

UNIVERSIDADE DE ÉVORA
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA

MESTRADO EM GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

LEONARDO PAULINO WERNECK CEOLIN

**PLANO DE RESTAURO DE QUALIDADE ECOLÓGICA DE DUAS RIBEIRAS DO
OESTE**

*Dissertação de mestrado para obtenção do grau de
mestre em Gestão e Conservação de Recursos Naturais
pela Universidade de Évora em parceria com o Instituto
Superior de Agronomia (ISA-UTL)*

Orientadoras: Professora Doutora Maria Teresa Ferreira Cardoso

Professora Doutora Maria da Graça Abrantes

LISBOA, PORTUGAL

Julho, 2010

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores, e, em especial às minhas orientadoras, Professora Maria Teresa Ferreira e Maria da Graça Abrantes, pela paciência, dedicação e, especialmente o incentivo, sem o qual este trabalho seria impossível.

À Administração de Região Hidrográfica do Tejo e Eng^a Helena Alves, pela sugestão do tema de trabalho em restauro fluvial.

À minha tia Zilda Beatriz e meu tio e padrinho Marcelo, pela confiança e pelo inestimável apoio financeiro.

À todos os colegas do mestrado e, principalmente, àqueles amigos sempre presentes nos momentos felizes e tristes dessa jornada como imigrante em Portugal, recebendo-me como um irmão em suas casas.

À Universidade de Évora e ao Instituto Superior de Agronomia, em particular ao Professor Pedro Raposo, que através do mestrado em Gestão e Conservação de Recursos Naturais, propiciaram esta jornada em busca do saber.

À minha querida companheira de todas as horas, Anna Carolina e ao nosso filho que está para nascer.

Por fim, agradeço de coração à minha mãe pelo seu amor e dedicação, e neste momento especial, pelas sugestões, revisão e elaboração do abstract do trabalho.

Dedico este trabalho ao meu querido pai pois sei que, mesmo não estando mais presente entre nós, estaria imensamente orgulhoso desta conquista.

RESUMO

Este trabalho tem por objectivo o planeamento de acções de restauro e reabilitação fluviais em duas ribeiras da região hidrográfica do Oeste , sendo baseado numa pré-classificação do seu estado ecológico através da metodologia KT. Essa metodologia permite uma divisão do sistema fluvial em segmentos fluviais designados Unidades Fisiográficas Homogéneas (UFH) e a identificação do nível de degradação dos mesmos através da mensuração das pressões humanas locais. A partir dos dados obtidos (pressões individuais e agregadas, em diferentes níveis espaciais), podem ser propostas as medidas de recuperação fluvial necessárias para obter um bom estado ecológico de cada unidade .O projeto busca cumprir os objetivos das convenções internacionais de proteção ao meio ambiente e atingir as metas da DQA(Diretiva Quadro da Água). Este trabalho desenvolve uma carta sintética expondo o estado de conservação dos segmentos fluviais das bacias da Ribeira do Falcão e da Ribeira da Mata (região das Ribeiras do Oeste, Litoral Centro de Portugal), caracterizando e quantificando seu nível de degradação, identificando suas respectivas causas e propondo soluções.

Palavras chave: metodologia KT; restauro e reabilitação; rios e bacias hidrográficas; planeamento; conservação; gestão ambiental; nível de degradação, carta sintética, .

ABSTRACT

ECOLOGICAL QUALITY RESTORATION PLANNING FOR TWO WESTERN BASIN STREAMS

The present report addresses the planning of fluvial restoration and rehabilitation actions for two streams of the western hydrographic region of Portugal, being based on a preclassification of the ecological status of streams by means of the KT method, which allows a division of fluvial systems into segments denominated Homogeneous Physiographic Units. The method enables measurements of the degradation level of the segments through assessments of the extent of human pressure on each of them. From the data obtained, viable fluvial restoration measures can be proposed to attain good ecological status in each segment and, eventually, in the whole stream. The Project represents an attempt to achieve the environmental protection aims set in international conventions and in the Water Framework Directive. This report contains a synthesis chart showing the conservation status of fluvial segments in the streams of Ribeira do Falcão and Ribeira da Mata (in the region of Ribeiras do Oeste, Middle Coast of Portugal), characterizing and quantifying their degradation level, and identifying their respective causes.

Key words: Synthesis chart; conservation; KT method; restoration: rehabilitation; measures; rivers and streams; environmental management; degradation level

Siglas

DBO ou CBO- Demanda (consumo) Bioquímica(o) de Oxigênio

UFH- Unidades Fisiográficas Homogêneas

PGBH- Plano de Gestão das Bacias Hidrográficas

DQA- Directiva Quadro da Água

WFD- Water Framework Directive

ARH- Administração Regional Hidrográfica

ISA- Instituto Superior de Agronomia

EM- Estados Membros

UE- União Europeia

PAC- Política Agrária Comum

ETAR- Estação de Tratamento de Águas Residuais

SIG- Sistema de Informações Geográficas

SUMÁRIO

1 Introdução.....	8
2 Justificativas.....	11
2.1 Pressões Humanas.....	11
2.2 A Directiva Quadro da Água e suas implicações.....	16
2.3 Necessidade de Indicadores de Saúde de Sistemas Biológicos.....	18
3. Área em estudo.....	20
4. Metodologia.....	22
5. Resultados.....	30
5.1 Nível espacial da sub-bacia.....	30
5.2. Nível espacial confinante do troço.....	33
5.3. Nível local.....	38
6. Propostas de intervenção.....	47
7. Discussão e conclusões.....	53
Bibliografia.....	57

LISTA DE FIGURAS

Quadro 1- Principais características das ribeiras da Mata e do Falcão	20
Figura 1 - Cartas das variáveis caracterizadoras das UFHs	21
Figura 2 - Unidades Fisiográficas Homogêneas	24
Quadro 2- Variáveis de pressão	27
Quadro 3 - Valores de classe e seu respectivo estado ecológico	29
Figura 4 - Variáveis de pressão no nível das bacias	31
Quadro 4 - Quantificação das pressões para cada sub-bacia dos UFH	32
Quadro 5- Informações de pressões no buffer de 100m e observações de campo	33
Figura 5 - Imagem <i>GoogleEarth</i>	34
Figura 6 - Imagem do <i>GoogleEarth</i>	35
Quadro 6 - Caracterização da mata ripária	35
Figura 7- Valores de desvio em relação à média de mata ripária por ponto na Ribeira do Falcão	36
Figura 8. Valores de desvio em relação à média de mata ripária por ponto na Ribeira da Mata	37
Figura 9- % perda de mata ripária por UFH. (Ribeira do Falcão)	37
Figura 10 - % perda de mata ripária por UFH. (Ribeira da Mata)	37
Figura 11- Presença de algas na Ribeira do Falcão	39
Figura 12- Presença de algas na Ribeira da Mata	40
Figura 13 - Captação de água na Ribeira da Mata	40
Figura 14 - Obstrução e presença de algas da Ribeira da Mata	41
Figura 15 - Presença de canas na Ribeira da Mata	41
Figura 16 - Carta sintética de todas as pressões na bacia da Mata	43
Figura 17 - Carta sintética de todas as pressões na bacia do Falcão	44
Quadro 7 - Resultado Final da classificação do índice KT	45
Figura 18 - Carta do resultado da classificação do índice KT	46
Quadro 8- Tipologia de Intervenções por nível espacial, trecho e local	48
Quadro 9- Coordenadas geográficas dos maciços de canas	49
Figura 19 - Carta de localização de intervenções de restauro e atuação	52
Figura 20 - Carta de localização de intervenções de restauro e atuação	53

INTRODUÇÃO

Um dos desafios enfrentados pela humanidade nos dias atuais decorre da dicotomia, que os defensores do desenvolvimento sustentável consideram ser falsa, entre o desenvolvimento tecnológico e a preservação dos recursos naturais. No âmbito dessa questão encontra-se a necessidade de um manejo adequado dos recursos hídricos devido à sua importância para a nossa sobrevivência, uma vez que a água é o principal constituinte de todos os organismos vivos e o motor principal do desenvolvimento humano.

Nos últimos 60 anos, a população mundial duplicou, enquanto o consumo de água multiplicou-se por sete. Tendo em vista que, de toda água existente no planeta, 97% são salgadas (mares e oceanos), e que 2% formam geleiras inacessíveis, resta apenas 1% de água doce, armazenada em lençóis subterrâneos, rios e lagos, distribuídos desigualmente pela Terra. A água é um bem não renovável e, na prática, o aumento populacional tem ocorrido em muitas zonas em níveis superiores aos tolerados pela natureza, resultando em stress do sistema hídrico.¹

Estima-se que, no início deste século, mais da metade da população mundial viverá em zonas urbanas. Até o ano 2025, essa proporção chegará aos 60%, compreendendo cerca de 5 bilhões de pessoas². O crescimento rápido da população urbana e da industrialização está submetendo os recursos hídricos a grandes pressões em muitas áreas de cidades em todo o planeta.

Nos espaços rurais, a ocupação desordenada de zonas ribeirinhas aliada às práticas da agricultura intensiva, como o uso de fertilizantes químicos, de agrotóxicos e da irrigação, também exercem pressão sobre os recursos hídricos, causando impactos negativos. Dentre eles podemos citar: a diminuição do nível freático com a utilização de água para irrigação além da capacidade de recarga do sistema; aumento da concentração de nutrientes nas águas superficiais e sub-superficiais, alterando a

¹ Earth's Fresh Water, The Great Lakes, State of the Planet, National Geographic, September 2002

² (http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Water/water_2.php/webmaster: Paul Przyborski NASA official: Lorraine Remer last updated: June 1, 2010)

qualidade da água dos rios, o desmatamento das galerias ripícolas com seus inúmeros impactos negativos para o sistema fluvial, como erosão e sedimentação dos canais, o aumento do input de nutrientes provenientes do escoamento superficial e sub-superficial, a elevação da temperatura da água pela ausência do coberto vegetal para minimizar a insolação, além de dezenas de outros impactos já conhecidos pela comunidade científica.

A água e os ambientes aquáticos são utilizados em todo o mundo com distintas finalidades, entre as quais se destacam o abastecimento, a geração de energia, a irrigação, a navegação, a aquicultura, o lazer. Entretanto, rios e córregos além de permitirem esses múltiplos aproveitamentos pelo homem, envolvem muito mais que água, pois são espaços vitais para muitas espécies da flora e fauna, interligados num ecossistema.

Atividades humanas, quer na bacia de drenagem, quer no próprio sistema – silvicultura, agricultura, linearização de perfis fluviais, produção de energia, industrialização, utilização da água para diversos fins, entre outras – usualmente geram uma variedade de consequências negativas para os recursos aquáticos, com diferentes níveis de degradação no seu estado de conservação.

Nos dois últimos séculos, muitos rios e córregos foram modificados com o objetivo de acelerar o transporte das águas de cheias, drenar baixadas úmidas para incremento das culturas agrícolas e ampliar áreas para assentamento das populações. Além disso, construções de vias férreas e de estradas foram motivo para a intervenções que frequentemente trouxeram efeitos deletérios para os recursos hídricos. Pode-se observar essas tendências em muitos rios e córregos em todo o mundo moderno.

Os impactos ambientais negativos nos habitats aquáticos em decorrência da atividade humana, para uso agrícola ou urbano, tornaram-se particularmente pronunciados no final dos séculos XIX e XX na Europa, Estados Unidos da América, Austrália e outros países desenvolvidos.

Na maioria dos países em desenvolvimento, a modificação, degradação e poluição de habitats aquáticos, que começou no final do século XX, continua pronunciada até

hoje (PARISH, 2004; WELCOMME E PETR, 2004a). Estimativas mundiais sugerem que de 75 a 95% dos habitats ribeirinhos são degradados e que 77 % dos 139 maiores rios (descarga > 350 m³/s) no Hemisfério Norte possuem regimes hidrológicos alterados. (DYNESIUS E NILSSON, 1994)

Regionalmente, esses números são ainda maiores. Por exemplo, 80% dos grandes rios na Áustria são de moderadamente a fortemente impactados pelo desenvolvimento humano (MUHAR ET AL., 2000), e estima-se que apenas 2% de todos quilómetros dos rios dos Estados Unidos da América estão intactos (BENKE, 1990).

Tendo em vista a relevância de todas essas considerações iniciais, o presente trabalho representou uma proposta de se produzir uma carta sintética relativa ao estado de conservação dos troços e segmentos fluviais das bacias da Ribeira do Falcão e Ribeira da Mata (região das Ribeiras do Oeste, Litoral Centro de Portugal), que não apenas caracterizasse e quantificasse o nível de degradação dos troços que as compõem, mas também identificasse suas respectivas causas.

Os dados e os resultados obtidos a partir dessa carta podem ser utilizados como ferramenta de apoio ao restauro ecológico do sistema fluvial, tanto ao nível do segmento quanto ao nível da bacia, auxiliando na gestão ambiental das ribeiras do Falcão e da Mata. Representam também um esforço na implementação da Directiva Quadro da Água (DQA) e do PGBH (Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica), que todas as Administrações Regionais Hidrográficas têm que implementar e gerenciar nos próximos anos.

2. JUSTIFICATIVAS

2.1 Pressões Humanas

A pressão humana, no sentido de antropismo, é interpretada como toda e qualquer interferência do homem na natureza, que ao ocupar o solo e utilizar os recursos naturais, deixa marcas ou impressões de suas ações por todo planeta. Essas interferências, quer isoladamente ou em conjunto, acarretam diversos tipos de degradação dos sistemas aquáticos, principalmente devido à imensa poluição gerada nos dias atuais, seja ela doméstica ou industrial. Portanto, o conceito do termo tem mais relação com os sentidos de sofrimento, marca, impressão impostos aos recursos naturais por ações humanas, particularmente exarcebados nos dias atuais devido ao crescimento populacional e aos modelos econômicos que visam prioritariamente ao lucro.

As atitudes comportamentais do homem desde que ele se tornou parte dominante dos sistemas vêm cursando uma direção oposta à manutenção do equilíbrio ambiental, comprometendo as condições de equilíbrio com o aumento da densidade populacional e, conseqüentemente, ultrapassando a capacidade de tolerância da natureza. Sendo incapaz de criar as fontes que satisfaçam suas necessidades sem agredir o sistema ecológico, o homem impõe uma pressão cada vez maior sobre o ambiente.

Os principais impactos exercidos pelo homem podem ser classificados de duas formas: a primeira, reside no consumo dos recursos naturais num ritmo mais acelerado do que sua capacidade normal de renovação ou recuperação; a segunda, pela geração de produtos residuais em quantidades que não podem ser integradas ao ciclo natural de nutrientes. O homem chega ao absurdo de introduzir, no sistema ecológico, venenos e materiais tóxicos que prejudicam ou aniquilam as forças que atuam na preservação do equilíbrio natural. As pressões humanas existem de

formas e intensidades variadas, mas neste capítulo vão ser mencionadas apenas as mais pertinentes a este estudo.

Práticas inadequadas de manejo florestal, especialmente da mata ripária, fazem com que muitos córregos sejam impactados pelo aumento de nutrientes e de sedimentos finos e grossos, alterando o fluxo hidrológico, interrompendo a entrega dos restos arborizados e orgânicos, e provocando a simplificação do habitat (MEEHAN, 1991; MURPHY, 1995; ERSKINE E WEBB, 2003).

A apropriação de fluxos para irrigação e fornecimento de água, particularmente em zonas áridas, provoca aumento da temperatura da água, redução no habitat natural representado pelas áreas úmidas e, além de outros efeitos negativos, pode diminuir drasticamente o fluxo de águas e de sedimentos continentais para os oceanos. Dessa forma, as zonas costeiras são também indiretamente afetadas pelas atividades e usos das bacias de drenagem, mesmo quando distantes do litoral (ORTH, 1987; HILL ET AL., 1991; COMISSÃO MUNDIAL DE BARRAGENS, 2000; PARISH, 2004).

