

A importância das obras de correção torrencial no controlo da erosão hídrica. Exemplos da bacia hidrográfica do rio Lis

Sofia Fernandes

Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
sofiasuisse@hotmail.com

Luciano Lourenço

Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
luciano@uc.pt

Resumo:

A correção torrencial foi aplicada, em Portugal, a numerosos pequenos cursos de água com regime torrencial, caracterizados por uma intensa atividade erosiva nas cabeceiras e um forte assoreamento dos leitos nas áreas vestibulares.

A importância destes processos erosivos na modelação da paisagem está bem patente ao longo do rio Lis e seus afluentes, que, por isso, foram dos mais intervencionados em termos de obras de correção torrencial.

Palavras-chave: Correção torrencial. Erosão. Assoreamento.

Résumé:

L'importance des travaux de correction torrentielle dans le contrôle de l'érosion hydrique. Des exemples du bassin hydrographique du Lis

Au Portugal la correction torrentielle a été appliquée à de nombreux *petits cours d'eau*, au régime torrentiel, caractérisés par une intense activité d'érosion des eaux d'amont et par un fort envasement des lits dans les zones vestibulaires.

L'importance de ces processus d'érosion dans le façonnement du paysage est évident le long de la rivière Lis et de ses affluents, qui, par conséquent, ont été ceux ayant subi le plus de travaux de correction torrentielle.

Mots-clés: Correction torrentielle. Érosion. Envasement.

Abstract:

The importance of the works of torrential correction in controlling erosion. Examples of Lis river basin

In Portugal, the torrential correction has been applied to the numerous small watercourses with a torrential regime, characterized by an intense erosion activity in the headwaters and a strong silting process of the beds in vestibular areas.

The importance of these erosion processes in shaping the landscape is evident along the river Lis and its tributaries, therefore, the most intervened in terms of works of torrential correction.

Keywords: Torrential correction. Erosion. Siltation.

Introdução

A morfologia terrestre sofre contínuas modificações que resultam de várias causas, sendo uma das mais importantes a ação da água corrente, que circula à superfície terrestre e resulta da água proveniente da precipitação e que, na presença de terrenos declivosos e ausência de revestimento vegetal, contribui para acelerar os processos erosivos.

O desenvolvimento destes processos depende das características rochosas dos materiais que vão sendo desagregados, uma vez que serão tanto mais violentos quanto mais friáveis forem as rochas, e da precipitação, pois, num primeiro momento, serão tanto maiores quanto mais intensa e abundante ela for e, depois, ficam condicionados pela força viva e capacidade de transporte das linhas de água.

Deste modo, quando numa bacia hidrográfica se verifica intensa atividade erosiva, esta situação pode evidenciar alguma torrencialidade do regime fluvial, sobretudo dos afluentes e subafluentes dos sectores de montante, em cujas cabeceiras se desenvolvem barrancos (Fotografia 1) cuja formação é favorecida pelo declive das vertentes e pela ausência de cobertura vegetal.



Fotografia 1
Efeito da erosão torrencial no ribeiro do Janardo, afluente do rio Lis.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.

Por sua vez, nos sectores vestibulares, os efeitos da erosão torrencial traduzem-se na deposição de materiais e, por conseguinte, no assoreamento do leito, com redução da altura das águas, o que cria condições para a manifestação de cheias mais ou menos violentas, com as consequentes inundações (Fotografia 2).



Fotografia 2
Cheia do rio Lis, em 1911. As águas ultrapassaram, em cerca de dois metros, o nível de arruamentos da cidade de Leiria.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.

Para tentar minimizar as consequências da atuação destes processos, no início do séc. XX deu-se início a uma vasta atividade de correção torrencial em numerosas bacias hidrográficas de pequena dimensão, que englobou um vasto conjunto de técnicas, desde a construção de barragens transversais ao leito do rio, até à feitura de estacadas e motas, passando pela abertura de valas de drenagem e arborização dos taludes, com o claro objetivo de não só travar os efeitos da erosão, mas também de atenuar as inundações. As obras prolongaram-se até finais da década de 70 do século passado, e a bacia hidrográfica do rio Lis foi uma das mais intervencionadas em todo o país (ANDRADA, 1982), razão pela qual foi tomada como exemplo desta importante atividade.

Objetivos

O presente estudo visa dar a conhecer alguns efeitos erosivos registados na bacia hidrográfica do rio Lis, no início do século passado, bem como algumas das obras de correção torrencial nela efetuadas, baseado na consulta dos respetivos projetos e de diversas outras fontes documentais dos Serviços Florestais, que, felizmente, se encontram bem conservados e que merecem divulgação.

Metodologia

Numa primeira fase do estudo, procedeu-se à consulta de todos os projetos de correção torrencial, realizados a partir de 1941, para a bacia hidrográfica do rio Lis, arquivados na antiga Administração dos Serviços Florestais de Leiria, tendo-se procedido à recolha de muita informação.

Numa segunda fase, com recurso ao ArcGis 10, procedeu-se à representação cartográfica das ribeiras intervencionadas, através da respetiva localização.

Os processos erosivos e os seus efeitos na paisagem

O fenómeno conhecido por erosão corresponde a um conjunto de processos naturais, normalmente provocados por agentes externos, que influenciam o modo como as formas topográficas evoluem à superfície terrestre, mas que podem ser acelerados pela ação humana.

