

**COMPLEMENTO ÀS ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE
PROJECTOS DE DRENAGEM DOS BLOCOS DE REGA DO
EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA (EFMA).
ACTUALIZAÇÃO**

Maria de São José PINELA

+351 218442200, mpinela@dgadr.pt

Apresentação: Alberto Fragoso Freitas



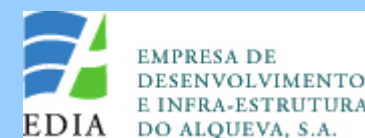
**Ministério da Agricultura,
Mar, Ambiente e
Ordenamento do Território**

DGADR
Direcção-Geral
de Agricultura e
Desenvolvimento Rural

A Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas:
Actualidade e desafios futuros
Jornadas Técnicas da APRH - 13 a 15 Outubro 2011

INTRODUÇÃO

Foi concluído em 2008 um documento designado “Orientações para a elaboração de projectos de drenagem dos blocos de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva” no qual participaram :



INTRODUÇÃO

- À excepção da EDIA, todas as entidades constituíam a Comissão para a Avaliação dos Estudos de Impacte Ambiental do EFMA.
- A DGADR também é a entidade que propõe para aprovação do Ministro da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território (MAMAOT) os projectos das infra-estruturas dos perímetros de rega na área do EFMA.