Os esgotos e resíduos humanos são causas importantes da deterioração da qualidade da água em países em desenvolvimento. Tais efluentes contêm misturas tóxicas, como pesticidas, metais pesados, produtos industriais e uma variedade de outras substâncias muito nocivas para todo e qualquer ser vivo. Os despejos urbanos são, evidentemente, muito variados. Estima-se que as águas residuais urbanas contenham quantidades consideráveis de matéria em suspensão, metais pesados e, em determinadas épocas, cloro procedente da dispersão de sais nas ruas. A qualidade das águas residuais é, conseqüentemente, muito variável, tendo em certas ocasiões registros de altos índices de demanda biológica de oxigênio (DBO ou CBO). Porém, algumas propriedades físico-químicas, identidade e origens de genotoxinas em águas de despejo doméstico e águas de superfície permanecem desconhecidas.

As atividades agrícolas têm efeitos deletérios sobre os estuários, planícies aluviais, pântanos, tributários e demais áreas ribeirinhas através de dragagem, drenagem, enchimento, poluição (uso de agro tóxicos e de adubos químicos), canalização de

vias e desvio de água para irrigação (NRC, 1992; COWX E WELCOMME, 1998; WELCOMME E PETR, 2004a).

Segundo Ongley (1997), a agricultura representa o maior usuário de água doce em escala mundial, sendo também o principal fator de degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, pelo uso disseminado e, muitas vezes incorreto, de agrotóxicos e fertilizantes na maioria das práticas agrícolas, frequentemente em quantidades superiores à própria capacidade de assimilação dos vegetais.

A retirada da vegetação natural da bacia para a prática da agricultura representa, usualmente, uma etapa intermediária no processo de deterioração de um corpo d'água. Após a colheita, os vegetais plantados na bacia são, em geral, comercializados e consumidos fora dela. Há, portanto, uma retirada de nutrientes do solo e, não havendo uma compensação natural, o ciclo interno dos nutrientes é quebrado.

Outros fatores como monocultura, saturação e enfraquecimento do solo, geologia do local fazem com que as plantas não encontrem naturalmente os nutrientes necessários no solo. Os agricultores, na busca de uma colheita altamente rentável e lucrativa, lançaram mão da tecnologia para repor os nutrientes através de fertilizantes fabricados em laboratório.

A substituição das matas por culturas para fins comerciais pode causar também uma redução da capacidade de infiltração no solo, aumentando expressivamente os efeitos do escoamento superficial difuso sobre a qualidade dos recursos hídricos das regiões próximas. Assim, os nutrientes, especialmente o excesso que não foi absorvido pelas plantas, tendem a escoar superficialmente pelo terreno, até atingir, eventualmente, os cursos d'água.

Sedimentos, nutrientes, pesticidas e outras toxinas, bactérias ou patogênicos e salinidade são alguns dos poluentes ou resultados da poluição ligados à agricultura (NOVOTNY e OLEM, 1994). Segundo ALBERTS *et al.* (1978) e MCDOWELL (1989), aproximadamente 90% da perda de nutrientes (nitrogênio e fósforo) ocorre associada à perda de solo, e dependendo da concentração dos mesmos no escoamento, haverá a eutrofização nos corpos de água receptores. Portanto, é

de suma importância detalhar a forma como esses poluentes chegam até os corpos d'água.

A cobertura vegetal influi substancialmente no tempo de permanência dos fertilizantes no solo. Onde não há de vegetação, os minerais escoam com muito mais facilidade em solos cobertos. Em campos não cultivados, a quantidade de nitratos removida é de 10 a 20 vezes superior a de campos com cultivo permanente. (BASTOS e FREITAS, 2000).

A eutrofização dos ambientes aquáticos vem aumentando também em decorrência das modernas técnicas de confinamento de animais usadas na pecuária. Elas resultam em altas concentrações de nitrogênio e fósforo ao solo, contribuindo para sua degradação e para uma má qualidade das águas dos lençóis freáticos e dos rios das microbacias hidrográficas. O uso de dejetos animais ricos em nitrogênio e fósforo para fertilizar solos pobres, pode também causar enorme impacto ambiental quando esses nutrientes são drenados nos cursos de água.

O efeito visível mais comum da poluição por excesso de nitrogênio e fósforo em um ambiente aquático é o crescimento de algas. Em qualquer corpo d'água, o tamanho da população das algas é controlado pela concentração desses nutrientes. Como as algas retêm clorofila, são capazes de realizar a fotossíntese, e, portanto, viver em ambientes aquáticos totalmente desprovidos de compostos orgânicos. Durante o dia, quando ocorre a fotossíntese, as algas produzem uma grande quantidade de oxigênio que ajuda na aeração do curso de água. Contudo, precisam de carbonato e bicarbonato dissolvidos na água como fonte para suas células carbônicas. O resultado é um aumento no pH, tendo sido observados valores altos como 10,5.

À noite, ocorre uma reação inversa: a alga absorve oxigênio e expelle CO₂. Consequentemente, a água está sujeita a valores de pH amplamente flutuantes. Essa condição é extremamente comum em todo o mundo, particularmente onde lagos recebem efluentes brutos ou até mesmo tratados (HORAN, 1989)

As algas precisam de nutrientes em abundância para sintetizar seus componentes. Por essa razão, o excesso de nitrogênio e fósforo na água favorece seu desenvolvimento e, quando isso ocorre, diz-se que o curso de água está eutrófico.

ROLICH e COOK (1966), EDMONDSON (1974) e KETCHUM (1969) conceituam a eutrofização como um aumento na taxa de ingresso de nutrientes. É esse excesso de nutrientes que favorece o crescimento rápido das algas de água doce, formando uma camada verde que pode bloquear a luz e impedir o crescimento da fauna e flora aquáticas, e contribuir para a degradação da água.

Quando as algas morrem, o problema se agrava, pois elas são devoradas por bactérias que retiram o oxigênio da água. Os peixes morrem, assim como os demais organismos aquáticos que dependem do oxigênio para sobreviver. Dependendo da extensão do dano, o odor pode ser insuportável. (PARKER, 2000; BAPTISTA *et al.*, 2000).

A eutrofização está associada a variados fatores ou fontes imediatas ou potenciais de nutrientes. Podem ser mencionadas as seguintes fontes: esgotos domésticos, despejos industriais, drenagem urbana, escoamento de áreas agrícolas e de áreas florestais, decomposição de rocha e sedimentos, contribuições atmosféricas, águas subterrâneas e outras eventuais.

Portanto, fósforo e nitrogênio em excesso são poluentes, gerando condições de desequilíbrio ecológico pelo grande aumento do consumo de oxigênio e, alterando a composição das águas, o que tem efeitos deletérios para a saúde humana e a biota aquática.

Mas essa elevação da produtividade do corpo de água pode ser até bem-vinda, dependendo dos objetivos desejados. A água com índices elevados de nutrientes pode ser utilizada na agricultura como fertiirrigação. O balanço entre os aspectos positivos e negativos vai ser, em grande parte, determinado pela capacidade de assimilação de nutrientes do corpo de água, ou seja, a capacidade de autodepuração.

2.2 A Directiva Quadro da Água e suas implicações

A Directiva 2000/60/CE ou Directiva Quadro da Água (DQA), em vigor desde Dezembro de 2000, reflete uma mudança de paradigma da política de gestão da água, e centrando-se na proteção do ambiente, parte do princípio de que a água não é um produto comercial como outro qualquer, mas um património que deve ser protegido, defendido e tratado como tal+.

A DQA propõe um quadro de ação comunitária para o desenvolvimento de políticas integradas de proteção e melhoria do estado das águas, visando a garantir que os ecossistemas aquáticos e os ecossistemas terrestres tenham um funcionamento adequado, e que todos os usos da água, quer sejam captações, quer sejam descargas de águas residuais ou de substâncias para os meios hídricos, só poderão ser tolerados se não comprometerem este bom funcionamento dos ecossistemas.

A DQA determina que cada um dos Estados-membros (EM) passará a estabelecer as regras que assegurem que este princípio geral seja cumprido quanto à utilização das águas. Deste princípio geral decorrem outros objetivos significativos, como a definição da unidade de gestão (Região de Bacia Hidrográfica³), considerando a interdependência entre águas superficiais, subterrâneas, interiores, de transição e costeiras, nos meios hídricos (gestão integrada), independentemente dos limites territoriais dos EM. Portanto, a DQA é considerada o motor de "integração ecológica europeia", ao sustentar que os recursos naturais transcendem fronteiras, devendo ser protegidos nas regiões que eles próprios definem naturalmente⁴

A DQA tem em vista ainda outros objetivos, nomeadamente: 1) Integrar e harmonizar a legislação comunitária relativa às águas, colmatando lacunas existentes; 2) Contribuir para atingir os objetivos de alguns acordos internacionais

³ Área marinha e terrestre composta por uma ou várias bacias hidrográficas vizinhas e pelas águas subterrâneas e costeiras associadas

⁴ Se uma bacia hidrográfica se estender para além do território da UE, os EM implicados esforçar-se-ão por estabelecer uma coordenação adequada com os estados que não integram a UE.

como a Convenção OSPAR (Convenção Oslo-Paris para a Protecção do Meio Ambiente Marinho do Atlântico Nordeste), entre outros; 3) Analisar economicamente as utilizações da água e a aplicação de um regime financeiro às utilizações da água (política de tarifação da água); 4) Fomentar, por parte dos EM, a consulta e a participação ativa de todas as partes interessadas na aplicação da DQA, em particular na elaboração e atualização dos PGBH (Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica), realizadas pelos EM.

Os PGBH constituem planos estratégicos, que servirão de base para melhorar a coerência das políticas setoriais e estruturais e atingir o objetivo ambiental do ~~o~~ estado+ (conceito definido na DQA). Os PGBH deverão incluir, entre outras informações, as características da região hidrográfica, os impactos significativos de atividades humanas no estado de águas e análises económicas do uso de água.

A Comissão Europeia poderá atuar como facilitador independente para aspectos como a designação das Regiões Hidrográficas Internacionais e articulação dos respectivos programas de medidas, desde que seja solicitada a sua ajuda pelos EM envolvidos.

A quantidade e a qualidade da água são elementos indissociáveis da gestão dos recursos hídricos. No entanto, de acordo com o considerando artigo 19 da DQA, ~~o~~ controlo da quantidade é um elemento acessório da garantia da boa qualidade das águas e portanto devem [...] ser adotadas medidas quantitativas+ apenas para ~~o~~ contribuir para o objectivo de uma boa qualidade+.

O êxito da aplicação dos objetivos da DQA dependerá das medidas de apoio adotadas no quadro de outras políticas comunitárias, nomeadamente de fundos estruturais e de uma política agrícola comum (PAC). A DQA representa assim um desafio à capacidade de adaptação do quadro jurídico-institucional dos EM, por conter um calendário exigente, estipulando prazos para aplicação dos mecanismos e para os padrões de qualidade a serem alcançados. Os EM não mais poderão adotar ,na sua ordem interna ou bilateral, normas contrárias ao que foi articulado na DQA.

Revitalizar os rios é fundamental, para que haja possibilidade de outros usos que não sejam meramente restritos à drenagem, transporte de esgotos, de lixo e de

águas de enchentes. Nesse sentido, a conservação e revitalização de cursos d'água, em áreas urbanas e rurais, e a proteção de águas subterrâneas se constituem, também, um instrumento integral da Gestão de Recursos Hídricos.

2.3 Necessidade de Indicadores de Saúde de Sistemas Biológicos

Conforme afirmado acima, a Directiva Quadro da Água (DQA) exige que sejam feitos esforços de conservação e restauro de troços fluviais, com prazos bem definidos. Ela estabelece um quadro de ação comunitária, competindo aos Estados Membros implementar políticas que promovam uma melhor utilização da água.

O sucesso de qualquer empreendimento dessa natureza depende de uma classificação adequada do estado de conservação dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos e da identificação correta das causas da degradação dos mesmos.

Os projetos de restauro com base numa pré-classificação do estado ecológico, visam a identificar o nível de degradação, e com isso orientar as medidas de recuperação fluvial com intuito de alcançar o ~~o~~ bom estado ecológico, ou o funcionamento correto dos ecossistemas aquáticos e terrestres, cumprindo assim, os objetivos das convenções internacionais de proteção ao meio ambiente e também atingindo as metas propostas na DQA.

Define-se como estado de conservação no sentido que lhe é dado pela DQA, como a expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos de águas superficiais. Esse conceito está associado aos conceitos de integridade biótica (KARR & DUDLEY, 1981), ecológica (Regier, 1993; Karr & Chu, 1995), saúde do ecossistema (KARR, 1993; NORRIS & THOMS, 1999) e, mais recentemente, ao de qualidade ecológica (POLLARD & HUXHAM, 1999).

A degradação ambiental resultante de todas as pressões humanas ocorre tanto no nível da bacia, quanto no nível do sistema fluvial propriamente. Um estudo minucioso exige que sejam distinguidas as pressões oriundas da área drenante da bacia, daquelas que impactam os rios diretamente. Através de mensurações das matas

ripárias contidas num *buffer* de 100 metros em torno da linha da água é possível mapear a área de influência do sistema fluvial, e com isso identificar qualquer pressão ocorrida dentro dos limites do *buffer*.

Para fazer uma avaliação do estado ecológico de um sistema aquático, é preciso determinar, com base em elementos biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos, qual é o desvio relativo às respectivas condições ecológicas de referência que existiriam na ausência de intervenção humana. Considera-se como estado ecológico excelente aquele onde a intervenção humana é nula ou mínima e, em consequência, os ecossistemas apresentam estrutura e padrões de funcionamento adequados à região.

Muitos indicadores da saúde dos sistemas biológicos têm sido testados nos últimos anos. Esses indicadores têm como papel principal a transformação de dados em informações relevantes para os tomadores de decisão e o público.

Em particular, eles podem ajudar a simplificar um arranjo complexo de informações sobre saúde, meio ambiente e desenvolvimento, possibilitando uma visão sintetizada das condições e tendências existentes (VON SCHIRNDING, 2002).

Cada indicador tem sensibilidade a diferentes níveis de degradação e a diferentes tipos de *stress* antropogênico. Portanto, a complexidade dos sistemas biológicos e a diversidade dos fatores responsáveis pela sua degradação tornam pouco provável que uma medida apenas tenha sensibilidade suficiente para representar todas as circunstâncias de degradação. Por essa razão, vários indicadores ambientais têm sido amplamente utilizados para identificar tendências e contribuir para a definição de prioridades, formulação de políticas e avaliação do estado do meio ambiente.

Quando o diagnóstico da situação de degradação e das suas causas é bem realizado, é possível atuar em ações de restauro. Experiências realizadas na Europa e em outros continentes demonstram que é factível a revitalização de rios, ou seja, já existem casos comprovados de intervenções que lograram êxito, como é o caso, a título de exemplo, do Reno na Alemanha, do Tâmis na Inglaterra, do Wisconsin nos EUA, do Sena na França e o do Rio Han, que atravessa a capital Seoul, na Coreia (POMPEU & SANTOS, 2006) Esse último, embora tenha tido índices de poluição

semelhantes aos do Tietê em São Paulo, hoje se encontra limpo, sendo utilizado para transporte e recreação.⁵

3. ÁREA EM ESTUDO

A Bacia da Ribeira da Mata localiza-se totalmente dentro do Parque Natural de Sintra Cascais, e a Bacia da Ribeira do Falcão situa-se na zona limítrofe do parque, sendo que a maior parte de sua área está contida nos seus limites, com uma faixa ao norte, já pertencente ao Concelho de Mafra. O parque Natural de Sintra-Cascais, compreende as freguesias de São Pedro de Penaferrim, Santa Maria e São Miguel, São Martinho, São João das Lampas e Colares, ao passo que em Cascais, inclui as freguesias de Cascais e Alcabideche. Está inserida na região ocidental da Terra Saloia e na Área Metropolitana de Lisboa-Norte.

Quadro 1. Principais características das duas ribeiras estudadas.

