiros e terrenos reservados para fins de conservação;
- Desenvolver e recomendar um plano e direcção estratégica faseada a curto, médio e longo prazos, para revitalização e rejuvenescimento das comunidades rurais;



**Figura 6-2 – Município da Chicomba. Plano de Ordenamento<sup>53</sup>**

- Definir normas, regulamentos e políticas abrangentes e coerentes para avaliação de projectos de desenvolvimento agrícolas, pecuários, de implantação de instalações industriais, comerciais, de exploração mineira ou ocupação habitacional rural;
- Garantir consulta pública abrangente e contínua durante a elaboração e implementação dos planos de ordenamento rurais;
- Desenvolver e recomendar uma estratégia de financiamento e orçamento a curto, médio e longo prazos, de modo a garantir o capital necessário para suportar os custos de construção, operação, manutenção e monitorização necessários para a implementação e sustentação dos planos elaborados.

Para desenvolvimento dos estudos, as ferramentas de sistema de informação geográfica deram uma contribuição preciosa, sem as quais não seria possível, de forma eficaz, produzir quinze planos para cada um dos municípios.

<sup>52</sup> Fonte: ProSistemas

<sup>53</sup> Fonte: ProSistemas

## **6.7. Projecto Algodoeiro no Cuanza Sul**

Através de uma linha de financiamento sul-coreana, foi estabelecido no início de 2007 o “Programa de Relançamento da Cultura do Algodão do Kuanza Sul (KSAMP)”, com a criação de um perímetro irrigado a norte do Sumbe com uma área bruta da ordem dos 4000 ha.

No final de 2011, já com as obras a decorrer, foi solicitado ao autor parecer sobre as soluções de projecto, com vista à identificação dos pontos críticos do empreendimento e à recomendação das medidas necessárias à racionalização e à optimização dos sistemas.

O Perímetro Irrigado do Sumbe foi concebido para o desenvolvimento da fileira do algodão em regime de regadio, tendo-se seleccionado um local onde, outrora, se produziu esta cultura em condições de sequeiro. A origem de água do aproveitamento é o rio Queve, nas margens do rual se projectou a captação e uma estação elevatória dimensionada para uma altura de elevação de 131 metros. Os caudais captados serão elevados para um primeiro reservatório, onde serão instalados mais dois sistemas elevatórios: um, para um segundo reservatório e com 112 metros de altura manométrica; outro, para um terceiro reservatório, com 134 metros de altura manométrica. A partir destes reservatórios é feita a distribuição em pressão para os vários lotes de rega, tendo-se admitido a aspersão e a rega por sulcos.

Uma vez analisado o projecto, entendeu-se dever emitir parecer sobre:

- Os sistemas de produção agrícola;
- As necessidades de água para rega, as tecnologias de rega, os caudais e o dimensionamento das redes colectivas;
- Os equipamentos das redes colectivas ;
- Os reservatórios de regularização;
- Os sistemas elevatórios e a energia eléctrica.

Sobre a concepção geral do projecto, deve dizer-se que se o mesmo fosse desenvolvido em Portugal ter-se-iam adoptado soluções muito diferentes. Com o projecto de Alqueva foi possível atingir um grau de excelência em estudos, projectos e obras de desenvolvimento hidroagrícola que é muito difícil de ultrapassar.

A primeira questão que se coloca ao projecto é a viabilidade da cultura do algodão naquela região e naquelas condições. Em primeiro lugar, admitiu-se a cultura estreme do algodão em regime de regadio numa região onde esta actividade já existiu em regime de sequeiro. Normalmente, o algodão é cultivado em regime de sequeiro em regiões com valores de precipitação entre os 500 mm e os 1500 mm, desde que não chova após a floração. Este tipo de clima ocorre na região do Sumbe e nos Barros de Catete. Em regiões áridas (Egipto, Índia e Brasil, por exemplo) atingem-se boas produções com o algodão regado.

Do ponto de vista técnico e económico questiona-se a escolha da cultura e do local para realizar o investimento. O cenário agrava-se se se atender ao valor da altura manométrica (e da energia, por consequência) necessária para regar o algodão, tanto mais que se considerou a rega por sulcos em algumas parcelas. O consumo anual de energia estimou-se em mais de 1 MWh.ano, a que corresponde um consumo muito alto de gásóleo para alimentar os geradores das estações elevatórias, já que não existe na região qualquer rede eléctrica capaz de servir o perímetro.

Independentemente de questões de pormenor, a energia, ou a falta dela, será o principal problema deste projecto.

## **6.8. Abastecimento de Água à Região da Tunda dos Gambos**

Por iniciativa da Associação de Criadores de Gado do Sul de Angola, o autor elaborou para o Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas de Angola um estudo prévio de abastecimento de água à região da Tunda dos Gambos.

A Tunda dos Gambos é parte integrante da grande superfície planáltica do interior angolano e distribui-se entre os rios Cunene e Caculuarí, a sul do Parque Nacional do Bicuarí, até Manquete, com limite sul Mucope e a Cahama, já na Província do Cunene.