Quando se trata de erosão hídrica, o processo inicia-se, habitualmente, com a precipitação que, quando ocorre sob a forma de chuva, dá origem à escorrência laminar, que depois passa a difusa e acaba por se concentrar nas linhas de água, dando início ao processo erosivo.

Qualquer que seja o tipo de processo erosivo envolvido, a sua atuação está sempre muito condicionada por uma série de fatores, de entre os quais se destacam as características físicas do local, (geológicas, topográficas, climáticas, fitogeográficas,...) e, no caso dos processos resultantes da pluviosidade, as intervenções humanas podem facilitar a erosão, como é o caso do pastoreio excessivo ou da desflorestação, mas também podem dificultar a atividade erosiva através da arborização das vertentes e da realização de obras de construção civil.

De todas formas, no clima tipo mediterrâneo como o nosso, um dos fatores mais importante é, efetivamente, a água proveniente da pluviosidade que, em função das suas diferentes características (quantidade, duração, intensidade e frequência) apresenta maior ou menor agressividade erosiva (Quadro I).

Quadro I

Desenvolvimento de atividade erosiva em função de diferentes parâmetros inerentes à pluviosidade.

Quantidade de chuva	Reduzida	Média	Elevada
Duração da chuva	Curta	Média	Longa
Frequência (Intervalo entre chuvas)	Grande	Média	Pequena
Intensidade da chuva	Baixa	Média	Alta
Erosão	Mínima	Média	Máxima

Adaptado de: Sidnei Lopes Ribeiro, citado por José Oliveira, 2006.

Os efeitos erosivos são particularmente visíveis nas rochas mais friáveis, onde as linhas de água elementares encontram maior facilidade para remontar cabeceiras, chegando a formar longos e profundos barrancos (Fotografia 3).



Fotografia 3

Efeitos erosivos no ribeiro do Outeiro dos Ferreiros.

Fonte: Mário GALLO, 1942a.

Comportamento torrencial das pequenas ribeiras

As torrentes, desde há muito estudadas nos Alpes, são "um poderoso agente de erosão graças à concentração que determinam, ao longo da linha de escoamento, ou talvegue, das águas de escoamento e dos fragmentos arrancados à parte superior dos declives" (MARTONNE, 1953).

Do ponto de vista do caudal, uma torrente pode ser definida como "uma linha de água que corre copiosamente durante as tempestades ou chuvas grossas e sempre com grande violência, sendo o seu leito sujeito a muitas variações e irregularidades devido à curta duração das cheias" (FABRE, citado por M. GALLO, 1942b) e, do ponto de vista geomorfológico, comporta três partes, tão diferentes pela topografia como pelas forças atuantes: a bacia de recepção, o canal de escoamento e o cone de dejeção (Surell, 1841) que, respetivamente, dizem respeito aos sectores: montante, intermédio e jusante da linha de água.

Como é sabido, a bacia de receção corresponde a toda a área superior da torrente, que recebe a maior parte da água das chuvas e donde provém a grande maioria dos materiais que a torrente vai movimentar ao longo do seu canal de escoamento. Na área em estudo, a bacia de receção desenvolve-se em vertentes sulcadas por ravinas, que se prolongam para o canal de escoamento, situado imediatamente a jusante, em forma de garganta, por onde a água se escoia. O material transportado acaba por se depositar no chamado cone de dejeção, uma forma mais ou menos triangular, semelhante a um semicone, cujo vértice se situa no sector jusante do canal de escoamento, onde se inicia o processo de deposição.

Contudo, em função das características dos locais onde se verifica, o processo torrencial pode ser mais ou menos intenso, pelo que está muito dependente das condições naturais e humanas que se fizerem sentir.

Fatores naturais desencadeantes e condicionantes

Um dos elementos a ter em conta na formação das torrentes é, desde logo, a constituição das rochas do substrato, isto porque as torrentes tendem a formar-se em bacias hidrográficas constituídas por materiais friáveis, isto é, sobre rochas que facilmente se desagregam e desprendem, e, por outra parte, que apresentam uma permeabilidade muito reduzida, a qual dificulta a percolação, contribuindo assim para que a água se escoie e corra, quase sempre, à superfície.

Ora, como apenas uma reduzida parte do território nacional é ocupado por formações pouco coerentes, designadamente arenitos e argilas, são poucas as áreas do território que estão sujeitas a erosão muito elevada. Todavia, quando aquelas formações correspondem a colinas com acentuado declive e pouco protegidas por vegetação, acabam por se ver submetidas a uma atividade erosiva intensa, situação que corresponde a algumas pequenas ribeiras, designadamente das bacias hidrográficas dos rios Lis e Mondego (ANDRADA, 1982).

Ora, a bacia hidrográfica do rio Lis estando integrada na Orla Mesozóica Ocidental, é na sua grande maioria composta por calcários do Jurássico médio, calcários margosos e margas do Jurássico e do Cretácico e, também, por argilas, areias e cascalhos do Terciário. O setor montante desta bacia é constituído, maioritariamente, por formações do Jurássico, enquanto que o seu setor inferior é dominado, em grande parte, por formações do Pliocénico.

Estas condições geológicas foram determinantes para o desenvolvimento de fenómenos de erosão, ao longo de toda a bacia, em particular a Norte e Este de Leiria, pelo que são, sobretudo, areias muito finas os materiais que, maioritariamente, são transportados pelos afluentes do rio Lis.