	Rib^a Falcão	Rib^a Mata
Latitude (foz)	38° 55' 53,66" N	9° 25' 08,19" W
Longitude (foz)	38° 51' 49,08" N	9° 26' 55,35" W
Área da bacia	13,76 Km ²	10,56 Km ²
Comprimento máximo da drenagem	7,82 km	4,86 km
Nº de ordem máximo	2	2
Orientação	SE-NW	SE-NW
Nº de UFH definidos	11	11
Altitude (mínima e máxima)	0-200	0-250

⁵ <http://blog.ambientebrasil.com.br/?p=342>

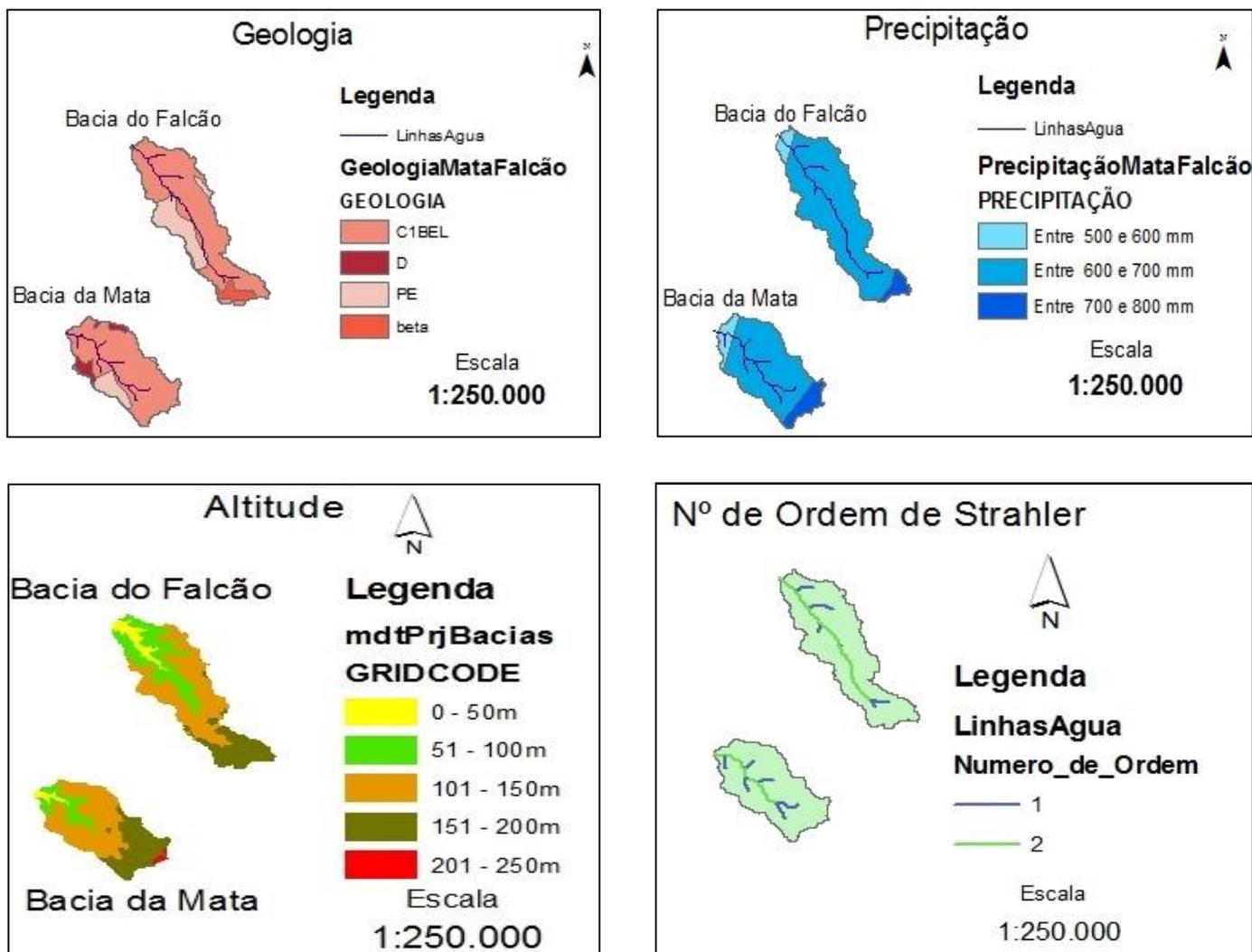


Figura 1. Cartas das variáveis caracterizadoras das UFHs nas bacias do Falcão e da Mata: a) geologia, b) precipitação, c) altitude, d) número de ordem da rede hidrográfica. **C1**- Complexo vulcano-Sedimentar (arenitos, xistos e carbonatos). **D**- Quartizitos, xistos, raros calcários e turbiditos. **PE**- Areias, argilitos, arenitose conglomerados. **Beta**- Granito, Sienito e gabro-diorito (Maciço de Sintra).

Possuem altitudes que variam de 0(metros), nas áreas à jusante, até os 250 metros nas áreas à montante. Estão inseridas nas Bacias do Oeste, que desaguam no oceano Atlântico, e possuem uma orientação Sudeste/Noroeste, da nascente para foz. (Quadro 1, Figura 1). A pluviosidade varia dos 500 mm à jusante, aos 800 mm nas áreas à montante. Como se tratam de duas bacias de pequeno porte, com poucas ramificações, seu número de Ordem de Strahler varia entre 1 e 2.

As bacias das duas ribeiras contêm rochas do complexo vulcano-sedimentar (arenitos, xistos e carbonatos), quartizitos, xistos, raros calcários, turbiditos, areias, argilitos, arenitose, conglomerados, granito, sienito e gabro-diorito (Maciço de Sintra).

As duas ribeiras possuem sete diferentes classes de uso do solo. A maior porção da superfície é composta por complexos padrões de cultura (agricultura heterogénea). Há áreas de vegetação natural, floresta de coníferas, áreas ocupadas pela agricultura com presença significativa de vegetação natural, áreas de matos e chaparros, áreas de irrigação permanente e tecido urbano descontínuo. Revelam uma maior pressão agrícola em comparação à pressão urbana..

Como dossel arbóreo, dentre as espécies endêmicas das galerias ripícolas mediterrâneas predominam ora amieiros (*Alnus glutinosa*), e freixos (*Fraxinus angustifolia*), ora salgueiros-brancos (*Salix salviifolia*). Arbustos como o pilriteiro (*Crataegus monogyna*) e o sabugueiro (*Sambucus nigra*), plantas herbáceas como a saponária (*Saponaria officinalis*) e o embude (*Oenanthe crocata*) e, nos solos mais encharcados, a salgueirinha (*Lythrum salicaria*), os juncos (*Juncus bufonius*, *Juncus squarrosus*, *Scirpus holoschoenus*) e as tábuas (*Thypha sp*). Portanto, diversas espécies ripícolas tais como salgueiros, choupos, amieiros, ulmeiros, plátanos, freixos, pinheiro-bravo, podem ser utilizadas na recomposição da mata ripária.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho adota a metodologia KT, já utilizada anteriormente numa pré-classificação da qualidade ecológica da bacia de Odelouca para fornecer diretrizes de restauro (FERNANDES, M. *ET AL.*, 2005), que permite a divisão e classificação do sistema fluvial em troços fluviais designados Unidades Fisiográficas Homogéneas (UFH). A rede fluvial é basicamente dividida em troços, que são caracterizados por um conjunto próprio de estruturas geomorfológicas visíveis a olho nu, frequentemente designados em termos de ecologia fluvial pelo sistema de erosão/sedimentação, e inclui remansos, rápidos e estruturas derivadas. A esse

conjunto de estruturas hidrogeomórficas que caracteriza cada troço fluvial corresponde um conjunto equivalente de comunidades biológicas. Em condições naturais, o troço tem uma permanência temporal em geral superior a 100 anos e vários troços compõem um segmento fluvial (FRISSEL *ET AL.*, 1986).

Como cada UFH possui uma dada tipologia habitacional, ou seja, um mosaico de habitats estabelecido em função da hierarquia fluvial, do substrato geológico e da disponibilidade hídrica, que serão determinantes para a profundidade, fluxo e substrato do leito, cada UFH responde teoricamente da mesma forma à perturbação ou à redução desta.+(FERNANDES *ET AL.*,2005).

A classificação do estado de conservação, inicia-se com a definição das unidades fisiográficas/tipológicas existentes, ou troços homogêneos fluviais (UFH).

As variáveis utilizadas para caracterizar os tipos de troços fluviais nas Bacias do Falcão e da Mata foram a geologia, a precipitação, a altitude e o número de ordem (Figura 1). Estas variáveis representam os três eixos ecológicos determinantes dos ecossistemas fluviais mediterrâneos: hierarquia, geomorfologia e disponibilidade hídrica.

O número de ordem de *Strahler* está ligado à hierarquização da rede fluvial, sendo função da distância à nascente, relacionando-se com a magnitude da drenagem ao longo da bacia. Em termos biológicos, relaciona-se com a sucessão longitudinal das comunidades. A geologia influencia as características físico-químicas da água em termos de concentração de nutrientes, capacidade tamponizante e transporte de sólidos, afetando, conseqüentemente, a produtividade primária e secundária. A altitude está associada ao relevo, à topografia e reflete a forma do vale, contribuindo para as características morfométricas do troço. A precipitação determina as condições hidrológicas e as categorias de caudal, condicionando o biota.

A operação resultou em 11 sub-bacias para cada uma das bacias do Falcão e da Mata (Quadro 1). Como sigla, quando se trata das sub-bacias ou das UFHs das duas bacias, relaciona-se a sua numeração com a letra da ribeira de origem. Assim, de F1 à F11 para UFHs e sub-bacias do Falcão, e de M1 à M11 para as UFHs e sub-bacias da ribeira da Mata (Figura 2). As sub-bacias foram calculadas através do ponto médio de cada UFH.

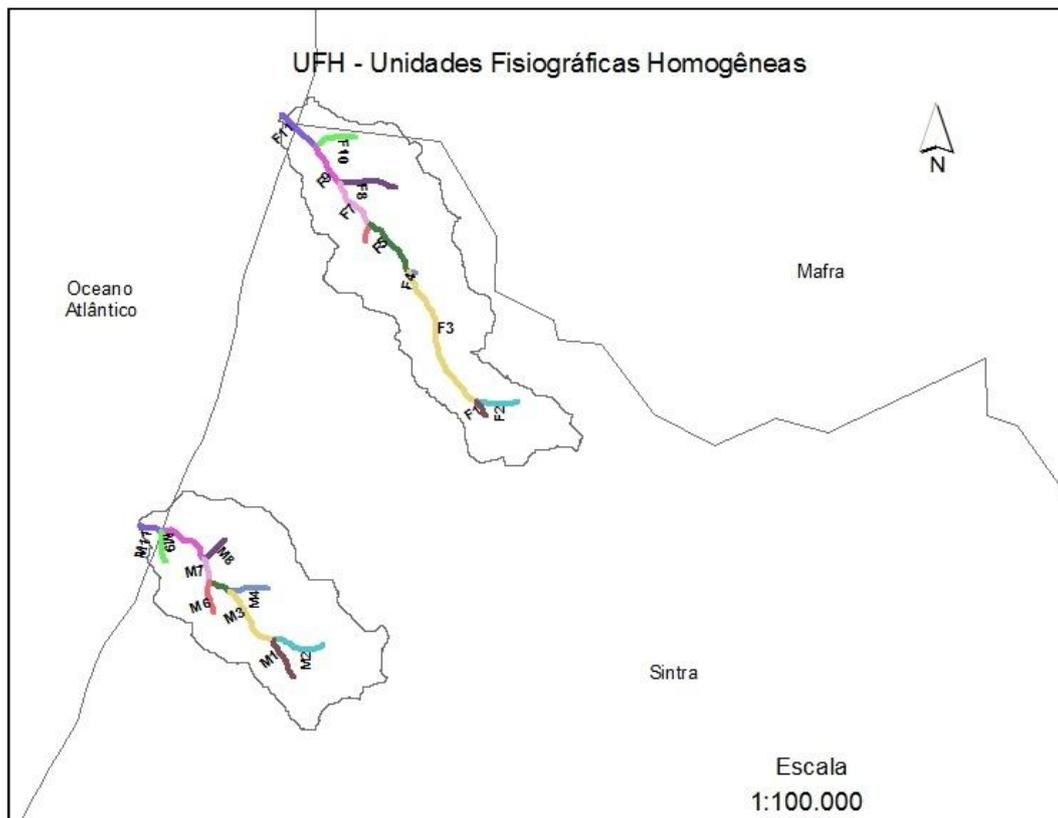


Figura 2: Unidades Fisiográficas Homogêneas encontradas nas bacias das ribeiras do Falcão e da Mata.

Os troços, após a determinação de suas tipologias, podem ser classificados de acordo com o seu estado de conservação em relação à diferentes níveis de intervenção humana, e essas variáveis de perturbação conduzem a um valor final. Como base de apoio ao trabalho, foi utilizado o SIG para se criar uma base de dados geo-referenciada para as bacias do Falcão e da Mata. Os dados foram cedidos pelo Instituto da Água (INAG), pela Administração da Região Hidrográfica do Tejo (ARH) e pelo Instituto Superior de Agronomia (ISA.UTL).

Através das operações comuns do programa ArcGIS-9.3, foi possível integrar, gerir, criar e manipular a informação necessária para a concretização dos objetivos definidos. Ferramentas como, *Flow acumulation*, *Flow direction*, e *Watershed*, foram requeridas para o cálculo das sub-bacias. Outras ferramentas utilizadas foram, por exemplo, *Intersection* e *Clip* para unir os *layers* e criar os mapas de caracterização

biofísica das bacias do Falcão e da Mata, dentre outras ferramentas contidas no programa.

As sub-bacias de cada UFH, foram calculadas utilizando a ferramenta *Watershed* em ambiente ArcGIs. O nível de pressões humanas para cada sub-bacia (degradação, pressão), foi determinado para cada uma delas, sendo a área da pressão representada pelas atuações humanas tais como agricultura, estradas, barreiras, pontes, área urbana e descarga de efluentes.

Ambas as ribeiras foram percorridas ao longo do seu curso, de montante para jusante, nos dias 5 e 6 de junho de 2010, e utilizando um GPS, foram marcados os pontos de obstrução e ocorrência de canas nas margens, sendo esses pontos posteriormente conjugados aos dados de pressões obtidos das visualizações no *GoogleEarth*.

Como acervo digital e auxílio à classificação das variáveis K6 e K7 (qualidade ripária), foi criado um ficheiro Kml (*GoogleEarth*), onde foi desenvolvido um *layer* de pontos, medidos ao longo da linha d'água, com distância linear de 100 em 100 metros, e em cada ponto, foi medida a largura da mata ripária de ambas as margens. Foram encontrados 78 pontos para a Ribeira da Mata e 103 pontos para a Ribeira do Falcão (Quadros 4 e 5). Os valores e análises encontrados não só auxiliaram na classificação KT, mas também são informações relevantes a serem consideradas nas propostas de intervenção.

A metodologia usada na criação dos pontos consistiu em partir da jusante para montante, seguindo o curso principal. A partir dos dados referentes à mata ripária, foram elaborados alguns gráficos para permitir a visualizações dos valores encontrados. Os principais dados selecionados para os gráficos foram a percentagem de perda de mata por UFH e o desvio em relação aos valores da média da mata ripária de cada UFH. Esses dois eixos demonstram a quantidade perdida de mata. Nos pontos onde o desvio é negativo, estão os valores de mata ripária a serem restaurados para igualar os valores da média de mata ripária de cada UFH; e nos pontos positivos, os locais a preservar. O cálculo de perda de mata ripária realizado nas Figuras 2 e 3 foi feito da seguinte forma:

[Largura máxima do troço x comprimento do troço] – [Largura média do troço x comprimento do troço] = .% área de perda de mata ripária do troço (UFH)

A partir dos dados obtidos referentes às medidas da largura da mata ripária nos pontos de 100 em 100 metros, multiplicou-se o comprimento da UFH pelo maior valor encontrado da largura da mata ripária em cada UFH. O resultado dessa multiplicação foi denominado *Área Potencial da Mata Ripária*. Foi também calculada a média da largura de mata ripária em cada UFH, e com os valores dessa média, foi possível calcular o desvio de cada ponto da mata ripária em relação à média do UFH.