**Foto 6-8 – Tunda dos Gambos<sup>54</sup>**

Trata-se de um vasta área com cerca de 1 milhão de ha, de contornos irregulares, de vales largos em correspondência com a cobertura sedimentar das areias do Calahari, de vegetação graminosa. Nesta região existem várias explorações pecuárias e a água para abeberamento do gado tem actualmente duas origens: a água subterrânea, que em muitas situações é captada a várias dezenas de metros de profundidade; e a água superficial, armazenada em chimpacas (charcas), que são insuficientes para garantir as necessidades de consumo, especialmente na época do cacimbo.

Possuindo o rio Cunene um grande manancial de recursos hídricos, mesmo no cacimbo, efectuou-se um estudo prévio com vista à procura de soluções para o fornecimento água à região dos Gambos a partir daquele curso de água. Para além dos elementos cartográficos de base, o trabalho foi apoiado por um reconhecimento aéreo de helicóptero de toda a área, com uma largura equivalente à da região sul de Portugal Continental. O reconhecimento foi feito em Janeiro de 2011.

Para o abastecimento de água à região da Tunda dos Gambos foram analisadas as seguintes soluções alternativas:

- O fornecimento de água às fazendas da região, a partir do rio Cunene, com vista, exclusivamente, à satisfação das necessidades de água do gado bovino;
- O fornecimento de água para a satisfação das necessidades do gado bovino a partir de captações subterrâneas individuais alimentadas por painéis solares;
- A solução descrita na primeira alínea mas considerando a rega de pastagens para ferrar.

A natureza arenosa dos solos, a incipiente vegetação e a escassez de recursos hídricos não permitem encabeçamentos superiores e 0,1 Cabeça Normal por ha (1 bovino por cada 10 ha), pelo que, nos cerca de 490 000 ha de fazendas identificados, o efectivo não poderia ser superior a cerca de 24 000 cabeças. Sendo habitual um bovino beber por dia 40 litros de água, o consumo total diário de água deveria rondar os 1 000 m<sup>3</sup>, valor insignificante dada a dimensão do território. Por consequência, o caudal captado na origem também seria baixo.

Após sobrevoar todo o curso do rio Cunene seleccionou-se um local junto à povoação do Mulondo para a instalação da captação e, a partir daí, desenhou-se uma rede de condutas enterradas, com reservatórios elevados e estações elevatórias.

A rede de condutas cifrou-se em cerca de 500 km de desenvolvimento, com troços mortos de extensão considerável. Dados o grande desenvolvimento dos circuitos hidráulicos e as elevadas perdas de carga nos pequenos diâmetros das condutas, seriam sempre necessários patamares de bombagem, com estações elevatórias e reservatórios de regulação, controlo e armazenamento. Não havendo energia eléctrica, a logística de transporte e distribuição de combustível para cada um dos geradores seria complicada, para além de cara.

Concluiu-se que a solução mais económica passaria pela construção de captações subterrâneas individuais alimentadas por painéis solares. Se se estivesse na presença de grandes captações, com caudais elevados transportados por adutores de dimensão considerável, talvez as conclusões fossem outras. Quando se trabalha com caudais e diâmetros pequenos, a rugosidade

---

<sup>54</sup> Fonte: Arquivo do autor

relativa das condutas é elevada, o que se reflecte nas perdas de carga e na necessidade de bombagem, mesmo quando a orografia é favorável.

## **7. AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

### **7.1. Internacionalização**

É dito com frequência que os portugueses têm um pequeno país para nascer e morar e o mundo inteiro para trabalhar. Olhando para a história, a tese confirma-se sempre, seja por necessidade ou, simplesmente, por vocação.

Nos últimos vinte anos as empresas de consultoria multiplicaram-se, dadas as oportunidades de trabalho que foram criadas com a entrada na CEE. Antevia-se a construção de várias infra-estruturas de que o país carecia. O País modernizou-se e chegou-se a um ponto em que, de significativo, já pouco há para fazer, isto em todos os domínios da engenharia e da consultoria.

Há cerca de uma década começou a ser claro que a internacionalização seria a única forma de garantir a continuidade, quer das empresas, quer dos seus quadros técnicos.

Internacionalizar os serviços de uma empresa é difícil por várias razões. Em primeiro lugar, é exigido um esforço financeiro considerável e o Estado Português dificilmente tem condições para apoiar financeiramente os projectos empresariais no exterior. Depois, é difícil motivar alguns técnicos a sair do País mesmo para missões de curta duração. O certo é que, ou há internacionalização ou fecham-se as portas das empresas e o nível de excelência dos técnicos portugueses acabará por ficar diluído em iniciativas individuais, algumas de carácter aventureiro. Olhando novamente para a história, foi o que quase sempre aconteceu. Com muita facilidade se encontra um português no recanto mais escondido do mundo.