A topografia contribui também para a intensificação da atividade erosiva, na medida em que quanto maior for o declive das vertentes, mais velocidade a água de escorrência, bem como a concentrada nas linhas de água, tende a adquirir e, em consequência, ganha maior força viva, logo maior poder erosivo.

Porém, em áreas cobertas por vegetação, a influência da topografia pode ser ligeiramente atenuada na medida em que os revestimentos herbáceos, arbustivos e arbóreos oferecem resistência à escorrência e, por conseguinte, à erosão, contribuindo assim para retenção da água, que é favorecida pelos detritos orgânicos que, ao acumular-se à superfície, proporcionam o aumento da permeabilidade do solo, que também é facilitada pela ação das raízes e do húmus. De facto, basta que um incêndio florestal retire essa proteção para que as taxas de erosão aumentem significativamente (LOURENÇO, 2004).

Em termos de condições climáticas, a chuva é o fator mais importante, e, sobretudo, as chuvas mais violentas, de grande intensidade, contribuem para intensificar a atividade erosiva, que em parte se acentua com a distribuição irregular da pluviosidade anual (Figura 1).

Contributo das ações humanas

Além destes fatores naturais, a ação humana deve ser vista com particular atenção, dado que muitas das atividades humanas que ocorreram ou se manifestam ao longo do curso de água, contribuem significativamente para acelerar o fenómeno erosivo, de entre as quais se destacam algumas das que, então, tiveram uma grande importância:

- a) Pastoreio excessivo, o qual faz com que as pastagens desapareçam, deixando muitas vezes a rocha-mãe a aflorar, ficando assim exposta à livre atuação dos agentes erosivos.
- b) Desigual exploração dos terrenos florestais situados nas vertentes de maior declive, onde uma excessiva exploração cria áreas fragilizadas, desencadeando o fenómeno de erosão.
- c) Desvio dos cursos de água, por parte de proprietários de terrenos de culturas agrícolas, que resulta de uma certa ganância de estes verem aumentar a sua superfície de produção, à

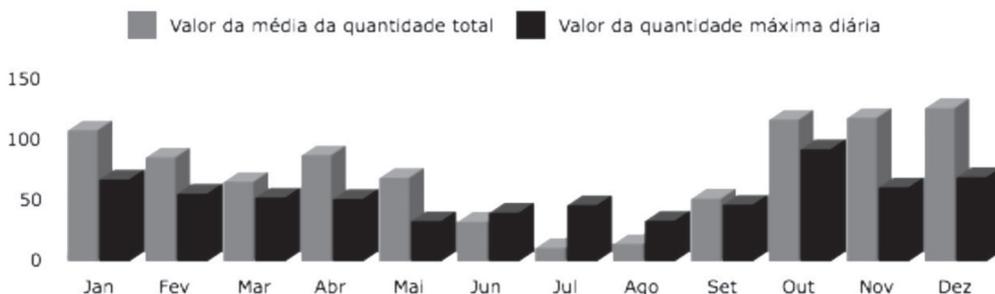


Figura 1
Distribuição mensal (média normal e máxima diária) da precipitação em Coimbra, no período de 1981 a 2010 Fonte: Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

custa do desmoronamento dos taludes da margem oposta, visto que o curso de água, ao ser desviado para junto dos taludes marginais, cria instabilidade na base da vertente que, assim, acaba por se ir desmoronando.

d) Estreitamento do leito de um curso de água é também uma outra ação levada a cabo pelos proprietários de terrenos agrícolas com o mesmo intuito mencionado na alínea c).

e) Intensa desflorestação, resultante do corte intensivo de árvores e plantas sem complementaridade com reflorestação, bem como em resultado dos incêndios florestais.

Já em 1841 SURELL, citado por M. GALLO (1942b), consciente da importância da floresta para travar a erosão, afirmava que “a destruição de uma floresta entrega o solo à torrencialidade” tal como “o corte das florestas faz renascer as torrentes extintas”.

Estas foram, efetivamente, as principais atividades humanas que, na primeira metade do século passado, atuaram na aceleração dos processos erosivos em muitos cursos de água e que levaram à implementação de projetos de correção torrencial, como foi o caso da bacia hidrográfica do rio Lis.

Efeitos erosivos na bacia hidrográfica do rio Lis

A sucessiva atuação dos processos erosivos desencadeou inúmeros problemas para os locais onde estes se manifestaram. A montante, nas áreas de cabeceiras, ocorreu uma acentuada deterioração da qualidade dos solos, tornando-os inaptos para exploração, tanto agrícola como florestal, visto que, muitas vezes, a camada arável foi levada pelas águas, tendo deixado a rocha-mãe desprotegida. Por outro lado, deu-se o empobrecimento dos aquíferos, devido à fraca ou quase nula infiltração de água no solo, que passou a ocorrer nesses locais.

Em contrapartida, a jusante, verificava-se a deposição dos materiais erosionados e transportados ao longo dos cursos de água, com o leito do rio Lis a sofrer um processo de assoreamento intenso, que contribuiu para a redução da sua capacidade de vazão das águas, e consequentemente, para o aumento de cheias rápidas e de violentas inundações que afetavam campos (Fotografia 4), instalações diversas (Fotografia 5) e os próprios aglomerados populacionais (Fotografia 2).



Fotografia 4
Cheia do rio Lis em 1939. Campos inundados.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.



Fotografia 5
Cheia no rio Liz, em 1939 - Queda de água junto à Central Elétrica Municipal.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.