Foram consideradas as seguintes variáveis de pressão, cuja metodologia de coleta de informação se encontra no Quadro 2:

K1- Vias de comunicação: Adicionam no sistema fluvial poluição proveniente dos pneus dos carros, óleos e fuligem do combustível, e na alteração do perfil longitudinal

K2- Aglomerado Urbano: A urbanização resulta em impermeabilização do solo, escoamento superficial mais elevado, devido à menor infiltração, ocasionando enxurradas. além de toda a poluição doméstica e industrial associada ao tecido urbano.

K3- Fontes tóxicas de poluição: A alteração na quantidade de matéria orgânica no sistema fluvial é uma das causas principais de eutrofização da massa d'água.

K4- Área de agricultura irrigada: Além dos impactos da própria agricultura, que serão discutidos abaixo, a irrigação aumenta a lixiviação do solo e o carreamento dos nutrientes para a linha d'água, aumentando a produtividade primária, o crescimento de algas e macrófitos.

K5- Área agrícola: A agricultura, de acordo com sua intensidade e utilização de fertilizantes, vai aumentando a quantidade de nutrientes que chegam à linha d'água através do escoamento superficial e sub-superficial, ocasionando a eutrofização da massa d'água.

K6- Largura e integridade da mata ripária: A mata riparia possui funções muito importantes no sistema ribeirinho, atuando como um filtro natural, impedindo a entrada dos nutrientes que chegam à ribeira através do escoamento superficial e sub-superficial, atuando na termoregulação de todo o sistema, no input de folhada no sistema, na proteção das margens contra erosão, e assim diminuindo a sedimentação e conseqüente açoreamento do leito, dentre outras.

K7- Alterações morfológicas da margem e do leito, obstáculos, açudes, etc: Importante quando se refere à conectividade longitudinal do sistema fluvial. Os peixes migradores necessitam dessa conectividade para completarem seu ciclo de vida. A construção de açudes e barreiras atuam também na mudança do caudal natural, alterando o perfil de secas e cheias.

K8- Quantidade de margem invadida por canas: A presença de macrófitos ao longo das margens da ribeira, e dentro da massa de água, demonstram o excesso de nutrientes, provavelmente Fósforo e Nitrogênio que advém dos campos agrícolas.

Quadro 2. Variáveis de pressão consideradas no índice KT e valores de classe (e seus majorantes, Ka).

VARIÁVEIS DE PRESSÃO (KI)	CARACTERÍSTICAS DA VARIÁVEL	LIMITES DE CLASSE	CLASSES
K1-Vias Comunicação (% de km/km²)	Informação obtida com base no valor cumulativo obtido através do cálculo de quilômetros de vias de comunicação por unidade de área (km/km ²) existente na sub-bacia de drenagem de cada trecho.	0	1/Muito Bom
		0,01 . 0,05	2/Bom
		0,06 . 0,12	3/Médio
		0,13 . 0,21	4/Medíocre
		0,22 . 0,36	5/Mau
K2 - Aglomerado Urbano (% de km/km²)	Informação referente à pressão exercida pelos aglomerados urbanos na sub-bacia de drenagem de cada trecho, com base na dimensão dos mesmos.	0 . 2	1/Muito Bom
		2 . 10	2/Bom
		11 . 25	3/Médio
		26 . 40	4/Medíocre
		>40	5/Mau
K2a - Aglomerado urbano no buffer	Informação referente à % de uso urbano dentro do buffer de 100 m em torno de cada trecho de rio.	0-5%	K2 X 1.0
		6-25%	K2 X 1.2
		>26%	K2 X 1.4

K3-Fontes Tópicas de Poluição (Nº/ km²)	Informação referente ao número e à proximidade das fontes poluentes, provenientes da agropecuária, agroindústrias, indústrias, descargas de efluentes, lixeiras e minas, por área de sub-bacia de drenagem de cada troço.	0,00 . 0,01	1/Muito Bom
		0,01 . 0,05	2/Bom
		0,05 . 0,28	3/Médio
		0,29 . 0,51	4/Medíocre
		0,51- 2	5/Mau
K4 – Uso Agrícola culturas irrigadas na sub-bacia (%)	% de uso do solo com ocupação agrícola na sub-bacia	0 . 0,5	1/Muito Bom
		0,6 . 3	2/Bom
		3,1 . 4,1	3/Médio
		4,2 . 12,4	4/Medíocre
		12,5 . 46,4	5/Mau
K4a – área de culturas irrigadas no buffer	Informação referente ao impacto agrícola direto sobre o corredor fluvial. Corresponde à % de uso do solo com ocupação agrícola irrigada num <i>buffer</i> de 100m em torno de cada troço de rio.	0-5%	K4 X 1.0
		6-25%	K4 X 1.2
		>26%	K4 X 1.4
K5 – Uso Agrícola extensivo na bacia (%)	Informação referente à % de uso agrícola na sub-bacia de drenagem de cada troço .	0-5%	1/Muito Bom
		6-15%	2/Bom
		16-25%	3/Médio
		26-40%	4/Medíocre
		>40%	5/Mau
K5a – área de culturas extensivas no buffer	Presença de culturas extensivas dentro do <i>buffer</i> de 100m em torno de cada troço de rio.	0-5%	K5 X 1.0
		6-25%	K5 X 1.2
		>26%	K5 X 1.4
K6 - Largura e integridade da mata ripária	Desenvolvimento da mata observável no <i>Googlearth</i> Para cada troço, o máximo de largura é o 100%. Multiplicar Lmaxx2 por L do troço= Área max. Multiplicar L médiax2 pelo L do troço. Subtrair para dar a diferença	0 . 25	1/Muito Bom
		25 . 45	2/Bom
		45 . 60	3/Médio
		60 . 75	4/Medíocre
		75 - 100	5/Mau
K6a – Margem careca	Quantidade de margem do UFH sem mata ribeirinha Troço x 2= comprimento total de margem. Medir quanta margem não tem mata	-10%	X1.0
		10-40	X 1.2
		Mais de 40	X 1.4
K7- Alterações morfológicas	Obstáculos, açudes e alterações morfológicas das margens e do leito Observação no <i>Googlearth</i> . Visualização e georreferenciação no campo do troço. Fotografias	Sem nada	1/Muito Bom
		Alteração pontual	2/Bom
		Várias alterações	3/Médio
		Alterações dominantes	4/Medíocre
		Completamente alterado	5/Mau
K8 – pressão de	Quantidade de margem invadida por canas.	Sem nada	1/Muito

vegetais	Observação no <i>Googlearth</i> . Visualização e georreferenciação no campo do troço. Fotografias	Alguns maciços	Bom
		Abundantes	2/Bom
		Muito	3/Médio
		abundantes	4/Medíocre
		Mais 50%	5/Mau

No dia 5 de junho de 2006, foi feita uma visita de estudo à Ribeira do Falcão, e no dia 06/06/2010, à Ribeira da Mata. Ambos os trajetos iniciaram-se à montante em direção à jusante, seguindo as linhas d'água das ribeiras. Utilizando um GPS durante o percurso, foram marcados os pontos de obstrução/obstáculos no curso d'água, como pontes, manilhas, passagens e presença de canas, e foram medidos o comprimento dos maciços encontrados. Cada ponto marcado no GPS foi fotografado, sendo que algumas dessas fotos podem ser vistas no corpo deste trabalho, e as demais estão disponíveis nos anexos digitais do relatório. Juntamente com os dados visualizados no *GoogleEarth*, foi criado um *shapefile* georeferenciado e um arquivo .Kml que auxiliou na mensuração e classificação das variáveis de pressão.

Foi calculada a percentagem de cada pressão sobre as linhas d'água, e para a área do *buffer* de 100 metros de cada UFH, e, posteriormente, aplicou-se a classificação KT para obter seu estado de conservação. Para que todas as Ki tivessem uma importância idêntica ao serem definidas na classificação final do estado de conservação (KT), uma vez que apresentam valores muito distintos entre elas, foram agrupadas em 5 classes, variando de I (Muito Bom) a V (Mau). O valor global da soma do Kx tem uma amplitude máxima possível entre 8 e 48, mas o valor máximo encontrado foi 26. Como as várias pressões não são em geral simultâneas, e isso afeta a soma final de pressão, as classes de conservação foram definidas da seguinte forma (classificação pericial):

Quadro 3 - Valores de classes e seus respectivos estados ecológicos.

Valores de Classes	Estado
8 a 11	1-Muito bom estado de conservação ecológica
12 a 15	2-Bom estado de conservação ecológica

16 a 19	3-Médio estado de conservação ecológica
20 a 23	4-Medíocre estado de conservação ecológica
≥24	5-Mau estado de conservação ecológica

5. RESULTADOS

5.1. Nível espacial da sub-bacia

A região possui sete diferentes classes de uso do solo (Figura 4). A maior porção da superfície das bacias é composta por complexos e variados padrões de cultura (agricultura heterogénea). Possui áreas de vegetação natural, de florestas de coníferas, com culturas e vegetação natural, de matos e chaparros, de irrigação permanente e de tecido urbano descontínuo. Revela uma maior pressão agrícola em relação à pressão urbana. Ambas as bacias são cortadas por estradas e sofrem, portanto, com a pressão das mesmas. Uma delas é o efeito barreira, que rompe a a importante conectividade longitudinal da ribeira(Figura 4). Em outras, há estradas cortando as ribeiras, que são canalizadas com manilhas.

Nos últimos 5 anos, só houve um incêndio, na bacia da Ribeira do Falcão, ocorrido no ano de 2008, atingindo uma área de apenas 51,93 m². A informação disponibilizada pela Administração Regional Hidrográfica do Tejo (ARH) sobre fontes de poluição, como suinoculturas, efluentes domésticos, efluentes industriais, entre outras, após georeferenciadas, os dados obtidos permitiram concluir que, além das Etares de Bolelas e Magoito, não há presença de outras fontes de poluição dentro das bacias em estudo.

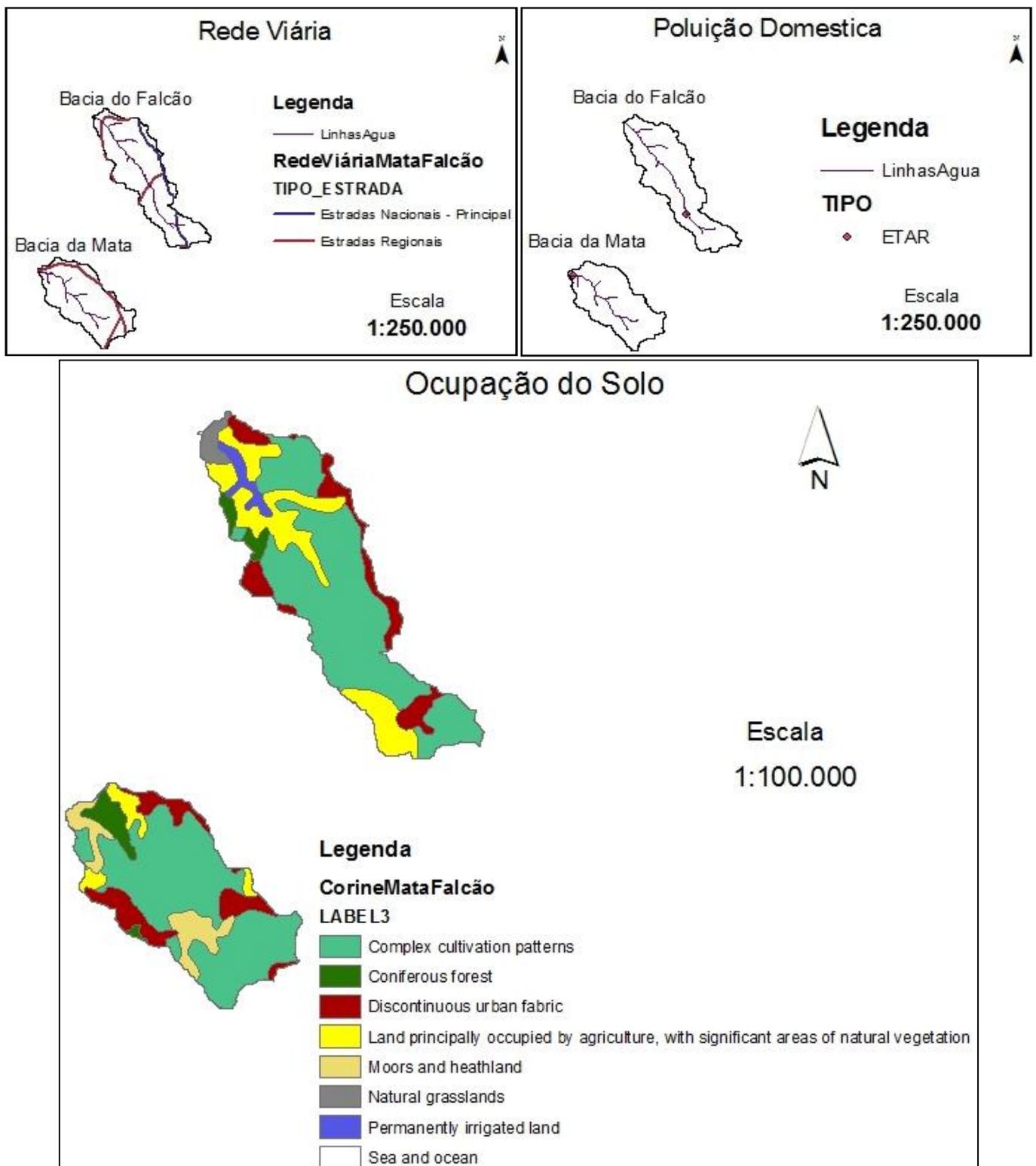


Figura 4-Variáveis de pressão no nível das bacias da ribeira da Mata e Falcão, incluindo a rede viária, fontes de poluição pontuais e uso do solo.

Quadro 4- Quantificação das pressões para cada sub-bacia dos UFH.

UFH	Área m ²	Estradas- Metros	% Estradas /Km2	Área. Agrícola m ²	% Área agrícola	Área Urbana m ²	% Área Urbano	Área irrigada m ²	% Área irrigada
F1	814375	1220	0,15%	179197	22%	73379	9%	0	0%
F2	1248750	220	0,02%	964099	77%	260568	21%	0	0%
F3	1870625	810	0,04%	1421599	76%	46461	2%	0	0%
F4	2503125	2240	0,09%	2132242	85%	214604	9%	0	0%
F5	650625	1360	0,21%	520327	80%	117498	18%	0	0%
F6	1091250	350	0,03%	626009	57%	323013	30%	0	0%
F7	1144375	80	0,01%	691724	61%	0	0%	14976	1%
F8	1143750	1580	0,14%	545158	48%	272815	24%	0	0%
F9	1344375	510	0,04%	322623	41%	0	0%	230949	17%
F10	823750	1150	0,14%	509244	62%	130544	16%	0	0%
F11	931875	1560	0,17%	36394	21%	165869	18%	155975	17%
M1	1063125	970	0,09%	954264	90%	0	0%	0	0%
M2	1590625	2000	0,13%	1347162	85%	113119	7%	0	0%
M3	1463750	510	0,03%	568299	39%	322458	22%	0	0%
M4	811250	0	0,00%	330165	41%	409984	51%	0	0%
M5	1110625	830	0,07%	957052	86%	0	0%	0	0%
M6	1091250	0	0,00%	626009	57%	0	0%	0	0%
M7	381875	0	0,00%	339004	89%	35580	9%	0	0%
M8	813125	0	0,00%	331618	41%	173665	21%	0	0%
M9	1385625	1990	0,14%	963532	70%	349922	25%	0	0%
M10	574375	290	0,05%	177183	31%	28105	5%	0	0%
M11	693750	1090	0,16%	51640	7%	23890	3%	0	0%

Nos *layers* de poluição do Atlas do Ambiente e em suas tabelas de atributos, não há a ocorrência de poluição industrial dentro dos limites dos divisores de águas de ambas as bacias.