A aventura da internacionalização da ProSistemas iniciou-se em 2006 com a entrada no mercado de Angola. Mais tarde seguiu-se a Argélia e, mais recentemente, Cabo Verde e Moçambique. O autor teve o privilégio de iniciar essa aventura em Angola. À data da redacção do presente documento tem em curso um trabalho em Cabo Verde.

Intitula-se o capítulo de Agricultura e Desenvolvimento Rural pelo que o regadio trás ao bem-estar às populações das sociedades em desenvolvimento.

### **7.2. Angola**

A SOPIR, Sociedade de Desenvolvimento dos Perímetros Irrigados apresentou à ProSistemas pedidos de proposta para a elaboração de estudos de viabilidade técnica, económica, social e ambiental de quatro aproveitamentos hidroagrícolas: Caxito, Humpata, Waco Kungo, Cavaco e Catumbela.

Em Junho de 2006, durante a elaboração das propostas, foi realizada a primeira missão a Angola. Houve oportunidade de contactar com a realidade do mercado angolano e de conhecer um caso concreto de agricultura de regadio – Caxito. Nessa oportunidade, foi possível delinear um plano de formação para quadros superiores da SOPIR e do Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, no domínio dos estudos, projectos e organização e gestão de aproveitamentos hidroagrícolas. Das propostas apresentadas resultou a adjudicação dos trabalhos de Caxito e do Waco Kungo. Mais tarde seguiram-se as acções de formação e de assistência técnica aos agricultores e à entidade gestora do perímetro irrigado das Gandjelas, na província da Huíla.

#### **7.2.1. Formação de quadros superiores**

Em 2006, ao abrigo da linha de crédito do governo chinês, decorriam quatro obras fundamentais de reabilitação e modernização de aproveitamentos hidroagrícolas, ou de perímetros irrigados, como são designados em Angola: Caxito (na província do Bengo), Waco Kungo (na província do Cuanza Sul), Luena (na província do Moxico) e Gandjelas (na província da Huíla).

Esses perímetros iriam ser geridos por técnicos do Ministério da Agricultura e da SOPIR e a sua formação e experiência nos domínios da hidráulica agrícola e na gestão e exploração de empreendimentos era muito escassa.

Agarrou-se a oportunidade de ministrar uma acção de formação para cerca de 40 técnicos, durante duas semanas, com uma carga horária de 60 horas. A acção de formação teve lugar em Outubro de 2006 no Ministério da Agricultura. Foi uma experiência muito aliciante e que permitiu garantir visibilidade e reconhecimento por parte de todos os técnicos envolvidos. Estabeleceu-se uma relação de confiança que ainda se mantém.

O curso foi organizado em dois módulos, cabendo ao autor a responsabilidade pelo Módulo 1 – Projectos de desenvolvimento hidroagrícola.

Este Módulo 1 compreendeu os seguintes grandes temas:

- Objectivos de um perímetro irrigado
- Etapas de um perímetro irrigado
- Métodos e tecnologias de rega
- Conceitos básicos da irrigação
- Tipos de empreendimentos hidroagrícolas
- Bases para a elaboração de projectos
- Reabilitação e Modernização de empreendimentos hidroagrícolas



**Foto 7-1 – Formação de Quadros Superiores<sup>55</sup>**

O Módulo 2 – Organização e gestão de aproveitamentos hidroagrícolas versou as matérias de natureza económica, financeira, empresarial e de gestão das obras de rega:

- Análise Económica de Projectos Hidroagrícolas
- Constituição de uma Associação de Regantes e Beneficiários
- Outras formas de gestão. Sociedades Empresariais
- Investimentos e Encargos Anuais Correntes

Este módulo foi ministrado pelo autor e por um colega da empresa Agro.Ges, consorciada para a realização do trabalho.

A acção de formação foi dada tomando como referência as realidades e experiências portuguesa. Em alguns aspectos pecou por isso mesmo porque, tanto as obras como a cultura empresarial são muito diferentes. Isso confirmou-se mais tarde no decorrer de outros trabalhos realizados em perímetros de rega de Angola. De qualquer modo, foi reconhecido por todos que a formação foi útil, pelas matérias leccionadas e pelo evidenciar dos vários problemas com que os técnicos se iriam confrontar nos seus perímetros.

Entendeu-se dever dar continuidade à formação de quadros mas desta vez em Portugal, através do contacto com aproveitamentos hidroagrícolas portugueses e com diversas empresas e organizações ligadas às fileiras agrícola e agro-industrial. A ProSistemas e a Agro.Ges juntaram-se mais uma vez. A formação realizou-se em Maio de 2007 durante duas semanas, contou com dez técnicos formandos e envolveu as seguintes entidades ligadas à agricultura, agro-indústrias e desenvolvimento rural. Da acção teórica de Outubro passou-se para o contacto com a realidade em plena campanha de rega, mostrando no campo o que se transmitiu por imagem em sala de aula. Deu-se a conhecer a organização e gestão das obras de rega do Sul do País, num estágio muito diferente

---

<sup>55</sup> Fonte: Arquivo do autor

do de Angola. Também se deu a conhecer alguns casos de sucesso empresarial e de trabalho em rede para o desenvolvimento da fileira agrícola e agro-industrial e para a promoção do bem-estar das populações do espaço rural.