Com vista à minimização dos danos provocados por estas manifestações, tanto do risco de erosão como do risco de inundação, logo no dealbar do século XX, mais precisamente a partir de 1901, deu-se início aos primeiros trabalhos no rio Lis, com vista à designada correção torrencial, os quais passaram a ter maior envergadura a partir de 1919, com recurso ao método florestal. A partir dessa altura houve uma forte aposta na arborização dos locais mais afetados pela erosão, de modo a garantir a fixação dos taludes e dos próprios leitos. Em casos muito precisos, realizaram-se diversas obras de construção, tais como barragens, motas, estaçadas, abertura de valas de drenagem e canaletes.

A realização de todos estes trabalhos foi fulcral para a minimização dos danos produzidos pela mani-

festação dos riscos de erosão e de inundação, tendo-se assim diminuído não só os prejuízos provocados pela erosão, mas também a frequência das cheias e, por conseguinte, os danos provocados pelas inundações, o que permitiu recuperar grandes superfícies de terreno para a agricultura.

Projeto de correção torrencial da bacia hidrográfica do rio Lis

Em função das condições então existentes, os efeitos da erosão faziam-se sentir com grande intensidade nos afluentes e subafluentes do rio Lis, tendo sido nesta bacia hidrográfica (Figura 2) que, no nosso

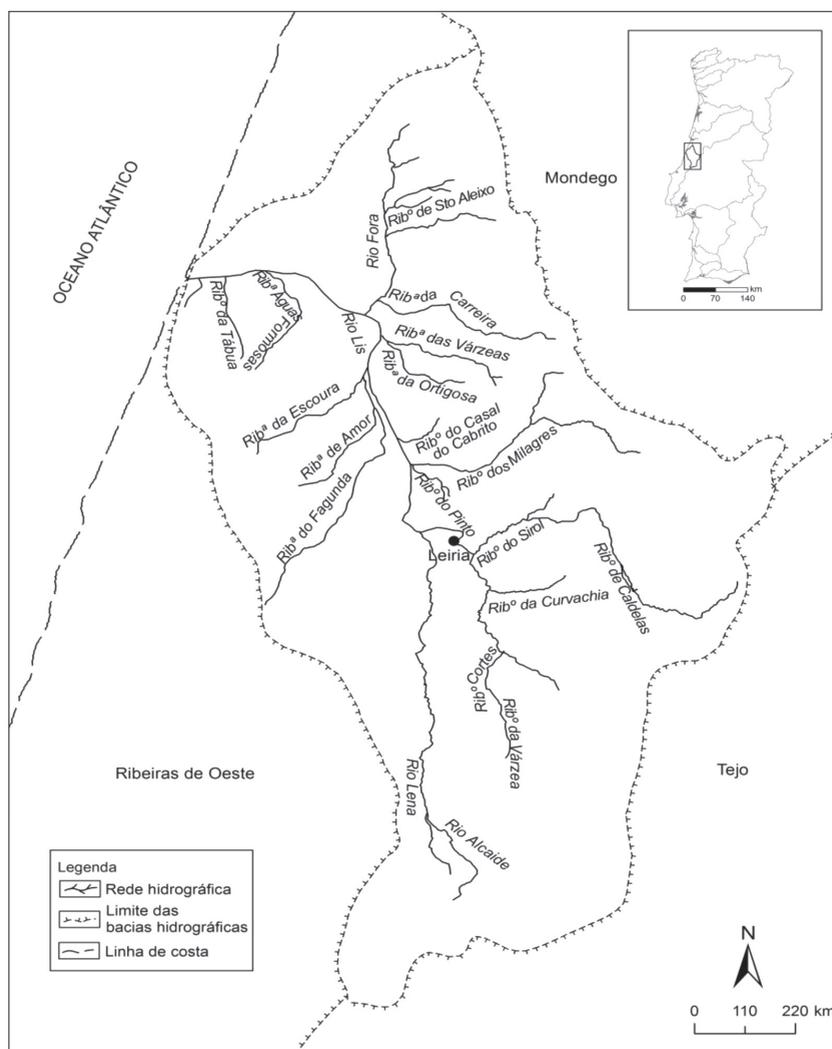


Figura 2
Enquadramento hidrográfico da bacia do rio Lis.

país, se realizaram os primeiros trabalhos de correção torrencial, assentes na regularização fluvial e no controlo de erosão, com recurso a obras de correção, razão pela qual foi escolhida para divulgar esse ciclópico trabalho, atendendo às condições técnicas em que foi realizado, em comparação com as existentes na atualidade.

A razão da implementação desses projetos adveio, sobretudo, das sucessivas cheias e das consequentes e não menos violentas inundações que, ao tempo, afetavam a cidade de Leiria, em grande parte resultantes do progressivo assoreamento do leito do Lis. Além disso, também era urgente travar a perda de terrenos agrícolas, por esterilização das áreas marginais, que no período de cheia eram invadidas pelas águas, bem como proteger os proprietários da erosão dos terrenos de cultura, tanto agrícolas como florestais.

Classificação dos cursos de água

Tendo em consideração a diferente atividade erosiva dos diversos cursos de água da bacia hidrográfica do rio Lis e, apenas, com base na observação direta, ou seja, num "simples" exame realizado aos cursos de água por técnicos das entidades responsáveis, eles foram divididos nas três classes seguintes:

- 1.ª classe - os cursos de água que apresentavam erosão mais intensa;
- 2.ª classe - aqueles que possuíam uma atividade erosiva menor;
- 3.ª classe - os restantes, em que a ação erosiva era muito fraca.