No Magoito, junto à Ribeira da Mata, a ETAR faz tratamento das águas residuais provenientes de Magoito e das povoações de Bolembre, Tojeira, Fontanelas, Gouveia e outros aglomerados de menor dimensão localizados nessa bacia. A estação entrou em funcionamento em 2001 e está dimensionada para uma população de 5197 habitantes. Dada a proximidade da zona costeira foi previsto um sistema terciário com desinfecção do afluente final por ultravioleta. A descarga na Ribeira da Mata cumpre o estabelecido nos Decretos-Lei 236/98 e 152/97.

A ETAR localizada em Catribana, junto à Ribeira de Bolelas, a ETAR trata as águas residuais provenientes de S. João das Lampas e das povoações da Assafora e Odrinhas, e outros aglomerados de menor dimensão, englobados nesta bacia. Essa estação entrou em funcionamento em 2004 e está dimensionada para uma população de 7535 habitantes. A descarga na Ribeira de Bolelas também cumpre o estabelecido nos Decretos-Lei 236/98 e 152/97.

Os valores das pressões humanas em percentagem encontrados nas sub-bacias de cada UFH são mostradas abaixo (quadro 5). Através da área total de cada sub-bacia e da área de cada variável de pressão, foi possível calcular a percentagem de cada KT para cada sub-bacia.

5.2. NÍVEL ESPACIAL CONFINANTE DO TROÇO

Os dados referentes às pressões humanas, contidos na área de 100 metros entorno da linha d'água (*buffer*), fazem parte dos ponderativos das variáveis de pressão KT. Com isso, aos valores encontrados dentro do *buffer* foi acrescentado um valor (ponderativo); por essa razão, possuem um peso maior na classificação ecológica (quadro 3).

Quadro 5- Informações de pressões para o buffer de 100m e observações de campo.

UFH	Comprimento do troço	Área total buffer (m ²)	Tecido Urbano (%)	Área irrigada (%)	Área agrícola (%)	Obstáculos e alterações morfológicas (número)	Margens carecas e invadidas	Presença de canas (m)
F1	365,16	240716,64	1,49	0	40,14	0	34%	0
F2	819,45	365424,85	16,79	0	46,04	1	26%	0
F3	2936,7	769939,41	0	0	83,77	1	29%	0
F4	122,8	151623,35	0	0	94,83	0	24%	0
F5	1248,5	261478,91	0	0	31,61	1	10%	0
F6	343,56	192314,26	0	0	68,27	0	7%	20
F7	1021,75	226094,15	0	35,75	51,54	0	34%	10
F8	1109,98	328966,00	0	1,63	53,68	0	26%	80
F9	886,39	332786,80	0	35,07	36,87	0	24%	0
F10	799,63	274597,51	0	5,97	29,42	0	16%	20
F11	911,02	211899,65	0	21,35	21,35	1	26%	0

M1	837,65	67729,32	0	0	13,31	0	14%	0
M2	1041,94	65796,51	0	0	13,7	1	6%	10
M3	1373,58	143556,35	0	0	42,07	2	28%	0
M4	733,21	79054,15	0	0	65,27	0	20%	0
M5	422,48	129831,35	0	0	54,67	2	15%	20
M6	659,98	67689,62	0	0	53,62	0	25%	0
M7	476,77	132517,05	0	0	46,11	0	22%	10
M8	552,29	62871,34	0	0	52,69	0	6%	0
M9	1115,68	125574,06	0	0	51,29	0	9%	30
M10	584,09	62787,03	0	0	19,73	0	19%	0
M11	428,92	62787,03	0	0	25,04	1	17%	0

Os resultados das pressões encontrados dentro do *buffer*, expressos na tabela acima, demonstram que apenas nas UFHs F1 e F2 há presença de tecido urbano. A agricultura irrigada está presente nas UFHs F7, F8, F9, F10, F11, sendo que todas UFHs possuem área agrícola, com proporções variando entre 13,31% e 94,83%. Apenas algumas UFHs possuem obstáculos e presença de canas, sendo elas F2, F3, F5, F11, M2, M3, M5 e M9. As UFHs apresentam valores de margem careca que variam entre 6% e 34% .

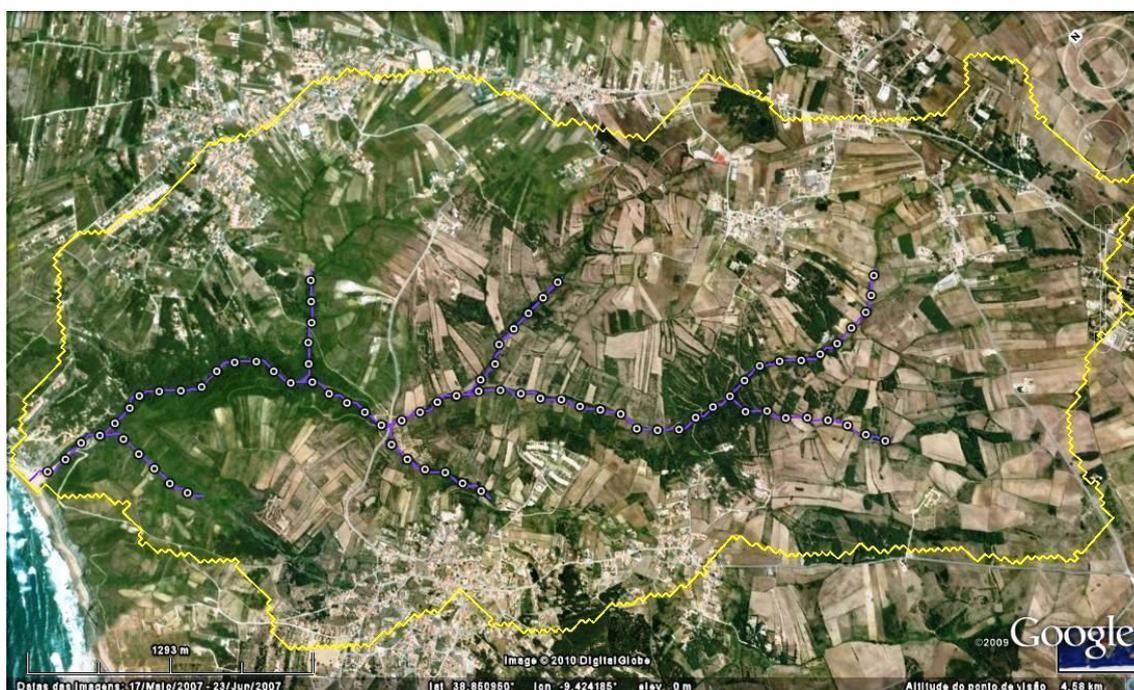


Figura 5- Imagem *GoogleEarth*. Visualização dos 78 pontos criados na Ribeira da Mata.

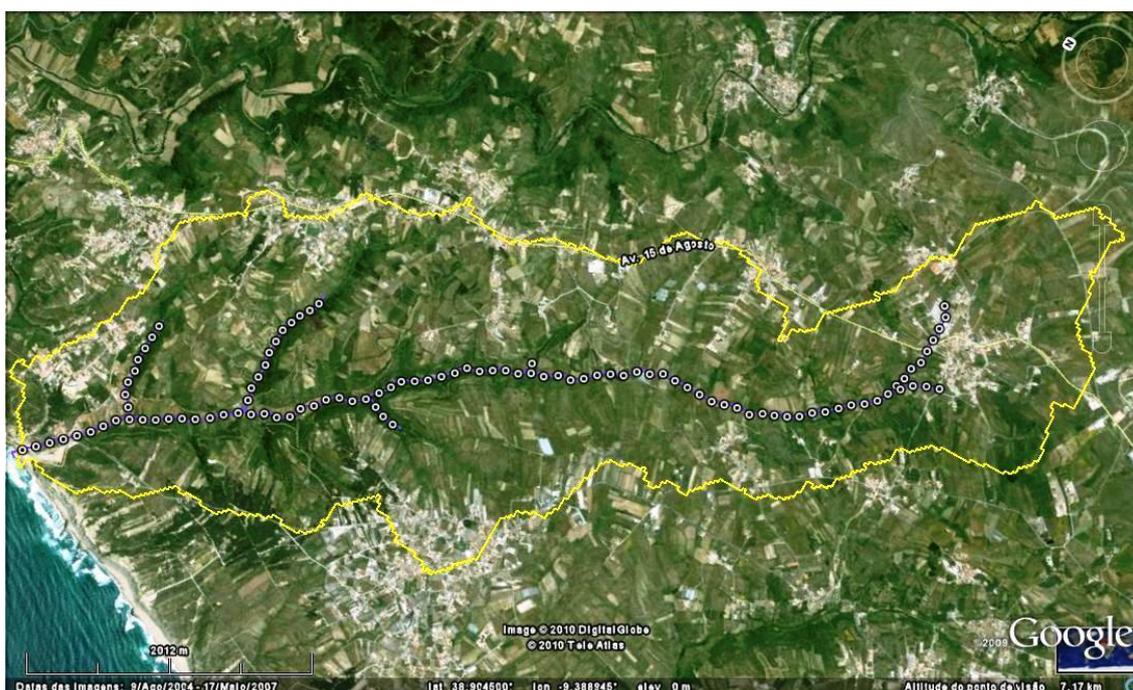


Figura 6- Imagem do *GoogleEarth*. Visualização dos 103 pontos criados na Ribeira do Falcão.

Quadro 6- Caracterização da mata ripária e sua perda.

UFH	Compr. Troço	Nº de pontos	Largura Média (m)	Largura Min-máx (m)	Área máx potencial (m ²)	Área efectiva (m ²)	% perda
F1	837,7	8	2	0-4	1460,64	730,3	50%
F2	1041,9	9	4,9	0-11	18027,9	4006,2	78%
F3	2936,7	29	8,7	2-20	117468	25468,3	78%
F4	122,8	1	7	3,5-3,5	859,6	859,6	0%
F5	1248,5	13	14,5	2-20	49940	18103,3	64%
F6	343,56	3	24	2,5-18	12368,16	7214,8	42%
F7	1021,75	10	9,2	0-8	16348	9349,0	43%
F8	1109,98	11	12,9	3-12	26639,52	14328,8	46%
F9	886,39	9	8,7	2-9	15955,02	7731,3	52%
F10	799,63	8	14,3	3-10	15992,6	11394,7	29%
F11	911,02	8	9,7	0-20	36440,8	8654,7	76%
M1	837,7	8	6,6	0-5	8377	5497,4	34%
M2	1041,9	11	14,4	0-20	41676	14965,5	64%
M3	1373,6	13	11,3	2-15	41208	15479,4	62%
M4	733,2	7	13,8	4-15	21996	10107,7	54%
M5	422,5	4	10,5	2-10	8450	4436,3	48%

M6	660,0	6	8,7	0-12	15840	5720,0	64%
M7	476,8	5	23,7	6-35	33376	11300,2	66%
M8	552,3	5	19,6	3-20	22092	10383,2	53%
M9	1115,7	11	55,6	15-35	78099	62073,5	19%
M10	584,1	5	8,6	2-8	8761,5	5023,3	43%
M11	428,9	4	20,5	2-20	17156,8	8792,9	49%

O quadro 6 mostra os valores da largura média da mata ripária de cada UFH, variando de 1(F1) a 55,6%(M9), e os valores da largura mínima e máxima, variando entre 0 (F2,F7,M1,M2,M6) e 35 (M9) metros. Contém, ainda, os cálculos de área potencial e de área efetiva, obtidos com os valores do Lmáx e Lmédio respectivamente. As percentagens de perdas calculadas por UFH variaram entre 0%(F3) e 78%(F4).

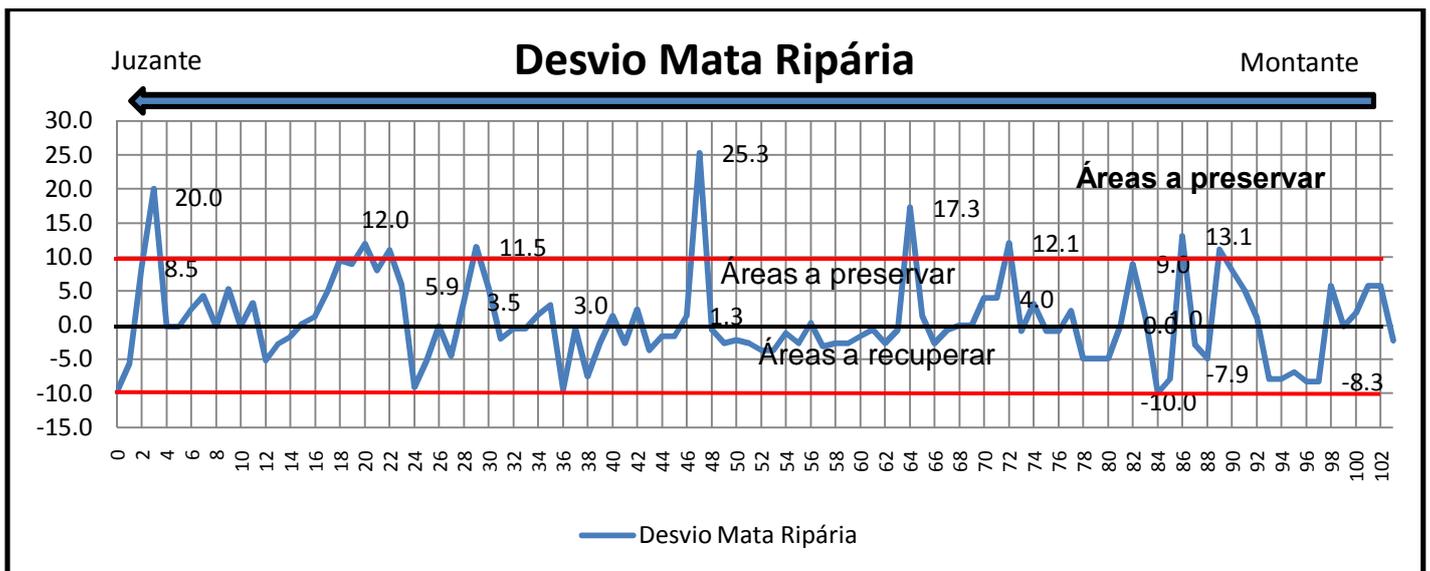


Figura 7- Valores de desvio em relação à média de mata ripária por ponto na Ribeira do Falcão.