Para além de tudo, a formação permitiu consolidar a massa crítica em relação a alguns detalhes da reabilitação e modernização de perímetros irrigados em Angola.

### 7.2.2. Caxito

No final de 2006 foi adjudicado ao consórcio ProSistemas / Agro.Ges / Hidrocconsult o estudo de viabilidade técnica, económica, ambiental e social do Perímetro Irrigado de Caxito.

O Perímetro Irrigado de Caxito situa-se a cerca de 60 km de Luanda, na margem direita do rio Dande, na zona envolvente de Caxito, sede da Província do Bengo.



**Foto 7-2 – Canal de Caxito durante e após Reabilitação<sup>56</sup>**

A exploração empresarial agrícola das terras marginais do rio Dande teve início no final dos anos 40 do século passado com a exploração da cana-de-açúcar. Para o efeito, dadas as características do vale aluvionar de Caxito, susceptível a inundações, construíram-se importantes obras de regularização fluvial para permitir o desenvolvimento da agricultura e a instalação das populações em condições de segurança. A protecção contra cheias foi mais tarde melhorada com a construção da barragem das Mabubas, a cerca de 2 km a montante do perímetro. Para se obter o máximo rendimento da actividade açucareira foi construído um sistema de rega gravítico, constituído por um açude de derivação no rio Dande, canal principal e vários canais secundários, todos não revestidos e comandados manualmente através de estruturas simples de derivação.

Após a independência de Angola, a produção açucareira estagnou, a actividade agrícola, e o regadio em particular, reduziram-se drasticamente e quase todo o sistema hidráulico foi-se degradando progressivamente.

A partir dos anos 80 foram desenvolvidos vários estudos com vista à reabilitação das obras e ao relançamento da agricultura de regadio na região. Só após 2002, e aproveitando linhas de crédito estrangeiras, foi possível concretizar as tão esperadas obras de reabilitação e modernização do Perímetro Irrigado de Caxito, estando, finalmente, criadas as condições para relançar a actividade socioeconómica da província do Bengo.

O Perímetro Irrigado de Caxito tem uma área total de 2 500 ha e encontra-se numa região com condições edafo-climáticas muito favoráveis para o desenvolvimento da agricultura de regadio e próxima do principal centro de consumo, que é a província de Luanda.

O primeiro contacto com a obra de Caxito teve lugar em Junho de 2006, numa altura em que decorriam as obras de reabilitação e o canal condutor geral estava a ser revestido com betão. Em Fevereiro de 2007, no âmbito do estudo de viabilidade, realizou-se a primeira missão com vista à caracterização da situação de referência. Contactaram-se as mais diversas entidades presentes na área de influência do perímetro – agricultores, empresas agrícolas, entidades governamentais, instituições de crédito, etc..

<sup>56</sup> Fonte: Arquivo do autor

Recolheu-se toda a bibliografia existente disponível. Quanto ao projecto das obras, havia poucos elementos disponíveis na altura dos primeiros trabalhos. Basicamente, a filosofia era a seguinte:

- Reabilitação da tomada de água junto ao açude;
- Reperfilamento e revestimento do canal principal, com 21,7 km de desenvolvimento e 20 tomadas de água;
- Instalação de 44,2 km de redes colectivas de rega em baixa pressão, com origem no canal, para fornecimento de água aos agricultores;
- Instalação de 219 pontos de entrega de água nas parcelas, a partir das redes colectivas, equipadas com uma electrobomba e restantes equipamentos hidráulicos auxiliares;
- Loteamento dos terrenos e instalação de sistemas de rega terciários (“on farm”) para a rega por aspersão e miniaspersão;
- Limpeza, reperfilamento e abertura de valas de drenagem e construção de caminhos rurais e agrícolas;
- Construção de obras complementares de apoio à actividade agrícola e à exploração do perímetro, nomeadamente, armazéns, entrepostos para armazenamento e venda de produtos, hangares de máquinas e oficinas, residências, etc..

Havendo já um projecto ou, pelo menos, uma filosofia para a reabilitação da obra de rega, o termo “estudo de viabilidade” não fazia sentido, pelo que o trabalho deveria tomar a orientação de “auditoria técnica”, evidenciando os problemas que as soluções de engenharia iriam trazer no futuro e propondo as possíveis alterações/revisões para garantir maior eficácia. Para a sociedade gestora do perímetro estudaram-se várias hipóteses de organização e funções. Também se analisou o preço a pagar pela água de rega, embora nas sociedades em desenvolvimento este quadro seja muito questionável.