INTRODUÇÃO

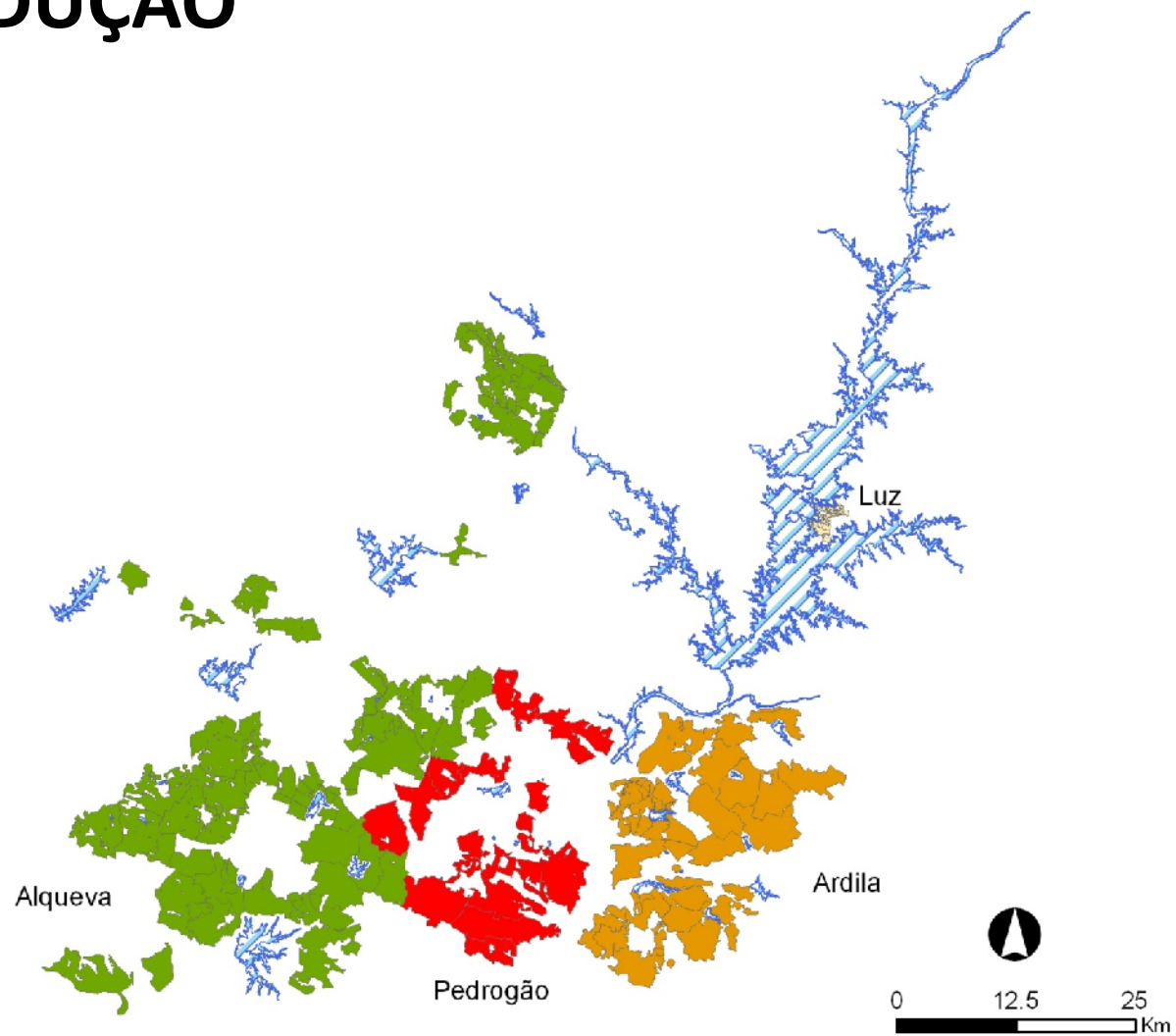


Figura 1 – Sub-sistemas de rega do EFMA

INTRODUÇÃO

- No âmbito do acompanhamento efectuado pela DGADR aos projectos de drenagem para os blocos de rega do EFMA, e para complementar as referidas orientações elaborou-se o artigo:

“Complemento às orientações para a elaboração de projectos de drenagem dos blocos de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva”.

MINISTÉRIO da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas | DGADR | Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

COMPLEMENTO ÀS ORIENTAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DE PROJECTOS DE DRENAGEM DOS BLOCOS DE REGA DO EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA (EFMA)

PINELA, M.S.J., FREITAS, A.
Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR), Av. Afonso Costa, 3 - 1549-022 Lisboa
e-mail: mpinelag@dgadr.pt, afreitas@dgadr.pt

Introdução

Foi concluído em Maio de 2008 um documento designado "Orientações para a elaboração de projectos de drenagem dos blocos de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva" no qual participaram as entidades a saber:

As entidades citadas, com excepção da EDIA, constituem a Comissão para a Avaliação dos Estudos de Impacte Ambiental das Infra-estruturas do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), sendo a DGADR, também a entidade que procede para aprovação do Ministro da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (MADR), os projectos das Infra-estruturas dos perímetros de rega na área do EFMA (Figura 1).




Figura 1 - Localização do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva

Contudo no âmbito do acompanhamento que a DGADR tem vindo a efectuar aos projectos de drenagem para os blocos de rega do EFMA, desenvolvidos, nesta nova abordagem, à luz das linhas orientadoras, tem-se sentido a necessidade de complementar as referidas orientações:

- * com alguns critérios adicionais de concepção e de dimensionamento da rede de drenagem;
- * bem como com a definição da metodologia a utilizar no estudo de protecção de curvas.

Critérios de concepção e dimensionamento

1. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água

Na avaliação da capacidade de vazão das linhas de água do tipo 2¹ e do tipo 3¹, com vista a averiguar a necessidade de se proceder ao repartimento, e no dimensionamento hidráulico de projecto, os valores de Ks recomendados, no âmbito da presente comunicação, devem corresponder à situação expectável, no pós-intervenção, considerada como sendo a mais frequente, ou seja, linhas de água com crescimento de vegetação limitado a moderado.

Admite-se no entanto que, quando existirem troços de linhas de água do tipo 2 de grande extensão, que beneficiam um único proprietário e que na situação actual estão limpos, esta possa ser considerada a situação expectável no pós-intervenção.

Assim, com base nas informações recolhidas em VELDRIAN et al., 2007, recomendam-se, tanto para avaliação da capacidade de vazão como para o dimensionamento hidráulico das linhas de água a repartir, a utilização dos valores dos coeficientes de rugosidade, apresentados no Quadro 1,

correspondentes a diferentes cenários de vegetação, no pós-intervenção, e para linhas de água de média e pequena dimensão.

¹Curso de água prioritário de 2^o orden no aspecto: sobre áreas das bacias hidrográficas sobrepostas a 0,5 km².
²Curso de água não prioritário no "Índice Hidrográfico e Classificação Decimal dos Cursos de Água de Portugal", DGRAH, 1981, e tabelas colectas existentes.