Essa simples análise permitiu, desde logo, concluir que a maior percentagem de cursos de água que apresentavam uma atividade erosiva muito intensa, pertencentes à 1.ª classe, correspondia à bacia hidrográfica da ribeira dos Milagres, por transportarem consideráveis volumes de areia (Fotografias 6 e 7), bem como de cursos de água afluentes, designadamente dos ribeiros das Várzeas, Ortigosa e Casal Cabrito (Fotografia 8). A maior parte das vertentes que drenavam para estas linhas de água apresentavam declives médios e desenvolviam-se sobre areias finas Pliocénicas.

Como exemplo do que foi a atividade erosiva de 2.ª classe, podem apontar-se alguns afluentes do ribeiro dos Milagres, bem como os ribeiros da Carreira, e de Caldelas, entre outros. Nestes casos, os declives também eram médios e as vertentes assentavam, de igual modo, em areias finas Pliocénicas e, por vezes, desenvolviam-se sobre formações areníticas do Cretácico.



Fotografia 6
Aspeto do assoreamento do leito do rio Lis, a jusante da confluência do ribeiro dos Milagres.
Fonte: Mário GALLO, 1942a



Fotografia 7
Assoreamento do ribeiro dos Milagres, junto à ponte da via-ferrea.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.



Fotografia 8
Assoreamento do ribeiro do Casal Cabrito, junto à ponte da estrada de Leiria a Figueira da Foz.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.

Assim, nestas duas classes de atividade erosiva, os efeitos da atuação dos processos manifestaram-se nos vales, em terrenos de cultura agrícola, e nas vertentes, em áreas de cultura florestal que, devido às características de exploração, não apresentavam um bom revestimento do solo.

Quanto aos cursos de água pertencentes à 3.^a classe, na sua maior parte correspondem àqueles onde a erosão se produziu com alguma intensidade mas que, naturalmente, acabaram por atingir a sua regularização, apresentando-se quase todos eles recobertos por vegetação, de que eram exemplo, entre outros, os afluentes do ribeiro da Bajouca.

Estes cursos de água também assentavam sobre formações do Cretácico e do Pliocénico, com bom revestimento vegetal que explicava a pequena intensidade do fenómeno erosivo.

Resenha histórica dos trabalhos de correção realizados no Lis

Os Serviços de Hidráulica Florestal foram instituídos, em Portugal, por Decreto Governamental de 24 de Dezembro de 1901. A bacia hidrográfica do rio Lis foi a primeira a ser intervencionada, por ser nela que os efeitos da intensa atividade erosiva mais se faziam sentir, comparativamente com os casos análogos existentes noutras bacias hidrográficas.

Ora, na bacia hidrográfica do rio Lis, os trabalhos de correção torrencial estiveram a cargo do Engenheiro Silvicultor José Lopes Vieira, que tentou salvar a cidade de Leiria das inundações motivadas pelo progressivo assoreamento do rio Lis, corrigindo, para tal, numerosos cursos de água que se encontravam a montante da cidade, nomeadamente na região da Caranguejeira, e arborizou várias charnecas pertencentes à bacia hidrográfica do rio Lis.

Anteriormente, já tinham sido desenvolvidos alguns trabalhos de correção em afluentes do rio Lis, com o objetivo minimizar os efeitos das inundações, contudo, nenhuma dessas intervenções conseguiu resolver definitivamente o problema. Somente, a partir do ano de 1901, com a adoção de medidas de arborização, através de sementeira e plantação, conjugadas com a construção de infraestruturas, é que se começaram a obter resultados positivos.

Até 1941, foram intervencionados 56 cursos de água, onde foram feitas sementeiras e plantações numa superfície de cerca de 300ha e, em 33 deles, foram construídas 314 barragens de alvenaria (Quadro II).

Nos anos seguintes, os Serviços Florestais mantiveram uma atividade contínua na bacia hidrográfica do rio Lis (Quadro III), apesar das verbas direcionadas para a correção torrencial irem sendo progressivamente reduzidas, o que fez com que a principal ação se tivesse virado para a conservação das estruturas já construídas

Quadro II

Cursos de água intervencionados na bacia hidrográfica do rio Lis, até 1941.

Bacia hidrográfica do ribeiro	Nome [Ribeiro do/a(s)]	Total
Casal Cabrito	Vale do Pinheiro	1
Espite	Formigal	4
	Vale da Branca	
	Vale da Catarina	
	Vale da Loba	
Milagres	Amieira	13
	Brejo Gancho	
	Figueiras	
	Janardo	
	Outeiro das Barrocas	
	Ravasco	
	Vale do Cão	
	Vale das Corças	
	Vale Escuro	
	Vale da Lagôa	
	Vale das Pereiras	
Pinto	Vale Ranhosos	3
	Matoeiro	
	Marrazes	
Sirol	Olival de São João	11
	Pinto	
	Andrinos	
	Azabucho	
	Brejo	
	Castanheiro	
	Cova da Sobreira	
	Vale de Ferreiros	
	Vale da Murta	
	Vale Salgueiro	
	Vale da Serrana	
Vale da Torre		
Quintas		
	Arieiro	1
Cursos de água corrigidos		33

Fonte: Ex-Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.