Caxito tem enormes vantagens competitivas para a produção de espécies tropicais e de hortícolas, tendo próximo de si o importante mercado de Luanda para o escoamento da produção. A água não é factor limitante para o desenvolvimento de culturas regadas. Contudo, vários aspectos condicionavam (e ainda condicionam) a produção agrícola, destacando-se logo à partida a concepção dos sistemas de rega e a qualidade dos materiais e equipamentos neles instalados. Com efeito, cada ponto de entrega de água aos agricultores está equipado com um grupo electrobomba em câmara enterrada. Este tipo de instalação dos equipamentos reduz a vida útil dos equipamentos, tanto mais se a sua qualidade for deficiente.

Por outro lado, estava previsto o fornecimento em energia eléctrica às unidades de bombagem através de grupos geradores a diesel. Contas feitas, concluiu-se que o consumo diário de combustível atingiria os 30 000 litros, o equivalente a um camião cisterna.

Actualmente o sistema é alimentado pela rede eléctrica pública mas com uma qualidade de serviço deficiente. Agrava-se a situação com a obsolescência precoce dos postos de transformação, que já se regista. Estas e outras situações pertinentes foram identificadas e apresentaram-se várias sugestões para a melhoria do funcionamento dos circuitos hidráulicos e para a sua gestão e exploração de modo a melhor aproveitar os recursos hídricos disponíveis.

Para além das melhorias ao nível dos sistemas de rega, indicaram-se várias obras de cariz social com origem no canal do aproveitamento. De facto, a quase totalidade da população de Caxito estava rodeada de água (rio Dande dum lado e canal do outro) e não tinha acesso a ela. Essas obras não se realizaram e hoje o canal é a principal fonte de água para as lavagens e higiene pessoais das populações.

Outra questão que condiciona a produção agrícola tem a ver com o quadro económico e social, mais concretamente com os agricultores, sejam os tradicionais, sejam os ditos empresários agrícolas. Se, por um lado, se observa o absentismo destes últimos, por outro, os agricultores tradicionais não têm condições técnicas e financeiras para produzir em quantidade.

Como se referiu anteriormente, o perímetro tem uma área equipada de 2 500 ha e está dividido em 336 lotes com diferentes dimensões. Refere-se que existem potencialidades agrárias para alargar o aproveitamento para 4 628 ha. O perímetro já se encontra em funcionamento e a área em produção é da ordem dos 50 a 60% da área equipada.

O aproveitamento é gerido pela Caxito Rega, S.A., empresa de capitais públicos e privados responsável pela gestão das obras hidráulicas, pelo fornecimento de água aos agricultores e pelo estabelecimento de contratos de concessão com estes. Nesses contratos, os concessionários são obrigados a respeitar as seguintes áreas de cultivo:

- 70% da área destinada a fruteiras, da qual 35% destinada à bananeira, isto é, um mínimo de 24,5% de bananeira.
- 25% da área destinada a hortícolas, da qual 30% para a produção de tomate, isto é, um mínimo de 7,5% de tomate.

Quando toda a área equipada estiver cultivada, as áreas de bananeira e de tomate serão de, pelo menos, 612 ha e 187 ha, respectivamente, de bananeira e tomate. No perímetro estão instaladas 3 empresas agrícolas de referência que cultivam 335 ha, com predomínio da bananeira.

Junto às instalações da Caxito Rega está construída uma unidade de transformação dedicada à recepção, embalagem e expedição de banana em fresco e à produção de banana desidratada. A mesma unidade também processa tomate para conserva.

Para a zona de Caxito existem já projectos privados de unidades agro-industriais para a produção de sumos de laranja e de manga. Prevê-se, também, a instalação de uma central de frio e de uma pequena unidade de farinha de mandioca. A Caxito Rega tem em estudo o aproveitamento das instalações junto ao açude para desenvolver o agro-turismo. A empresa estabeleceu um protocolo com uma empresa de direito angolano para a criação de uma “loja de serviços” dedicada à ATM (Assistência Técnica e Material) no domínio dos factores de produção e equipamentos.

Neste momento, a empresa, embora de natureza comercial, ainda só está financiada através do OGE. Não se taxa a água de rega. As principais receitas da empresa, para além do OGE, são a cobrança de 400 USD/ha por emolumentos contratuais, os trabalhos de mecanização prestados aos agricultores e 10 USD/ha enquanto não se cobrar a água.

Num contacto recente que se teve com o empreendimento foi possível detectar, entre outros, os seguintes constrangimentos ao desenvolvimento da actividade agrícola:

- Deficiente qualidade dos equipamentos instalados. É constante a avaria e inutilização destes equipamentos (electrobombas, válvulas, contadores). Mesmo os postos de transformação já estão degradados, passados 4 anos após a instalação;
- A rede pública não tem capacidade para atender aos pedidos do perímetro e cai com frequência;
- Muitos dos concessionários ainda não começaram a cultivar a terra, o que origina dois problemas: (i) falta de produtos agrícolas para alimentar a unidade de transformação; (ii) a não criação de postos de trabalho junto das populações locais;
- A progressiva ocupação do espaço agrícola pelo tecido urbano.

Apesar de tudo, Caxito é já uma referência na bananicultura em Angola e no desenvolvimento rural da região do Bengo.