Quadro 1

Coeficientes de Rugosidade para o leito menor de linhas de água

Ks (m ^{1/3} s ⁻¹)	Descrição
30	Linhas de Água do tipo 2, limpas
25	Linhas de Água do tipo 2, com crescimento de vegetação limitado a moderado
20	Linhas de Água do tipo 2, com crescimento de vegetação limitado a moderado e com espumas abricadas nos taludes*
20	Linhas de Água do tipo 3, com crescimento de vegetação limitado a moderado

*Não havendo referência na fonte bibliográfica citada, a este cenário de vegetação, considerase abricado, por estar-se em contacto de vegetação abricada, reduzida a Ks para 20 m^{1/3} s⁻¹.

Com o intuito de fundamentar melhor os coeficientes de rugosidade a aplicar, apresentam-se as fotografias seguintes (Figura 2), que ilustram secções representativas de troços de linhas de água do tipo 2 e do tipo 3, exemplificativas dos cenários de vegetação considerados.




Figura 2 - Linhas de Água do tipo 2 (A) limpas, (B) com crescimento de vegetação limitado a moderado e (C) Linhas de Água do tipo 3, com crescimento de vegetação limitado a moderado e espumas abricadas nos taludes.

De as linhas de água do tipo 2 e do tipo 3 apresentarem, respectivamente, na situação actual, um grau de crescimento da vegetação significativo ou extremo (Figura 3), situação frequente, deve previr-se a partida a sua limpeza e depois avaliar a capacidade de vazão, com vista a averiguar da necessidade de se proceder ao repartimento, para as condições de grau de crescimento limitado a moderado.

INTRODUÇÃO

- Na continuação do acompanhamento efectuado pela DGADR sentiu-se a necessidade de actualizar os dois documentos existentes num documento único, por forma a ajusta-los ao que nos projectos tem vindo a ser aplicado, designadamente em virtude do recomendado nos pareceres da DGADR.

- A actualização refere-se às:
 - condições relacionadas com o período de retorno a adoptar nos projectos das redes de drenagem;
 - metodologias a utilizar no cálculo hidráulico para análise das condições de escoamento em linhas de água.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

1. Períodos de retorno a adoptar para o cálculo do caudal de projecto em linhas de água

- ❑ Deve ser assegurado, como critério geral, uma capacidade de vazão para o caudal de ponta de cheia com $T=2$ anos;
- ❑ o caudal de dimensionamento para $T= 5$ anos deverá apenas ser assegurado, se existirem troços paralelos de caminhos ou estações de filtragem (instaladas dentro de caixas em betão enterradas), localizadas a uma distância inferior a 100 m da berma das linhas de água.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

2. Períodos de retorno a adoptar para o cálculo do caudal de dimensionamento de passagens hidráulicas

- Deverão ser seguidos os recomendados no documento inicial das Orientações.

3. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água

- Recomenda-se, tanto para avaliação da capacidade de vazão como para o dimensionamento hidráulico das linhas de água a reperfilar, a utilização dos valores dos coeficientes de rugosidade, apresentados no Quadro 1.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

3. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água

Quadro 1 - Coeficientes de Rugosidade de Manning- Strickler para o leito menor de linhas de água

K_s ($m^{1/3} s^{-1}$)	Descrição
30	Linhas de água do tipo 2, limpas
25	Linhas de água do tipo 2, com crescimento de vegetação limitado a moderado
20	Linhas de água do tipo 2, com crescimento de vegetação limitado a moderado e com espécies arbóreas nos taludes ⁽¹⁾
20	Linhas de água do tipo 3, com crescimento de vegetação limitado a moderado

⁽¹⁾ Não havendo referência na fonte bibliográfica citada, a este cenário de vegetação, considera-se adequado, por analogia com o cenário de vegetação anterior, reduzir K_s para $20 m^{1/3} s^{-1}$

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

3. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água



(a)

(b)

(c)

Figura 2 – (a) Linha de água do tipo 2 limpa,
(b) Linha de água do tipo 2, com crescimento de vegetação limitado,
(c) linha de água do tipo 3, com crescimento de vegetação moderado.