Quadro III

Cursos de água intervencionados na bacia hidrográfica do rio Lis, a partir de 1941.

Bacia hidrográfica do ribeiro do/a(s)	Nome do Ribeiro	Total
Casal Cabrito	Vale de Andréu/Vale Pinheiro	2
Curvachia	Touria	1
Ortigosa	Monte Agudo/Bidual/Barroca	3
Caldelas	Vales	1
Várzeas	Vale da Amieira/Vale da Sobreira	2
Sirol	Quintas	1
Milagres	Janardo/Amieira/Mortório/Bidueira/Colmeias	41
Rio Carreira	Margarida/Moita do Moinho	14
Rio Fora	Bajouca/Macieira	10
Cursos de água corrigidos		75

Fonte: Ex-Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.

e, somente em casos muito específicos e restritos, se iniciassem novos projetos de correção.

Os projetos passaram, então, a ser direcionados para a atenuação da erosão em muitos hectares de terreno agrícola do vale do Lis e, ao mesmo tempo, para a recuperação de grandes superfícies de terreno com destino à agricultura.

Ora, da grande maioria dos projetos de correção torrencial projetados para os ribeiros da bacia hidrográfica do rio Lis (Figura 3), cerca de metade dos trabalhos realizados incidiram no ribeiro dos Milagres (Quadro IV), afluente da margem direita do rio Lis, o qual contribuiu, durante muitos anos, para o progressivo assoreamento do rio Lis.

Como se depreende, foi sobretudo nas cabeceiras dos pequenos ribeiros tributários dos afluentes da

Quadro IV

Projetos de correção torrencial implementados na bacia do Lis, entre 1901 e 1967.

Afluentes	Total de cursos de água corrigidos
Milagres	54
Carreira	14
Sirol	12
Fora	10
Espite	4
Casal Cabrito	2
Ortigosa	3
Pinto	3
Várzeas	2
Caldelas	1
Curvachia	1
11 Afluentes intervencionados	106

Fonte: Ex-Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.

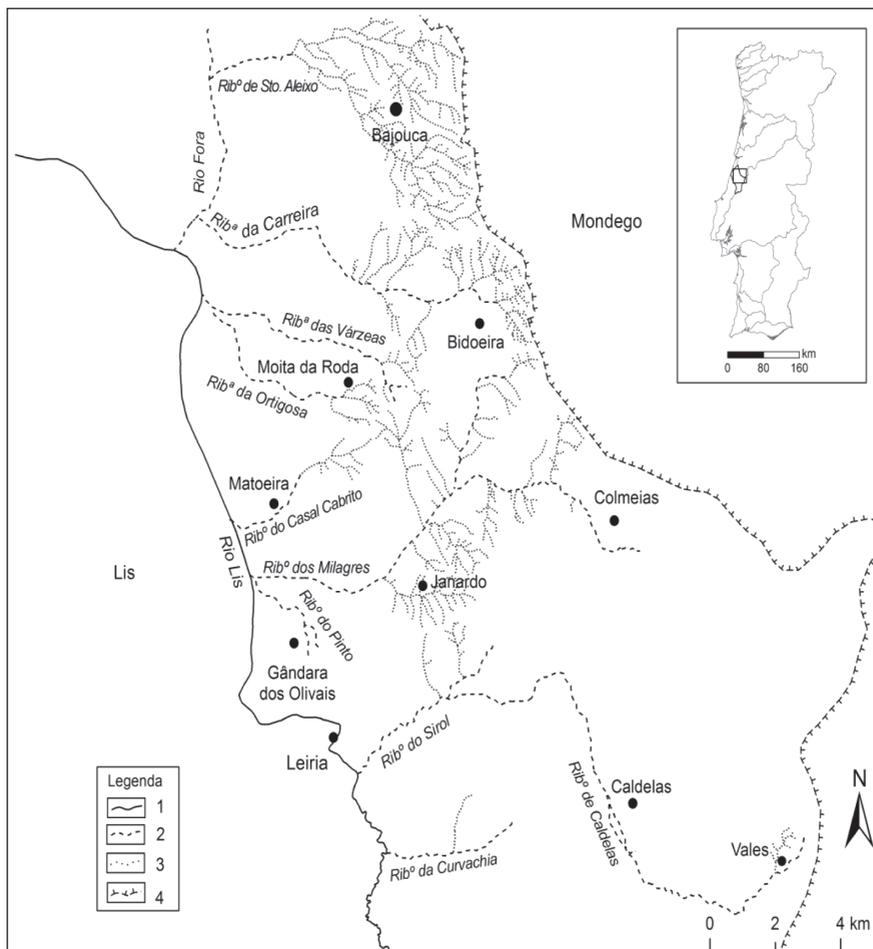


Figura 3
Principal área de intervenção com projetos de correção torrencial aplicados na bacia do rio Lis. 1 - Linha de água principal; 2 - Afluentes; 3 - Ribeiros intervencionados; 4 - Limite da bacia hidrográfica.

Fonte: Ex-Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.

margem direita do setor intermédio da bacia hidrográfica do rio Lis que um número significativo de cursos de água foram submetidos à correção torrencial. O facto de só terem sido intervencionados ribeiros da margem direita resulta da maior movimentação do relevo e, por conseguinte, de maiores desníveis do que na margem esquerda, o que facilita o trabalho erosivo.