### **7.2.3. Waco Kungo**

Paralelamente a Caxito, realizaram-se os estudos do Perímetro Irrigado do Waco Kungo, caso *sui generis* integrado na área de intervenção do antigo colonato da Cela, e actualmente no Plano da Bacia Leiteira de Cela/Catofe. Existem referências abundantes sobre este colonato e o seu insucesso.

Este aproveitamento de rega localiza-se na Comuna do Waco-Kungo, entre a margem direita do rio Queve e a margem esquerda do rio Cussói, na província do Cuanza Sul. A sua área de intervenção compreende as denominadas Fazendas Médias do antigo colonato da Cela, com uma área total da ordem dos 11 000 ha. A reabilitação do sistema hidráulico que o serve (sistema do Matumbo) domina uma área da ordem dos 5 600 ha, dos quais 1 474 ha constituem área de regadio. O sistema hidráulico do Matumbo é constituído pelas seguintes infra-estruturas:

- Uma captação no rio Queve;
- Uma estação elevatória principal (EE1) e respectiva conduta elevatória;
- Um canal principal e uma malha de canais secundários, com um desenvolvimento total de 38,2 km. Nestes canais estão instaladas 50 tomadas directas para fornecimento de água a outras tantas fazendas;

- Duas estações elevatórias secundárias (EE2 e EE3) e respectivas condutas elevatórias, intercaladas no sistema primário, que constituem o segundo e terceiro patamar de bombagem.

À semelhança de Caxito, estava prevista a alimentação das estações elevatórias através de geradores a diesel.



**Foto 7-3 – Waco Kungo<sup>57</sup>**

Tem-se questionado muito o desenvolvimento do regadio na região do Waco Kungo.

Com efeito, a distribuição da precipitação permite concluir que, desde que os solos o permitam, em sequeiro é possível realizar em toda a área uma cultura principal, cujo ciclo decorra ao longo da época das chuvas. Terminada a primeira cultura poderá ser, ainda, possível a realização de uma segunda, a qual deverá ter um ciclo mais curto ou ser mais resistente à falta de água. Os níveis de produtividade obtidos nesta segunda cultura serão, certamente, menores dada a escassez de água verificada no solo no final do seu ciclo cultural. Em alguns anos, o mês de Fevereiro é muito seco (ocorrendo pouca precipitação) o que é, regionalmente, designado por pequeno cacimbo. Quando tal se verifica, a capacidade produtiva das culturas que se encontram instaladas é afectada, particularmente se estiverem em fases do ciclo cultural em que sejam mais sensíveis às deficiências hídricas verificadas.

A introdução do regadio, numa zona com a distribuição da precipitação descrita, é discutível, mas compreende-se que poderá contribuir para regularizar a produção das culturas realizadas na época das chuvas e, principalmente, poderá permitir a realização de uma segunda cultura com níveis de produtividade idênticos ou mesmo superiores aos verificados na primeira época.

A região do Waco Kungo não reúne, no entanto, condições climáticas que, claramente, favoreçam a produção de produtos tropicais (como por exemplo as verificadas na faixa litorânea), nem condições que, nitidamente, favoreçam a produção de produtos característicos dos climas temperados. Trata-se, de facto, de uma região que tem um clima que, globalmente, garante condições favoráveis ao crescimento vegetal mas que não apresenta vantagens climáticas específicas. Dadas as características edafo-climáticas da região, a utilização agrícola da maior parte dos solos deve ser realizada, essencialmente, através de sistemas baseados em culturas pratenses e/ou forrageiras para produção pecuária e, fundamentalmente, com base em efectivos bovinos.

Na óptica do desenvolvimento da bacia leiteira, a produção de alimentos destinados às vacas leiteiras será uma prioridade na região. Considera-se que, quer a bovinicultura de carne, quer a de leite, são actividades possíveis e que deverão ser complementares. Para assegurar o sucesso destas actividades, torna-se imprescindível garantir a correcta alimentação dos efectivos pecuários ao longo de todo o ano.

A introdução da rega nesta região permitirá que, ao longo do ano agrícola, sejam realizadas duas culturas de milho para ensilar ou a instalação de pastagens regadas (capim elefante, por exemplo), numa rotação com duas culturas por ano (época seca x época das chuvas), do tipo Milho x Milho – Milho x Milho – Pastagem. A extensão do regadio a outras culturas não está posto de parte. Estas poderão beneficiar da água de rega em pequenos períodos do seu desenvolvimento vegetal, como complemento.

<sup>57</sup> Fonte: Arquivo do autor

Em face das características endógenas e da complexidade dos sistemas hidráulicos, no que à logística de gestão diz respeito, cedo se apontaram sérias dificuldades à consolidação da obra de rega como empreendimento âncora na região, mesmo integrada no projecto agrícola das Bacias Leiteiras.

Infelizmente confirmou-se o que várias vezes se escreveu e disse.