(Fot.: cortesia de Campo d'Água)

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

3. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água

- Se as linhas de água do tipo 2 e do tipo 3 apresentarem na situação actual, um grau de crescimento da vegetação significativo ou extremo deve prever-se à partida, por simplicidade, a sua limpeza e depois avaliar a capacidade de vazão, para as condições de grau de crescimento limitado a moderado.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

3. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água



(a)



(b)

Figura 3 – Linha de água do tipo 2

(a) com crescimento de vegetação significativo,

(b) com crescimento de vegetação extremo.

(Fot.: cortesia de Campo d'Água)

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

3. Coeficientes de rugosidade para o leito menor de linhas de água



(a)



(b)

Figura 4 – Linha de água do tipo 3

(a) com crescimento de vegetação significativo,

(b) com crescimento de vegetação extremo.

(Fot.: cortesia de Campo d'Água)

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

4. Velocidade máxima permissível do escoamento

- Recomenda-se o estabelecimento do limite máximo da velocidade de escoamento de 1,5 m/s.
- Para velocidades superiores, deve optar-se preferencialmente por uma protecção da linha de água com enrocamento simples, com excepção das quedas verticais onde se deve optar por utilizar revestimentos com colchões tipo “Reno”, devido às velocidades elevadas que podem ocorrer.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

5. Relações entre a largura do rasto e a altura do escoamento em linhas de água

- No dimensionamento hidráulico das linhas de água, recomenda-se a utilização dos critérios segundo VAN DER MOLEN, que considera as relações entre a largura do rasto (b) e a altura do escoamento (y), apresentadas no Quadro 2, com vista a aproximar a secção obtida da hidraulicamente mais favorável.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

5. Relações entre a largura do rasto e a altura do escoamento em linhas de água

Quadro 2 - Relações b/y segundo VAN DER MOLEN

Tipos de linhas de água	b/y
Linhas de água pequenas	1 - 2
$1 \text{ m} \leq y < 2 \text{ m}$	2 - 3
Linhas de água grandes	3 - 4

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

6. Folgas em linhas de água

- ❑ Com o intuito de minimizar o aumento da largura da boca das linhas de água do tipo 2 e do tipo 3, de forma a minimizar os impactes ambientais, preconiza-se que as folgas a considerar sejam reduzidas.
- ❑ Indicam-se, como valores adequados, uma folga mínima de 0,15 m, para as linhas de água do tipo 2 e 0,10 m, para as linhas de água do tipo 3.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

7. Profundidade mínima das linhas de água em zonas com deficientes condições de drenagem

- Nas situações em que seja recomendável a instalação de sistemas de drenagem terciários pelos agricultores, em zonas com condições de drenagem deficiente, a profundidade total mínima das linhas de água a reperfilar deve ser de 1,20 m.

CRITÉRIOS DE CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO

8. Extensão de intervenção a jusante do perímetro

- Nas situações em que as linhas de água a limpar ou a reperfilar se prolonguem para jusante, fora do perímetro, deve prever-se estender essa intervenção numa extensão de, pelo menos, 100 m, para jusante da área em estudo.

METODOLOGIAS A UTILIZAR NO CÁLCULO HIDRÁULICO PARA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO EM LINHAS DE ÁGUA

1. Regime permanente

- A simulação das condições de escoamento, na situação actual e na situação com projecto, deve ter em consideração, nas linhas de água do tipo 2, o regolfo, recorrendo ao uso de modelos de simulação hidráulica de escoamentos, designadamente o HEC-RAS, cujo tipo de resultados a apresentar nos projectos podem ser consultados no presente artigo.

METODOLOGIAS A UTILIZAR NO CÁLCULO HIDRÁULICO PARA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO EM LINHAS DE ÁGUA

1. Regime permanente

- Nos troços das linhas de água do tipo 1, onde seja necessário consolidar as margens, a análise das condições de escoamento nesses troços, também deve ter em consideração o estudo do escoamento em regime permanente, recorrendo ao uso de modelos de simulação hidráulica de escoamentos, designadamente o HEC-RAS.