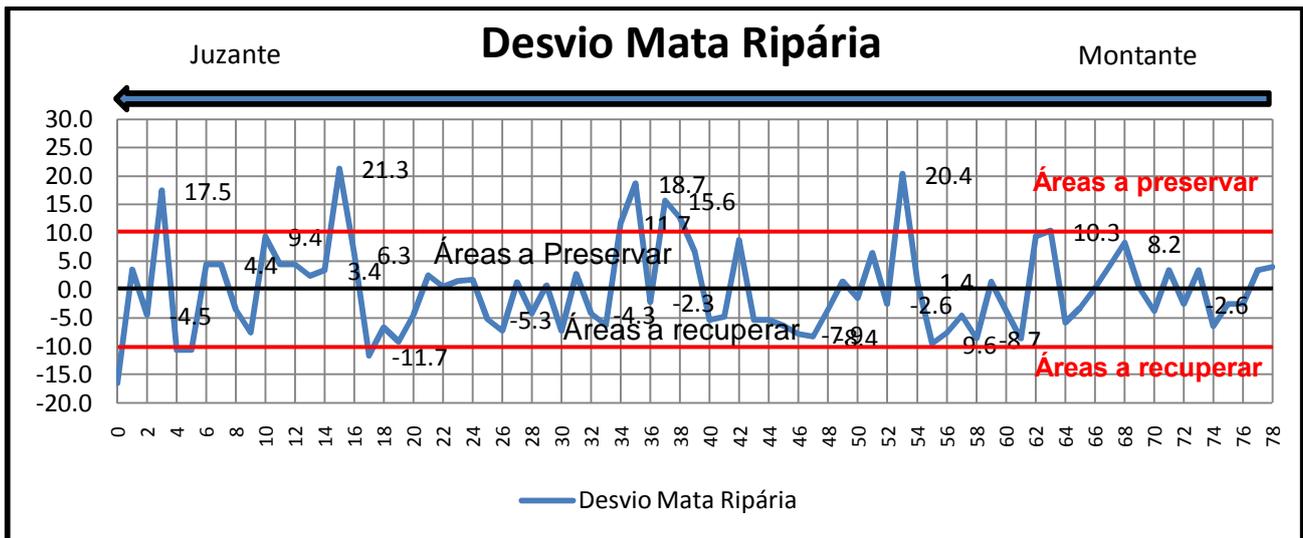


Figura 8- Valores de desvio em relação à média de mata ripária por ponto da Ribeira da Mata.

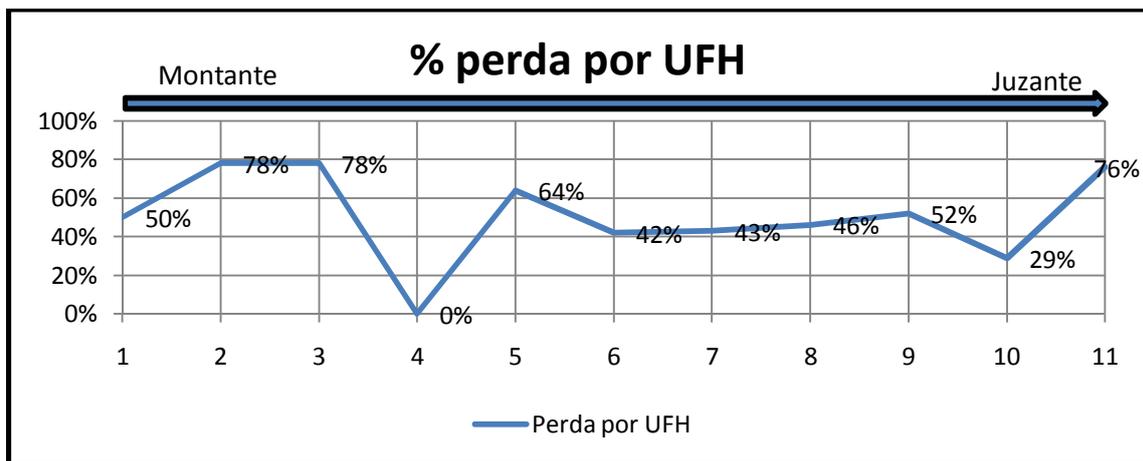


Figura 9- % perda de mata ripária por UFH na Ribeira do Falcão.

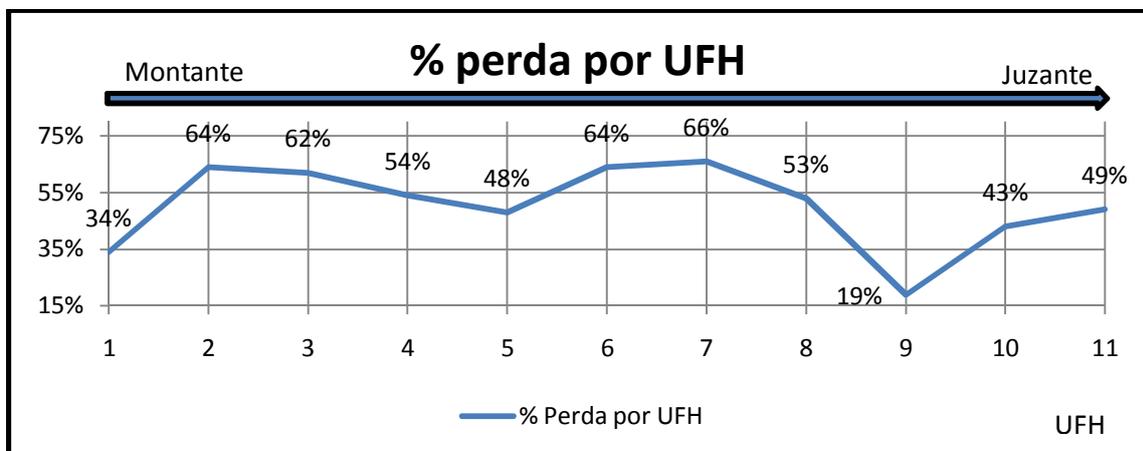


Figura 10- % perda de mata ripária por UFH na Ribeira da Mata.

Nos gráficos do desvio da mata ripária por UFH, as áreas com valores elevados devem ser preservadas, pois possuem uma largura de mata ripária excepcional. Os valores negativos são os pontos onde a mata ripária deve ser recuperada, pois apresenta largura de mata ripária inferior à média da UFH em que se localiza. Estabeleceu-se 10 metros como medida base, tanto para os valores positivos quanto para os negativos. Assim, valores superiores a 10 e inferiores a -10 são áreas de alto valor de conservação e de alta necessidade de recuperação, respectivamente. Os valores do primeiro ponto(0) de cada bacia podem ser desconsiderados nas propostas de restauro, porque tais pontos são localizados à jusante, junto à foz das bacias, e mata ripária junto à planície costeira em zonas de praias, dunas e falésias não é objeto deste estudo.

A percentagem de perda calculada foi uma maneira prática de imaginarmos a mata ripária potencial que existiria sem a intervenção humana. No entanto, não temos dados que nos forneçam um valor de referência para essa época. Por essa razão, a maior largura encontrada em cada UFH foi considerada como a largura potencial do trecho, e fez-se a comparação com a média por UFH da largura efetiva encontrada em cada ponto. O resultado representa valores de áreas que potencialmente fariam parte da mata ripária, e com isso, os UFHs com perdas elevadas são aqueles com maiores áreas a recuperar.

5.3. Nível local

O uso da ribeira do Falcão para fins agrícolas é mais pronunciado em comparação com a ribeira da Mata, mas em ambas as bacias é visível o excesso de algas verdes e azuis na massa de água (Quadro 3 e figuras 7 e 8). A ribeira da Mata possui massa florestal mais extensa do que a ribeira do Falcão, com áreas de carvalhos e pinheiros, matos e chaparros. Sua mata ripária possui, também, zonas de coberto vegetal denso, árvores com mais de 10 metros de altura e bom sombreamento.

Parece haver, em ambas as bacias, uma utilização das águas das ribeiras para irrigação superior àquela apontada nos dados obtidos anteriormente, pois foi detectada a existência de canos para captação em várias localidades, quer em uso ou desuso, em ambas as ribeiras. Detectou-se ainda a presença de canas em certos pontos das margens, e de estradas cortando as linhas de água, gerando obstruções com pontes e manilhas. Em relação às alterações morfológicas, não foram encontrados açudes ou pequenas barragens, havendo, apenas, pequenas paredes de pedra para dividir e proteger a área cultivada em um ponto da UFH F2.



Figura 11- Presença de algas na Ribeira do Falcão



Figura 12- Presença de algas na Ribeira da Mata



Figura 13. Captação de água na Ribeira da Mata.



Figura 14- Obstrução e presença de algas da Ribeira da Mata



Figura 15- Presença de canas na Ribeira da Mata

A ocorrência de obstruções, alterações morfológicas no canal, presença de algas e/ou canas são registradas no quadro 3, e podem ser visualizadas nas figuras 6,7,8,9,10,11.

,Através dos dados contidos no quadro 3, foram produzidas cartas comprovando a existência de alterações pontuais nas duas bacias, tais como obstruções por pontes e manilhas e presença de canas nas margens. Elas refletiram negativamente na avaliação de sua qualidade ecológica, elevando conseqüentemente o valor KT.

Ambas as ribeiras sofrem pressão de estradas e do tecido urbano, pois são bacias que possuem praias balneares em sua foz e também nos seus entornos, como também é o caso da foz do rio Lizandro. Todas essas áreas contêm infra-estrutura turística local com exploração de diversas atividades econômicas, especialmente para o lazer dos visitantes.

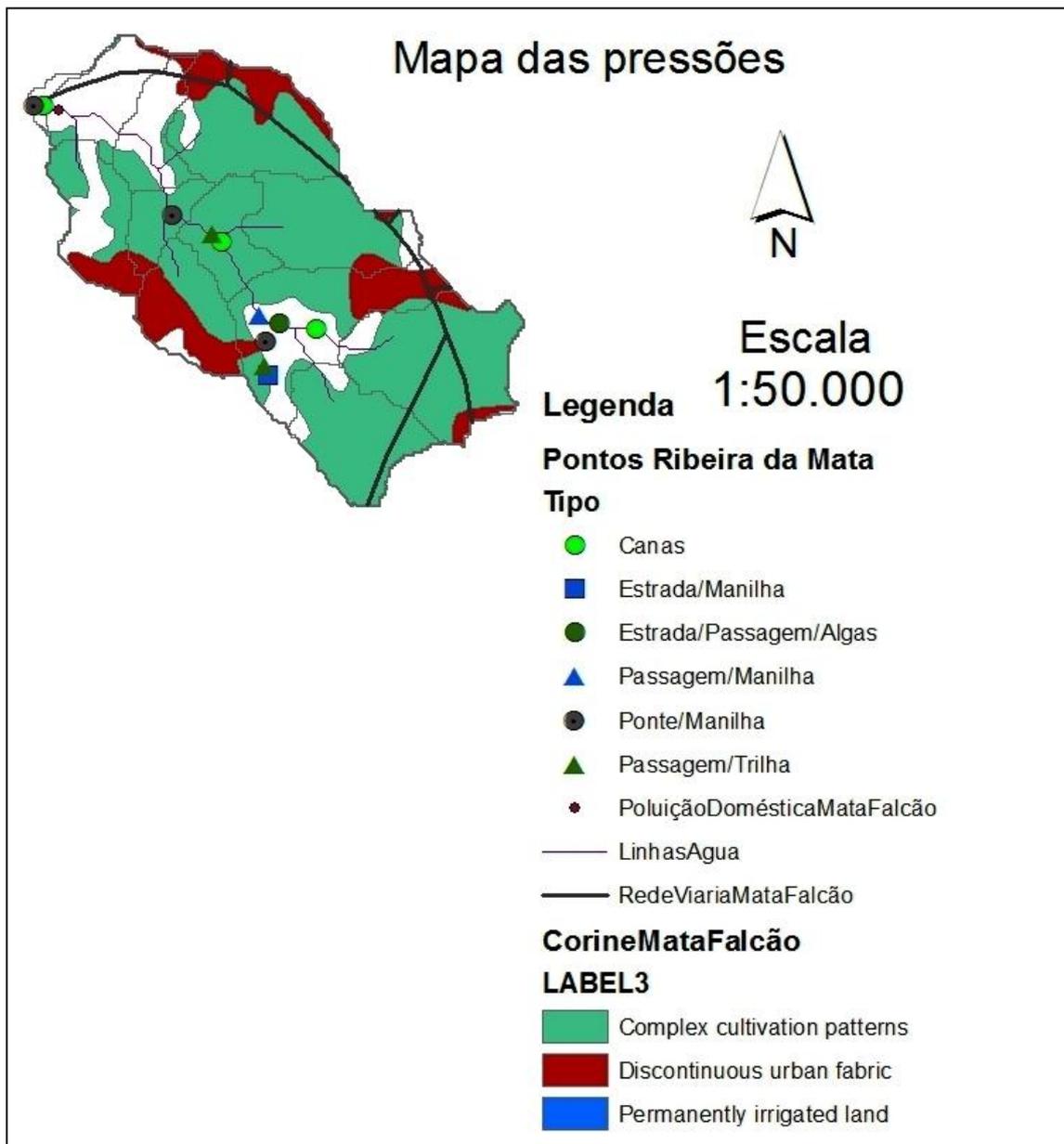


Figura 16- Carta sintética de todas as pressões encontradas na bacia da Ribeira da Mata.

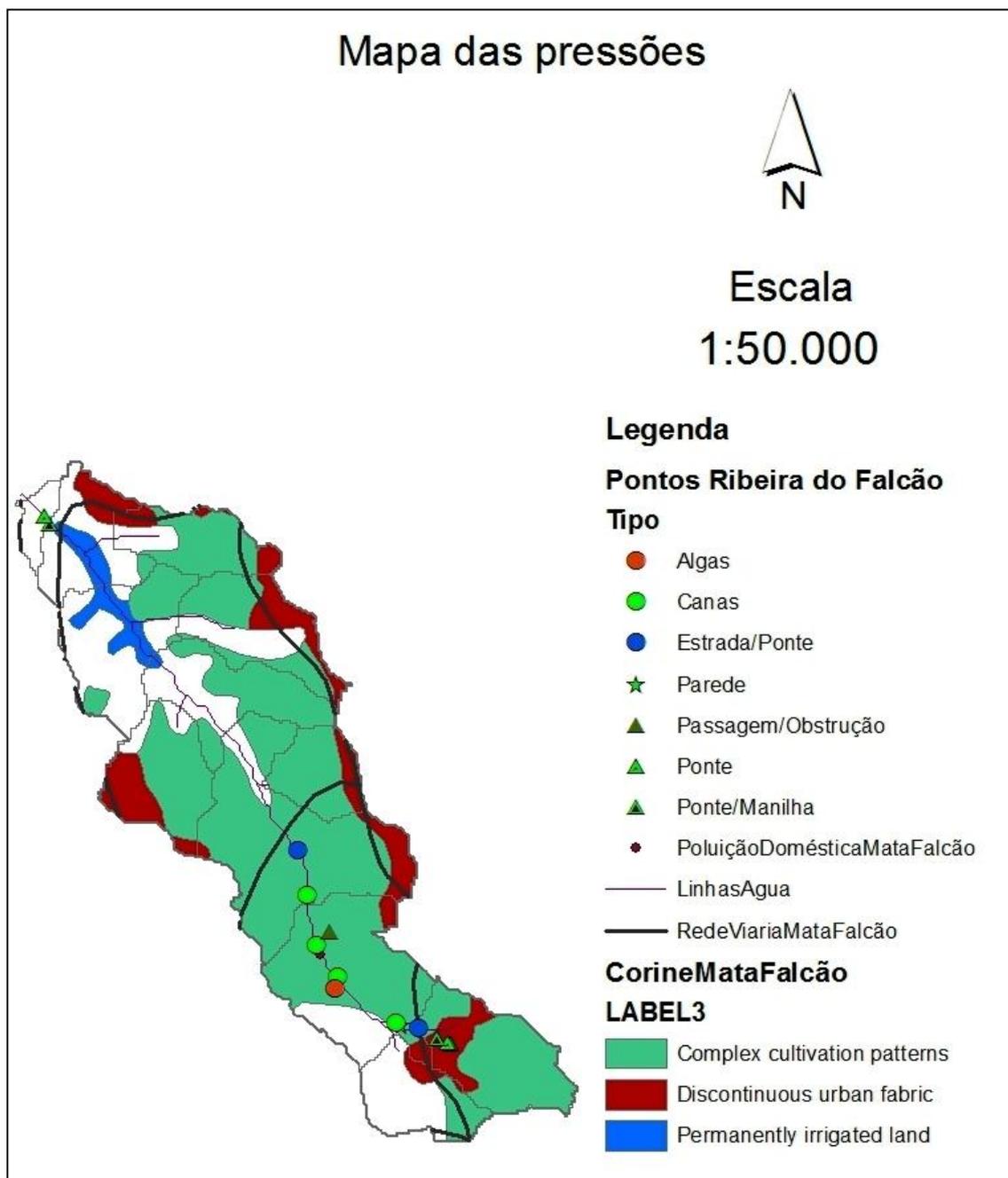


Figura 17- Carta sintética de todas as pressões encontradas na bacia da Ribeira do Falcão.