A agricultura de regadio é importante para o desenvolvimento das regiões mas só se a actividade é globalmente rentável do ponto de vista económico, social e ambiental.

#### 7.2.4. Gandjelas

Em 2008 e 2009 as atenções ficaram voltadas para o Perímetro Irrigado das Gandjelas.

Este aproveitamento situa-se na província da Huíla, próximo da vila da Chibia e ocupa cerca de 2000 ha do antigo colonato estabelecido em 1884. A área de rega desenvolve-se ao longo das margens do rio Tchimpumpunhime, curso de água afluente do rio Caculuvari. O perímetro irrigado foi concebido no final dos anos 60 e destinava-se ao fornecimento de água em gravidade aos agricultores, tendo sido projectadas e construídas as seguintes infra-estruturas principais:

- Uma barragem de betão, do tipo gravidade, numa secção do rio Tchimpumpunhime (obra só iniciada em meados dos anos 70);
- Um açude de armazenamento e derivação no mesmo curso de água e a jusante da barragem;
- Duas tomadas de água laterais no açude para alimentação de dois canais principais;
- Um conjunto de distribuidores secundários em canal.

A obra de rega já está integralmente concluída e em funcionamento mas no final de 2008 só estava em exploração o Bloco Piloto, com uma área de cerca de 374 ha, situado na margem direita do Canal 1.

Foi neste bloco que o autor e a sua equipa levaram a cabo um programa de formação e de assistência técnica aos agricultores e à entidade gestora do perímetro – a Soganjelas, S.A.



**Foto 7-4 – Gandjelas. Formação e Actividade Agrícola<sup>58</sup>**

O Bloco Piloto desenvolve-se num planalto pouco ondulado, onde predominam os solos Psamo-lateríticos, caracterizados por um horizonte superficial de natureza areno-limosa, de espessura variável, assente sobre uma camada laterítica de origem ferrosa e bastante coerente. O horizonte superficial é muito pobre em matéria orgânica e com estrutura bastante deficiente.

Dada a fraca estrutura dos solos, a sua permeabilidade hidráulica é muito baixa. Além disso, a presença do horizonte laterítico condiciona fortemente a sua drenagem interna.

Este bloco foi dividido em 38 lotes agrícolas (15 lotes de 2,6 ha, 13 lotes de 5,2 ha e 10 lotes com uma área média de 25,2 ha), para os quais se planificou a instalação de culturas permanentes (citrinos, bananeira e mangueira) e de culturas anuais (cereais e hortícolas).

<sup>58</sup> Fonte: Arquivo do autor

Como anteriormente se referiu, a acção de formação e de assistência técnica contou-se com dois públicos-alvo: os agricultores (tradicionais e empresários agrícolas) e os técnicos da unidade de gestão.

Entre Outubro de 2008 e Novembro de 2009, na fase de arranque do empreendimento, foi possível tomar contacto com os problemas relacionados com a gestão e exploração das infra-estruturas hidráulicas e com a actividade agrícola em regadio.

No que respeita às infra-estruturas, os problemas eram semelhantes aos de Caxito e Waco Kungo – a deficiente qualidade dos materiais e equipamentos, a difícil gestão e exploração dos circuitos hidráulicos primários e secundários (sem regras de funcionamento ou protocolos), perdas avultadas dos recursos hídricos por deficiente controlo dos caudais, etc.



**Foto 7-5 – Gandjelas. Rega deficiente e Erosão Hídrica<sup>59</sup>**

Sobre os sistemas de produção agrícola, desde logo dois pontos fundamentais: o planeamento de fruteiras de climas subtropicais (banana, manga e mamão) numa região sem potencialidades para as mesmas; sistemas de rega desajustados ao tipo de solo e às culturas.



**Foto 7-6 – Gandjelas. Componente Social do Canal<sup>60</sup>**

Os solos do aproveitamento são condicionantes face à sua pedogénese. Embora ondulados, aparentemente bem drenados, confinam a pouca profundidade uma bancada laterítica impermeável sob horizonte areno-limoso de reduzida permeabilidade. A sua mobilização excessiva potencia a erosão por chuvas intensas e por pluviometrias de rega desajustadas. Este último aspecto foi bem evidente e continua a agravar-se.

Como qualquer arranque de actividade agrícola, todos se depararam com vários problemas; uns, resolvidos facilmente; outros, por tentativa e erro. Aspecto a reter foi a dedicação e sabedoria dos agricultores ditos tradicionais, para quem o regadio moderno e imperfeito muito contribuiu para a colheita de produções nunca conseguidas em sequeiro.

<sup>59</sup> Fonte: Arquivo do autor

<sup>60</sup> Fonte: Arquivo do autor

### 7.3. Cabo Verde

Durante o processo de candidatura ao grau de mestre, o autor abriu as portas a um novo mercado – Cabo Verde.