De forma a melhor compreender a dinâmica desta erosão, segue-se a descrição, em linhas muito gerais, da razão de algumas dessas intervenções efetuadas em pequenas linhas de água, a partir de 1941, que aparecem associadas a algumas das principais bacias hidrográficas dos ribeiros do/a(s):

• Várzeas:

- Ribeiro do Vale da Sobreira, apresentava grandes barrancos, com mais de 30m de altura, numa extensão aproximada de 200m (Fotografia 9). Em quase toda a linha de água, a erosão originou numerosas ravinas;



Fotografia 9

Efeitos da erosão no ribeiro do Vale da Sobreira.

Fonte: Mário GALLO, 1942a).

• Carreira:

- Ribeiro do Vale da Amieira, apresentava alguns barrancos no curso superior desta linha de água (Fotografia 10), o que exigiu intervenção.



Fotografia 10

Efeitos da erosão no ribeiro do Vale da Amieira.

Fonte: Mário GALLO, 1942a.

• Casal Cabrito:

- Ribeiro do Vale Pinheiro, com a margem esquerda ocupada por muitas ravinas, com bastante erosão, principalmente no curso médio



Fotografia 11

Efeitos da erosão no ribeiro do Vale Pinheiro.

Fonte: Mário GALLO, 1942a.

• Milagres:

- Ribeiro das Barrocas do Forno, foi intervencionado por apresentar muita erosão em barrancos, nos cursos superior e inferior. Com um desnível de 23m, entre o talvegue e a aresta superior dos taludes marginais, criava condições para o desenvolvimento de barrancos com largura superior a 50m (Fotografia 12).
- Ribeiro das Figueiras, foi um dos mais intervencionados, em termos de estabilização do seu leito e taludes, pelo que, além da arborização, contou com a construção de dezanove barragens em alvenaria (Fotografia 13). Aliás, num espaço de seis anos, ou seja, entre 1936 e 1942, a paisagem envolvente ao leito do ribeiro das Figueiras transformou-se completamente, com o ribeiro, que antes apresentava fundo e margens instáveis (Fotografia 14), a registar um leito estabilizado bem como margens estáveis (Fotografia 15), o que contribuiu para regularizar o escoamento dos caudais e para um certo controlo da torrencialidade.



Fotografia 12
Efeitos da erosão no ribeiro das Barrocas do Forno.
Fonte: Mário GALLO, 1942a).



Fotografia 13
Aspeto das obras de correção do ribeiro das Figueiras, em 1936.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.



Fotografia 14
Efeito das obras de correção no ribeiro das Figueiras, no ano de 1942.
Fonte: Mário GALLO, 1942a.

Uma característica comum da intervenção efetuada nestas pequenas sub-bacias é a das correções realizadas tanto a jusante, quer nos terrenos agrícolas, quer nos taludes marginais, como para montante e que nestes cursos superiores passou pela construção de barragens (Fotografia 13) e planos de arborização (Fotografia 16).



Fotografia 15
Ribeiro das Figueiras, afluente do ribeiro dos Milagres. Correção com barragens de alvenaria.
Fonte: Mário GALLO, 1942a



Fotografia 16
Barrancos do ribeiro dos Marrazes fixados pela arborização.
Fonte: Mário Gallo, 1942a.

De facto, a correção do leito de um curso de água implica, efetivamente, que esses trabalhos sejam realizados tanto a jusante como a montante, com intervenções ao longo de toda linha de água que, deste modo, vão permitindo a recuperação quer do leito, porque tanto a deposição como a escavação são travadas, quer dos taludes das vertentes, que ficam estabilizados após a plantação de espécies florestais (Fotografia 14). Nestes casos, as mais utilizadas foram o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), diversas variedades de eucaliptos (*Eucalyptus spp.*) e vários tipos de acácias (*Acacia spp.*).

Com efeito, somente após ter sido concluída a arborização, nos taludes, faixas marginais e nos aterros formados a montante das barragens, se considerava terminado o projeto de correção torrencial de cada pequeno ribeiro, o que denota bem a importância com que era encarado o revestimento vegetal, considerado como elemento chave para o sucesso da correção destes cursos de água com regime torrencial.

Passado mais de meio século, importa verificar quais foram os resultados destas intervenções nos cursos de água submetidos ao regime de correção torrencial na bacia hidrográfica do rio Lis, investigação que corresponderá à segunda fase deste estudo, a qual visa proceder ao reconhecimento dos locais onde houve intervenção e analisar os efeitos que tiveram não só no controlo da erosão, mas também na modelação da paisagem.

Conclusão

Ao longo da análise efetuada às obras de correção realizadas na bacia hidrográfica do rio Lis, o que se pode concluir é que elas foram fulcrais na minimização dos efeitos produzidos pelas inundações na cidade de Leiria e, sobretudo, nos campos agrícolas que marginam o rio Lis.

Com efeito, através da construção de obras de engenharia e de planos de arborização, estabilizaram-se os taludes e controlou-se o escavamento dos talvegues, o que teve como consequência imediata a redução dos volumes de materiais arrancados nas vertentes, transportados pelos ribeiros e depositados na planície aluvial do rio Lis, bem como se minimizou o assoreamento do leito e a destruição dos campos com uso agrícola.

De facto, a atividade erosiva manifestava-se, sobretudo, no sector montante, onde as características naturais do local (geologia, declive dos taludes) favoreciam o desmantelamento das vertentes e onde as atividades humanas (pastoreio excessivo, exploração descontrolada dos recursos florestais) tiveram um grande impacte sobre o revestimento vegetal, cuja destruição e posterior ausência, ou quase, permitiu acelerar o fenómeno da erosão.