METODOLOGIAS A UTILIZAR NO CÁLCULO HIDRÁULICO PARA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO EM LINHAS DE ÁGUA

2. Regime uniforme

- Nas linhas de água do tipo 3 poderá proceder-se à avaliação da capacidade de vazão actual e ao dimensionamento hidráulico em regime uniforme, utilizando designadamente a equação de Manning-Strickler:

METODOLOGIAS A UTILIZAR NO CÁLCULO HIDRÁULICO PARA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO EM LINHAS DE ÁGUA

2. Regime uniforme

$$Q = K_s S R^{2/3} i^{1/2}$$

em que:

Q - caudal (m³/s);

K_s - coeficiente de rugosidade de Manning-Strickler (m^{1/3}s⁻¹);

S - área da secção molhada (m²);

R - raio hidráulico (m);

i - declive do fundo do canal (m/m).

METODOLOGIAS A UTILIZAR NO CÁLCULO HIDRÁULICO PARA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ESCOAMENTO EM LINHAS DE ÁGUA

2. Regime uniforme

- Relativamente à capacidade de vazão actual e ao dimensionamento hidráulico de cada linha de água, deverá ser preenchido respectivamente um quadro com o tipo de resultados que podem ser consultados no presente artigo.

METODOLOGIA A UTILIZAR NO ESTUDO HIDRÁULICO DA PROTECÇÃO DE CURVAS

- Recomenda-se a utilização da metodologia preconizada em SAMORA, onde para relações de $r/B > 10$ não há necessidade de proteger as curvas com enrocamento (ou proceder a um revestimento do extradorso da curva, mais forte do que no troço rectilíneo).
- se $r/B < 10$ deve-se continuar a averiguar a necessidade de se proceder ao revestimento (ou reforço do revestimento) do extradorso da curva.

METODOLOGIA A UTILIZAR NO ESTUDO HIDRÁULICO DA PROTECÇÃO DE CURVAS

- Para o efeito, pode considerar-se, por simplicidade, que a tensão tangencial de arrastamento num ponto é directamente proporcional ao quadrado da velocidade média do escoamento na vertical desse ponto.
- Partindo desta aproximação, pode concluir-se que o quadrado do factor de agravamento da velocidade, no extradorso das curvas, será aproximadamente igual a:

METODOLOGIA A UTILIZAR NO ESTUDO HIDRÁULICO DA PROTECÇÃO DE CURVAS

$$M_2^2 \cong M_1$$

em que :

M_1 - factor de agravamento da tensão tangencial ;

M_2 - factor de agravamento da velocidade.

METODOLOGIA A UTILIZAR NO ESTUDO HIDRÁULICO DA PROTECÇÃO DE CURVAS

O factor de agravamento da tensão tangencial, de modo a ter em consideração o efeito da curvatura, é dado pela relação seguinte:

$$M_1 = \frac{3,2}{\sqrt{\frac{r}{B}}}$$

METODOLOGIA A UTILIZAR NO ESTUDO HIDRÁULICO DA PROTECÇÃO DE CURVAS

O factor de agravamento da velocidade no extradorso da curva, é dado pela relação seguinte:

$$M_2 = \sqrt{M_1}$$

METODOLOGIA A UTILIZAR NO ESTUDO HIDRÁULICO DA PROTECÇÃO DE CURVAS

Sendo V_{med} a velocidade média no troço rectilíneo, a velocidade agravada (V_{ag}) no extradorso da curva é dada por:

$$V_{ag} = V_{med} \times M_2$$

Se o valor da velocidade agravada no extradorso da curva for superior à velocidade máxima de 1,5 m/s, deve-se proteger a curva com enrocamento e ainda o troço rectilíneo a jusante da curva ao longo de uma distância de, pelo menos, $5 \times B$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente comunicação **visa**:

actualizar num único documento, o documento inicial das orientações e o artigo “Complemento às orientações para a elaboração de projectos de drenagem dos blocos de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva”.

Com o **objectivo** de:

uniformizar de forma abrangente critérios de concepção e dimensionamento assim como metodologias em todos os projectos de drenagem para a área do EFMA e genericamente para a área de todos os Aproveitamentos Hidroagrícolas do território Português.



Muito obrigado pela vossa atenção