Em Novembro de 2012 iniciaram-se os estudos e projectos de seis aproveitamentos hidroagrícolas no arquipélago de Cabo Verde. São obras de pequena dimensão mas com um grau de dificuldade acrescido, pela pequena dimensão da propriedade e pela orografia do território. Aspecto aliciante é a oportunidade de, para além do projecto e da obra, formar agricultores nos domínios da agricultura de regadio num território com elevada escassez de recursos hídricos.

Na ilha de Santiago já existe uma barragem e um aproveitamento hidroagrícola – Poilão – que tem sido uma referência no arquipélago. Os seis novos, cobrindo uma área total de 346,1 ha, constituirão um importante marco no desenvolvimento da agricultura cabo-verdiana pelo seu contributo para o bem-estar das populações e para o reforço dos mercados de produtos agrícolas.



**Foto 7-7 – Barragens da Figueira Gorda e do Salineiro<sup>61</sup>**

Os perímetros hidroagrícolas, alimentados por barragens já em construção, são os seguintes:

- Aproveitamento Hidroagrícola do Salineiro, na ilha de Santiago, com uma área equipada de 44,4 ha;
- Aproveitamento Hidroagrícola do Saquinho, na ilha de Santiago, com uma área equipada de 29,0 ha;
- Aproveitamento Hidroagrícola da Faveta, na ilha de Santiago, com uma área equipada de 67,7 ha;
- Aproveitamento Hidroagrícola da Figueira Gorda, na ilha de Santiago, com uma área equipada de 120,0 ha;
- Aproveitamento Hidroagrícola de Canto Cagarra, na ilha de Santo Antão, com uma área equipada de 50 ha;
- Aproveitamento Hidroagrícola de Banca Furada, na ilha de São Nicolau, com uma área beneficiada de 35,0 ha.

Como se referiu antes, para além dos projectos das infra-estruturas, o aliciante será a formação que será dada aos futuros beneficiários dos empreendimentos nos domínios da produção e economia agrícola, uso do solo e da água e sistemas e tecnologias de rega.

### 8. NOTA FINAL

Ao longo do documento foram apresentados os trabalhos considerados mais relevantes da actividade profissional do autor.

São mais de duas décadas de experiências dedicadas à hidráulica agrícola e ao desenvolvimento rural, em Portugal e no estrangeiro.

Para além do resumo da actividade profissional, entendeu-se dever valorizar o documento com diversos apontamentos de carácter histórico e reveladores da visão pessoal do autor.

Olhando para o seu percurso conclui-se logo que Alqueva foi o projecto âncora e que em simultâneo foram realizados outros trabalhos de consultoria.

Terminada a grande obra de rega do Sul do Alentejo, está em aberto o que se poderá fazer a seguir.

---

<sup>61</sup> Fonte: Arquivo do autor

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caldas, E. (1991). A agricultura portuguesa através dos tempos. Instituto Nacional de Investigação Científica. Lisboa.
- Carvalho, A., Cardoso, S. e Grazina, I. (2011). Carta de engenharia e obra. A engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas. Actualidade e desafios futuros. Lisboa.
- Carvalho, A. (2011). Evolução verificada nas infra-estruturas do Subsistema de Alqueva – do estudo prévio à Construção. A engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas. Actualidade e desafios futuros. Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de Janeiro.
- Diniz, A. C. e Aguiar, F. B. (1998). Zonagem agro-ecológica de Angola (estudo cobrindo 200 000 km<sup>2</sup>). Edição dos autores. Lisboa.
- Diniz, A. C. (1998). Angola. O meio físico e potencialidades agrárias. Edição do autor. Lisboa.
- Diniz, A. C. (2006). Características mesológicas de Angola. 2ª Edição. Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento. Lisboa.
- Instituto Nacional de Estatística (2006). Inquérito à estrutura das explorações agrícolas 2005. Lisboa.
- Oliveira, I. (2011). Técnicas de regadio. 2ª Edição. Edição de autor. Beja.
- Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de Julho.
- Russo, A. e Serra, P. (1992). Capacidade de resposta dos aproveitamentos hidroagrícolas à evolução das tecnologias de rega. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. 1º Congresso da Água. Lisboa.
- Russo, A., Oliveira, P. e Bisca, F. (2011). Reabilitação e modernização de aproveitamentos hidroagrícolas em Angola. Caxito, Waco Kungo e Gandjelas. A engenharia dos aproveitamentos hidroagrícolas. Actualidade e desafios futuros. Lisboa.
- Russo, A., Oliveira, P. e Bisca, F. (2013). Reabilitação e modernização de aproveitamentos hidroagrícolas em Angola. 11º Silusba – Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Portuguesa. Maputo.
- Sanches, R. (1999). O aproveitamento do rio Cunene. Sua importância internacional e para o sul de Angola. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Lisboa.
- Sanches, R. (1994). O rio Guadiana e o aproveitamento hidráulico de fins múltiplos de Alqueva. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. Revista Recursos Hídricos, volume 15, n.º 2. Lisboa.

## PÁGINAS WEB CONSULTADAS

[www.edia.pt](http://www.edia.pt)

[www.dgadr.mamaot.pt](http://www.dgadr.mamaot.pt)