Com as informações referentes às pressões humanas nas bacias foi feita a classificação KT, iniciando-se pelas áreas de todas as sub-bacias do Falcão e da Mata, e também nas linhas de água de ambas as bacias, nas áreas inseridas dentro do buffer de 100 metros feito e calculado para cada UFH. Assim, ao se relacionar as áreas das bacias com as pressões humanas, obteve-se a percentagem de cada uma

das pressões, tanto relacionada com as sub-bacias, quanto ao buffer de cada UFH. (Quadros 2 e 3).

O resultado da classificação final do índice KT contém não só os dados de pressão relativos à UFHs, mas também os dados relacionados com as sub-bacias de cada trecho. Com isso há uma diferença entre o KT total e o KT para cada UFH.(ver carta acima). Os resultados da classificação KT por UFH contém apenas os índices KT relacionados com cada UFH, excluindo os dados relacionados com as sub-bacias de cada trecho.(ver carta abaixo). Os resultados de cada variável de pressão KT estão dispostos na tabela 4 abaixo.

Com o resultado de todas as variáveis de pressão, foi feita sua classificação em relação às classes criadas que variam de 1 (Muito Bom) a 5 (Mau).

Quadro 7- Resultado Final da classificação do índice KT

UFH/S ub- Bacia	Class f. K1	Cla ssf. K2	Classif. K3	Classif. K4	Classif. K5	Classif. K6	Class if. K7	Class if. K8	Total por UFH	Classif. Final UFH
F1	4	2	1	1	4,2	6	1	1	20	4-mediocre
F2	2	3,6	1	1	7	2,4	2	1	20	4-mediocre
F3	2	1	3	1	7	6	2	1	23	4-mediocre
F4	3	2	1	1	7	2,4	1	1	18	3-médio
F5	4	3	1	1	7	1,2	2	1	20	4-mediocre
F6	2	4	1	1	7	2	1	2	20	4-mediocre
F7	2	1	1	2,8	7	6	1	2	23	4-mediocre
F8	4	3	1	1	7	3,6	1	3	24	5-mau
F9	2	1	1	7	7	6	1	1	26	5-mau
F10	4	3	1	1	5	3,6	1	2	21	4-mediocre
F11	4	3	1	6	4,8	2,4	2	1	24	4-mediocre
Classif . Final KT	2	2	1	1	5	3	1	1		
M1	3	1	1	1	6	1,2	1	1	15	2-bom
M2	4	3	1	1	6	3	2	1	21	4-mediocre
M3	2	3	1	1	5,6	3,6	3	1	20	4-mediocre
M4	1	5	1	1	7	4,8	1	1	22	4-mediocre
M5	3	1	1	1	7	4,8	3	2	23	4-mediocre
M6	1	1	1	1	7	3,6	1	1	17	3-médio
M7	1	2	1	1	7	3,6	1	2	19	3-médio
M8	1	3	1	1	7	3	1	1	18	3-médio

M9	4	3	1	1	7	3,6	1	2	23	4-médiocre
M10	2	2	1	1	4,8	2,4	1	1	15	2-bom
M11	4	2	3	1	2,4	3,6	2	1	19	3-médio
Classif	2	2	1	1	5	2	1			

. Final
KT

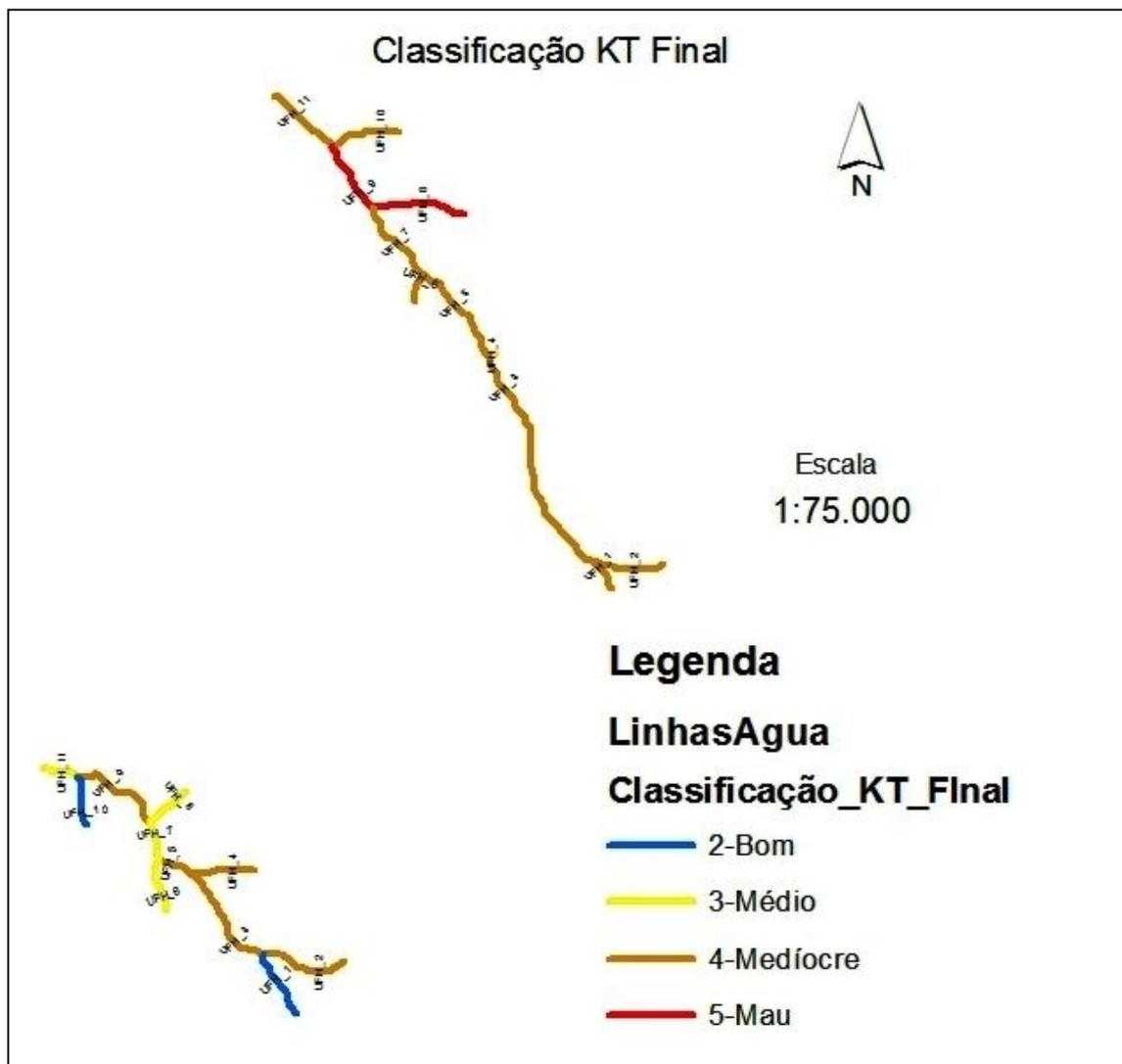


Figura 18- Carta do resultado da classificação do índice KT por UFH.

A carta mostra o resultado final do índice KT de cada UFH de ambas as bacias, que são apresentados no quadro 4. A UHF F9 e F8 em vermelho possui a pior classificação ecológica encontrada (5-Mau), devido à presença de terras irrigadas não só em sua sub-bacia, mas também dentro do *buffer* de 100 metros em torno da linha d'água. Isso influenciou negativamente na sua classificação, pois foi um dado

contabilizado no ponderativo K5a. Como está bem claro no quadro acima, a classificação mais frequente foi %medíocre+, devido principalmente às elevadas percentagens de áreas agrícolas. Apenas 2 UFHs apresentaram boa qualidade ecológica.

6. PROPOSTAS DE INTERVENÇÃO

O quadro abaixo mostra resumidamente as propostas de intervenção sugeridas, sendo que cada uma delas será discutida mais detalhadamente nas próximas seções:

Quadro 8. Tipologia de intervenções por nível espacial: bacia, troço e local

Bacia/sub-bacia	UFHs	%da Bacia/local	Segmento/Troço	UFHs	L estimado de intervenção(m)
B1 - Controle de fontes tóxicas de poluição	F3, M11	Pontual (ETAR)	T1 - Confinamento de troços e segmentos	F1...F11 M1..M11 (pontos)	450
B2 - Controle de fontes difusas de poluição	F1...F11 M1...M11	61% 61%	T2 - Restauro de galerias ribeirinhas	F1...F11 M1...M11 (pontos)	170
			T3 - Controle de canas	F3, M2, M3, M11	190
			T4 - Reposição da continuidade hídrica (tirar manilhas, eliminar açudes, desmobilizar acessos)	F3	PM (1,2,3,4,5,6,8,9,11) PF (1,2,3,4,9,12,13,14)
			T5- requalificação de margens artificializadas e de habitats do leito	F2	20

B1 – Controle de fontes tóxicas de poluição

As duas bacias apresentam uma fonte de poluição tóxica cada, proveniente das ETAREs do Magoito e Bolelas. No caso da bacia da Ribeira da Mata, a posição da Etar à jusante beneficia o rio à montante, tornando toda essa área livre de cargas de efluentes vindos da ETAR. Do outro lado, na bacia da Ribeira do Falcão a ETAR está situada na UFH F3, numa posição média-alta vertente à montante da ribeira, fato que incorpora os efluentes da ETAR em todas UFHs à jusante. O controle dessas fontes de poluição é de extrema importância para modular a quantidade de matéria orgânica na massa d'água, pois ela interfere diretamente na sua produtividade primária podendo haver situações de eutrofia por excesso de nutrientes.

B2 – Controle de fontes difusas de poluição

Cerca de 61% da área de cada bacia foi inserida na tipologia B2 (controle de fontes difusas de poluição). O controle de fontes de poluição dessa natureza é tarefa árdua pois elas são provenientes do escoamento superficial e sub-superficial do solo e, não sendo pontuais, não podem ser desviadas para uma ETAR.

A intervenção mais eficaz deve certamente basear-se numa conscientização da população local, principalmente dos agricultores, quanto à importância da adoção de melhores práticas agrícolas, sem utilização de fertilizantes em larga escala. Dessa forma, haverá uma redução na poluição dos solos e aquíferos e uma melhoria acentuada na qualidade do sistema ribeirinho.

Com uma introdução cada vez menor de nitrogênio e fósforo na massa d'água serão atingidos os objetivos propostos: recuperação das ribeiras do Falcão e da Mata. Para um controle eficaz das fontes difusas de poluição, sugere-se, portanto, que sejam aplicadas as medidas Agro-Ambientais (Regulamento CE nº 1257/99) .

Boas Práticas Agrícolas, Directiva 80/68/CEE sobre substâncias perigosas, e as da Directiva 91/676/CEE sobre nitratos de origem agrícola.

T1 - Controle de canas

Quadro 9- Coordenadas geográficas dos maciços de canas.

Bacia	Lat(X)	Long(Y)	L(intervenção)
Falcão	38,88527778	-922,5668889	20m
Falcão	3853,35025	-922,9669167	10m
Falcão	3853,533361	-923,1355833	80m
Falcão	3853,800111	-923,2000556	20m
Mata	3850,750028	-923,4001667	20m
Mata	3851,118861	-925,6835833	10m
Mata	3851,80025	-926,85025	30m
L Total			190m

As coordenadas geográficas descritas no quadro acima baseam-se no sistema de coordenadas WGS-84 utilizado pelo GoogleEarth, e estão convertidos em °(graus), prontos para georeferenciação no ArcGIS. Os valores de intervenção representados em metros podem ser utilizados no futuro para cálculo das despesas incluídas no projeto de restauro fluvial.

O controle de canas é necessário nas UFHs F3, M2, M3, M11. A presença de maciços de canas ao longo da linha d'água é prejudicial à qualidade ambiental do sistema fluvial. O excesso de maciços está relacionado com o excesso de nutrientes na massa d'água provenientes da poluição difusa. O controle de canas é importante quando o sistema possui algum desequilíbrio na entrada e saída de energia, pois a diminuição dos macrófitos aquáticos está associada a uma maior quantidade de OD (oxigênio dissolvido), imprescindível para a fauna aeróbica, e indicador importante da qualidade ambiental. As medidas de controle de fontes de poluição difusa citadas acima são eficazes aqui também.

T2 – Restauro de galerias ribeirinhas, requalificação de margens e de habitats.

Nos pontos criados a cada 100 metros ao longo da ribeira para medidas da largura da mata ripária, foram identificados os locais em que há deficit da mesma e que, portanto exigem sua reposição para alcançar os valores médios de cada UFH. Os pontos onde os valores ultrapassaram à média de sua UFH, são áreas consideradas de proteção ou confinamento.

A importância de uma galeria ripícola ampla e contínua é confirmada através de inúmeros fatores. As áreas ripícolas afetam o habitat dos animais aquáticos e terrestres que habitam ou dependem das linhas de água. Por essa razão, as zonas florestais ribeirinhas são geralmente mais populosas em termos de vida selvagem do que as áreas mais afastadas da água. As galerias ripícolas são naturalmente importantes para muitos animais que nelas procuram refúgio, diversidade de habitat e abundância de água, ou como corredor migratório.

No próprio curso de água, como resultado da alternância entre zonas não sombreadas e de sombra - proporcionada pelas copas das árvores e arbustos de maior dimensão - os diferentes organismos aquáticos deslocam-se para os locais com temperaturas mais favoráveis ao seu desenvolvimento. A sombra impede a elevação excessiva da temperatura da água, o que influencia positivamente a quantidade de oxigênio dissolvido, condicionando, ainda, a fixação no leito de plantas aquáticas intolerantes à sombra e que são, portanto, geralmente ausentes ou pouco presentes nos troços ensombreados.

A vegetação ribeirinha também é importante fonte de pedaços de madeira de diferentes tamanhos que, ao cair na água, criam remansos e reduzem a velocidade da corrente, facilitando o depósito de sedimentos e nutrientes. Esses remansos proporcionam abrigo para os peixes, protegendo-os contra os predadores, permitindo-lhes um repouso com fartura de alimento, e, conseqüentemente, um dispêndio menor de energia. No entanto, a acumulação desproporcionada de

troncos e outros restos de plantas nas linhas de água podem se tornar obstáculos e, assim, aumentar o risco de inundação das margens.

A vegetação ripícola atua como filtro biológico, absorvendo os nutrientes provenientes de excessos de adubação nas culturas agrícolas da bacia de alimentação, reduzindo desta forma o seu arrastamento para as linhas de água. Este tipo de vegetação também apresenta efeitos benéficos ao nível da retenção de micro-poluentes, como os que resultam, por exemplo, da aplicação de pesticidas na zona envolvente. A densidade da vegetação ripícola, a sua composição florística, o estado de desenvolvimento das plantas nela existentes e a época do ano vão determinar o grau de eficiência da galeria ripícola como filtro de nutrientes e de micro-poluentes.

T3 – Confinamento de troços/segmentos

O confinamento de segmentos foi aplicado aos locais onde a largura da mata ripária superou o valor da média do UFH. São áreas que devem ser preservadas (confinadas) devido ao seu valor florístico, suas funções de filtro biológico, importância para a vida aquática e terrestre e por tratarem-se de áreas remanescentes de vegetação natural.