No setor jusante dos ribeiros, o estreitamento do leito e o seu desvio para uma das margens da planície aluvial, por ação do ser humano, a fim de aumentar a área de cultivo, provocou, nessa margem, sucessivos desmoronamentos, que muito contribuíram para acentuar o assoreamento dos tramos situados a jusante.

Ao longo do período de análise, o recordista de intervenções efetuadas com o intuito de conter a erosão, foi o ribeiro dos Milagres, afluente da margem di-

reita do rio Lis, com 54 linhas de água corrigidas, com alguns dos seus afluentes a registarem uma correção total dos seus cursos de água, como sucedeu, por exemplo, na bacia hidrográfica do ribeiro do Janardo.

Aliás, o controlo da erosão e a minimização dos seus efeitos voltaram a estar na ordem do dia, e não apenas em bacias hidrográficas com litologias pouco coerentes, uma vez que após o período crítico dos incêndios florestais, em muitos locais onde a cobertura vegetal foi queimada, as chuvas mais intensas desencadeiam escoamentos de carácter torrencial, que arrastam grandes volumes de materiais provenientes das áreas de cabeceiras e que, depois, depositam nos sectores a jusante (LOURENÇO, 2004).

Porque estes processos erosivos afetam a vida e os bens da população, podem desencadear a necessidade de se proceder à estabilização das vertentes e linhas de água afetadas que, em muitos casos, assenta na adoção de muitas das técnicas usadas já no início do século XX para estabilizar as vertentes.

Agradecimentos

Desejamos expressar o nosso agradecimento ao Eng.º João Pinho, enquanto Diretor da ex-Autoridade Florestal Nacional, por não só nos ter facilitado o acesso aos arquivos e facilitado a consulta dos diversos tipos de documentos neles existentes, mas também pelo incentivo que emprestou ao estudo das obras de correção torrencial implementadas em Portugal, para redução da erosão hídrica e com impacte na minimização dos efeitos das inundações.

Ao Eng.º Rui Rosmaninho, de Coimbra, na qualidade de Técnico Responsável pela ex-Unidade de Gestão Florestal do Centro Litoral, e à Eng.ª Rita Matos Gomes, de Leiria, enquanto Técnica Superior da ex-Autoridade Florestal Nacional, estamos gratos pelo apoio logístico concedido e, sobretudo, pela constante disponibilidade demonstrada ao longo de toda a investigação, primeiro nas instalações dos serviços florestais em Leiria e, depois, no Choupal, em Coimbra, durante a consulta dos materiais existentes em arquivo, cuja riqueza é inquestionável, como esperamos ter demonstrado nestas páginas.

Bibliografia

ANDRADA, Eduardo de Campos (1982) - *80 Anos de Actividade na Correção Torrencial - Hidráulica Florestal (1901-1980)*. Direcção-Geral das Florestas, Lisboa, 106 p.

DIRECÇÃO-GERAL DOS SERVIÇOS FLORESTAIS E AQUÍCOLAS (1941 a 1967) - *Projetos de correção torrencial da Bacia Hidrográfica do rio Lis*, da responsabilidade de José de Almeida Eliseu, Francisco Ramos, Mário Gallo e Vasco Quintanilha.

GALLO, Mário (1930) - *Apontamentos de Hidráulica Florestal*, 3 p. (policopiado).

GALLO, Mário (1942a) - *Correção Torrencial da bacia hidrográfica do rio Liz - Fotografias*. Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, 23 p.

GALLO, Mário (1942b) - *Correção Torrencial da bacia hidrográfica do rio Liz - Texto*. Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, 196 p.

GALLO, Mário (1960) - *Resenha dos trabalhos de correção torrencial realizados em Portugal*. Leiria, 15 p.

LOURENÇO, Luciano (1988) - "Efeitos da erosão acelerada em vertentes na sequência de incêndios florestais". *Comunicações. Jornadas Científicas sobre Incêndios Florestais*, Coimbra, p. 5.1 - 1 a 20 (vol. II).

LOURENÇO, Luciano (2004) - *Riscos de Erosão após Incêndios Florestais*. Núcleo de Investigação Científica de Incêndios Florestais, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra, 199 p.

MARTONNE, Emmanuel de (1953) - *Traité de Géographie Physique*. trad. port. in *Panorama da Geografia*, vol. I, Edições Cosmos, Lisboa.

MOTA, José (1973) - *Relatório de tirocinio do curso de regente*. Escola de Regentes Agrícolas, Santarém, 58 p.

OLIVEIRA, José (2006) - *Contribuições geotécnicas para o estudo do problema da erosão*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, 214 p.

SURELL, Al. (1841) - *Études sur les torrentes des Hautes Alpes*, Paris.

Recursos eletrónicos

DIÁRIO DA REPÚBLICA Nº 162, de 1936-07-13, I Série - "Decreto-Lei n.º 26789", da Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, Ministério da Agricultura. Disponível em: www.dre.pt (Consulta em 30 de Março de 2012).

PLANO DA BACIA DO RIO LIS - "Sumário Executivo", Volume I. Administração da Região Hidrográfica do Centro, I. P., p.228. Disponível em: www.arhcentro.pt (Consulta em 30 de Março de 2012).