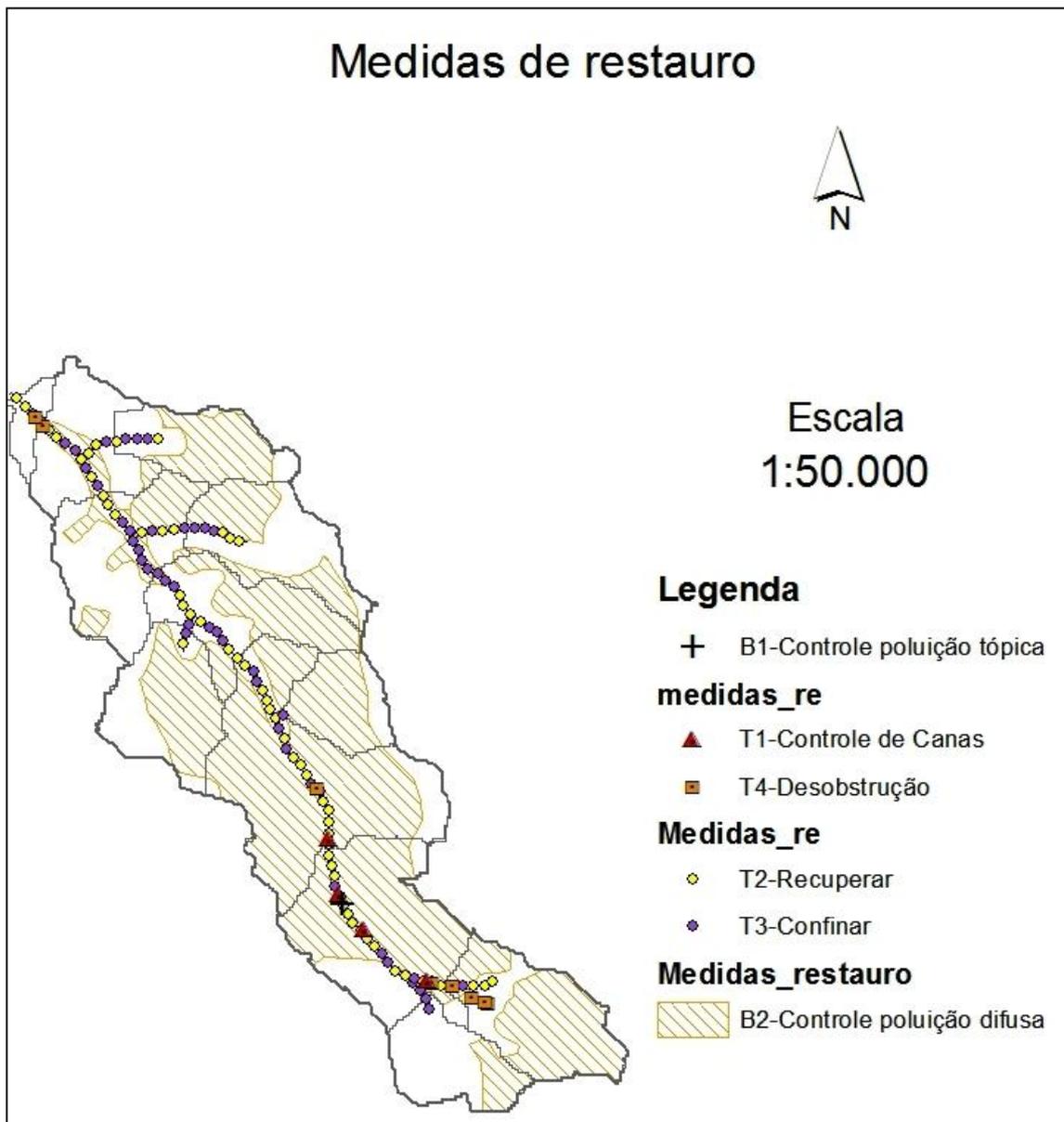


Figura 19. Carta de localização de intervenções de restauro e atuação para bacia, troço e local.



Figura 20. Carta de localização de intervenções de restauro e atuação para bacia, troço e local.

7. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A classificação ecológica das pressões humanas identificadas nas bacias das ribeiras do Falcão e da Mata tornou factível a elaboração de propostas contendo as medidas de restauro prioritárias para que essas bacias voltem a ter um funcionamento mais harmónico no ecossistema ribeirinho.

A legislação demanda um esforço nesse sentido, devido às políticas da Directiva Quadro da Água (DQA), e do PGBH (Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica) que

todas as Administrações Regionais Hidrográficas têm que implementar e gerenciar nos próximos anos.

Segundo ZALEWSKI (2000), para garantir a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos, é necessário não apenas reduzir ou eliminar a emissão de poluentes, mas também ampliar o número de ferramentas de avaliação temporal da dinâmica da água no nível da bacia. HE *et al.* (2000), também apontam que além da necessidade da utilização dessas ferramentas de análise para se garantir um desenvolvimento sustentável, práticas de gerenciamento para as áreas rurais precisam ser implementadas.

Na discussão dos resultados ficou evidente que diversas intervenções fazem-se necessárias para restaurar a qualidade ecológica das ribeiras, tais como remoção de obstáculos e obstruções por manilhas, pontes e canas.

No entanto, como as duas bacias estudadas, especialmente a ribeira do Falcão, são caracteristicamente agrícolas, com culturas (irrigadas ou não) junto ao troço, diminuir o alto índice de poluição difusa deveria ser o foco das primeiras intervenções.

As inúmeras imagens demonstrando o desequilíbrio ambiental em ambas as ribeiras, com excesso de algas verdes e azuis na massa d'água, evidenciam o estado de eutrofia do sistema fluvial, pois, como já foi demonstrado, a presença de algas é um bioindicador relevante da sua degradação.

As propostas de controle de poluição difusa, através da adoção de práticas agrícolas sustentáveis, visam à requalificação do sistema, diminuindo a entrada de poluentes. Além disso, é necessário restaurar a mata ripária e, dessa forma, aumentar a filtragem de nutrientes e a capacidade de infiltração do solo.

Um programa para melhorar o gerenciamento das práticas agrícolas, com enfoque num desenvolvimento agrícola sustentável requer um monitoramento da qualidade da água, com coleta e análise de dados, pois eles fornecem os parâmetros para o sucesso das atividades de gerenciamento dos recursos hídricos.

O método de avaliação da poluição difusa por sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas usando o SIG é uma alternativa viável, podendo ser aplicado para estabelecer estimativas e diagnósticos da situação ambiental em qualquer bacia hidrográfica ou região geográfica.

O SIG tem, portanto, um potencial promissor, podendo ser empregado com grande êxito nos trabalhos de restauro fluvial. Através da classificação de imagem de satélite, é possível analisar as mudanças de cobertura vegetal de uma área e, ainda, prever e localizar os impactos causados pela ação antropogênica, permitindo um gerenciamento de bacias mais metuculoso e eficaz.

Além do SIG, a adoção do índice KT permitiu uma classificação dos dados e identificação das agressões mais presentes, o que é fundamental no planejamento de ações que realmente conduzam à recuperação das bacias. O índice KT certamente representa uma ferramenta fundamental na gestão em diferentes escalas espaciais, particularmente no nível do segmento e da bacia hidrográfica, auxiliando na identificação das medidas de intervenção mais indicadas.

A tipologia e a forma de classificação do índice KT possibilitaram não só um melhor conhecimento do estado de conservação do sistema fluvial, mas também uma previsão de sua resposta a futuras intervenções. Além disso, foi um instrumento que permitiu a identificação dos segmentos que permaneceram preservados e, que portanto, precisam ser protegidos para evitar degradações futuras.

É factível, também, uma validação dos dados obtidos e identificação do real estado de eutrofização das ribeiras através de uma coleta e análise físico-química dos principais indicadores de eutrofização da massa d'água: nitrogênio total, fósforo total, oxigênio dissolvido e CBO. Com esses e alguns outros indicadores que a ARH achar pertinente, será possível medir a quantidade de nutrientes que estão presentes no sistema fluvial.

Com a própria capacidade do sistema fluvial de autodepuração e renovação, as ribeiras, após a aplicação das medidas de restauro, irão certamente apresentar uma melhoria na qualidade ecológica, e atingir, assim, os objetivos definidos para os Estados Membros pela DQA.

Para obras de recuperação de canais fluviais é necessário o conhecimento técnico da dinâmica das bacias hidrográficas, sendo que qualquer intervenção que seja feita nos mesmos resulta em algum efeito imediato, a médio ou longo prazo, sobre a bacia como um todo, como salientam Cunha & Guerra (2000) e Araújo et al. (2005).

Finalmente, espera-se que esta pesquisa traga novas perspectivas de uso e, conseqüentemente, uma melhor qualidade ecológica para as bacias do Falcão e da Mata. No planejamento da gestão dos recursos hídricos, as diversas ferramentas disponíveis para geoprocessamento, quando aliadas à metodologia KT são fundamentais em bacias onde não há ainda monitoramento ou qualquer tipo de estudo dos impactos ambientais.

Bibliografia

- ALAN, D.J. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*. Second edition.
- ALBERTS, E. E., SCHUMAN, G. E., BURWELL, R. E., 1978. %Seasonal Runoff Losses of Nitrogen and Phosphorus from Missouri Valley Watersheds+ *Journal of Environmental Quality*. n.7. pp.203-208.
- ARAÚJO, G.; ALMEIDA, J.; GUERRA, A.,.2005. *Gestão Ambiental de Áreas Degradadas*. Rio de Janeiro,Brasil: Bertrand, 320 p.
- BASTOS, A. C. S, FREITAS, A. C., 2000 *Agentes e Processos de Interferência,Degradação e Dano Ambiental*, In: Cunha, S. B., Guerra, A. J. T. (org),*Avaliação e Perícia Ambiental*, 2 ed., Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- BAPTISTA, A. L. G. P. R., SANCHEZ, G. M., LARA, R. C., 2000, *Os Efeitos dos Resíduos Industriais no Estuário do Tejo*, Faculdade de Medicina Veterinária,Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.
- BIGGS, B.J.F., DUNCAN M.J., JOWET, I.G., J.M., HICHEY, C.W., DAVIS-COLLEY, R.J. & CLOSE, M.E., 1990. *Ecological Characterisation, Classification and Modelling of New Zealand Rivers: An Introduction and Synthesis*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 24:277-304.
- BOON, P.J., 1992. *Essential elements for river conservation*. Em P.J. Boon, P. Calow & G.E. Petts (eds.) *River Conservation and Management*, pp 11-34. John Wiley & Sons, Chichester.
- BORJA, P.C.; MORAES, L.R.S., 2003^a. *Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento*. Parte 1 . aspectos conceituais e metodológicos. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 13-25, jan./mar.,.

- CAMPOS, H.L. 2006. *Gestão de bacias hidrográficas: pressupostos básicos*. In: SÁ, J.A.;
- CORRÊA, A.C.B. (Org.). *Regionalização e Análise Regional: perspectivas e abordagens contemporâneas*. Recife: Universitária UFPE. p. 91-111.
- CORTES,R.V., S.V. OLIVEIRA, D.A. CABRAL, S. SANTOS & M.T. FERREIRA, 2002. *Different scales of analysis in classifying streams: from a multimetric towards an integrated system approach*. *Large Rivers, Suppl. Archives fur Hydrobiol.*, 13:209-224.
- COSTA, M.A. ET AL., 2006. *Impactos na Saúde e no Sistema Único de Saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado*. In: Fundação Nacional da Saúde. *1º Caderno de pesquisa em engenharia de saúde pública*. 2. ed. Brasília: Funasa,. p. 7-27.
- CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T., 2003. *A questão ambiental: diferentes abordagens*. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil, 248 p.
- DIRECTIVA 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Outubro de 2000 que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. 22.12.2000. L 327/1.
- EDMONDSON, W.T., 1974, *Book Review, Limnology, Oceanography*, v. 19, pp. 369-375
- FABIÃO, A.,2006. *As Galerias Ribeirinhas*. Departamento de Engenharia Florestal, Instituto Superior de Agronomia, Tapada da Ajuda, Lisboa.
- FERNANDES, M. *Contexto ecológico do restauro de habitats ribeirinho*. Gestion Durable de Ripisylves RIPDURABLE. Projecto Interreg IIIC-SUD nº 3S0125I.

- FERNANDES, M. ET AL., 2005. *Pré-classificação da qualidade ecológica na bacia de Odelouca e sua utilização em directrizes de restauro*. ISA/UTL. Dep. Eng^a Florestal, Tapada da Ajuda,1349-017 Lisboa,Portugal.
- HE, C., MALCOM, S. B., DAHLBERG, K. A., *et al.*, 2000, *A Conceptual Framework for Integrating Hydrological and Biological Indicators into Watershed Management*, *Landscape and Urban Planning*, v.49, n.1-2, pp. 25-34.
- HORAN,N.J,1989, *Biologic Wastewater Treatment Systems: Theory and Operation*, England, John Wiley & Sons Ltd.
- HOUK VS., 1992. *The genotoxicity of industrial wastes and effluents: a review*. *Mutat Res*; 277: 91-138.
- KETCHUM, B. H., 1967, *Phytoplankton Nutrients in Stuaries*. In: LAUFF, G. H. (ed.) *Estuaries*. Washington, American Association for the Advancement of Science,pp 329-335.
- KARR JR., 1991. *Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management*. *Ecol Appl*;1:66-84.
- KARR, J.R. & DUDLEY,D.R. 1981. *Ecological perspectives on water quality goals*. *Environmental Management*, 5:55-68.
- KARR, J.R. & E.W. CHU, 1995. *Ecological integrity: reclaiming lost connections*. Em J. Lemons & L. Westra (eds.) *Perspectives on Ecological Integrity*, pp. 34-48. Kluwer. Dordrecht.
- KARR, J.R., 1993 *Defining and assessing ecological integrity: beyond water quality*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12:1521-1531.
- MCDOWELL, L. L., 1989, *Nitrogen and Phosphorus Yields in Runoff from, Silty Soils in the Mississippi Delta, USA*, *Agricultural Ecosystem Environmental*, v. 25,pp.119-132.

- MUHAR, S., 1996. *Habitat improvement of Austrian rivers with regard to different scales. Regul. Rivers: Res. Manage.*, 12: 471-482.
- MUHAR, S., SCHMUTZ, S. & JUNGWIRTH, M. 1995. *River restoration concepts - goals and perspectives. Hydrobiologia*, 303: 183-194.
- NILSSON, C., 1986. *Change in riparian plant community composition along two rivers in northern Sweden. Can. J. Botany*, 64: 589-592
- NOVOTNY, V, OLEM, H., 1994, *Water Quality: Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution*, New York, John Wiley and Sons, Inc.
- ONGLEY, e.d., 1997, *Control of Water Pollution from Agriculture*. FAO Irrigation and Drainage Paper 55, GEMS/Water Collaborating Centre, Canada Centre for Inland Waters, Burlington, Canada, Food and Agriculture Organization of the United Nation
- PARKER, D., 2000, *Controlling Agricultural Nonpoint Water Pollution: Costs of Implementing the Maryland Water Quality Improvement Act of 1998*, *Agricultural Economics*, v.24, n.1, pp.23-31.
- POMPEU, P.S.; SANTOS, H.A. *O desafio da revitalização de cursos d'água. Cadernos Manuelzão*, v.1, p.28-33, 2006
- RIVER HABITAT SURVEY IN BRITAIN AND IRELAND. Field Survey Guidance Manual: 2003 Version. Scottish Environment Protection Agency.*
- ROLICH, G. A., COOK, C. W., 1966, *Eutrophication*, Austin, USA, University of Texas.
- RONI P., BARTLEY, M. *et al.*, *Habitat rehabilitation for inland fisheries. Watershed Program Northwest Fisheries Science Center National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) Seattle, United State of America*

ZALEWSKI, M., 2000, *Ecologyhydrology* . The Scientific Background to Use Ecosystem Properties as Management Tools Toward Sustainability of Water Resources+*Ecological Engineering*, v. 16, pp. 1-8.

VEZZALI, F.2006. *Desmatamento e poluição seguem o rastro do agronegócio*. Reporter Brasil-ONG. www.reporterbrasil.com.br/exibe.php?id=671

VON SCHIRNDING, 2002. *Health in sustainable development planning: the role of indicators*. Geneva: World Health Organization,

WHITE PA, RASMUSSEN JB., 1998.*The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters*. *Mutat Res*; 410:223-36.