



# I SEMINÁRIO SOBRE PRÁTICAS DE RENATURALIZAÇÃO FLUVIAL, ESTRATÉGIAS E AÇÕES



VOLUME I



## APRESENTAÇÃO

O presente documento consolida as atividades desenvolvidas no **I Seminário sobre Práticas de Renaturalização Fluvial – Estratégias e Ações**, realizado por iniciativa da Prefeitura Municipal de Niterói, em conjunto com a Universidade Federal Fluminense – UFF, através do Instituto de Geociências, entre os dias 08 e 11 de março de 2016.

O seminário é parte das atividades desenvolvidas no âmbito do Convênio de Cooperação Técnica, celebrado entre a Prefeitura Municipal de Niterói e a Corporação Andina de Fomento – CAF, que ensejou o Convênio de Cooperação Técnica entre a Prefeitura Municipal de Niterói e a UFF.

O encontro teve o objetivo de promover discussões sobre as melhores práticas nesta área de conhecimento, de modo a subsidiar a elaboração do Plano Estratégico de Renaturalização da Bacia do Rio Jacaré, integrante do Programa Região Oceânica Sustentável – PRO-Sustentável, em desenvolvimento pela Prefeitura Municipal de Niterói.

Considerando que a renaturalização de rios e de bacias hidrográficas são experiências inovadoras no Brasil, o Seminário teve como foco a discussão sobre projetos de renaturalização /restauração/ reabilitação de rios, já implantados, nos Estados Unidos da América, em Portugal e na Espanha, com vistas a fixar tais conhecimentos nos meios acadêmico e técnico brasileiros. Neste sentido, participaram da semana de trabalho em Niterói os cientistas Margaret Palmer, do National Socio-Environmental Synthesis Center, University of Maryland; Solange Filoso, do Chesapeake Laboratory Biological, Center for Environmental Science, University of Maryland; Pedro Teiga, do Centro Ibérico de Restauração Fluvial – CIREF; e Fernando Magdaleno, do CEDEX/Universidad Politécnica de Madrid e do CIREF.

Contextualizando o seminário, foi apresentado um escopo sucinto do PRO-Sustentável e, para subsidiar as discussões, foram detalhados os estudos parciais desenvolvidos pelos pesquisadores do Instituto de Geociências e do Instituto de Biologia da UFF, sobre a dinâmica ambiental da bacia do Rio Jacaré. Tais informações forneceram os elementos necessários às oficinas voltadas para a estruturação do Plano Estratégico de Renaturalização da Bacia.

O evento contou com a participação da comunidade técnico-científica e dos atores sociais residentes na Bacia, interessados no tema, com cerca de 90 pessoas inscritas. Participaram, além de professores e alunos da UFF, UFRJ, UERJ e da FGV, técnicos das Secretarias Municipais de Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Sustentabilidade - SMARHS, e de Urbanismo - SMU da Prefeitura Municipal de Niterói, bem como das Diretorias de Recuperação Ambiental - DIRAM, de Licenciamento Ambiental - DILAM e de gestão das Águas do Instituto Estadual do Ambiente - INEA. Foi, também, constante a presença dos integrantes do Comitê Gestor das Lagoas de Itaipu e Piratininga - CLIP, constituído por moradores locais, que atuaram ativamente nas oficinas e na estruturação do Plano Estratégico da bacia do Rio Jacaré.

No presente documento constam integralmente as apresentações em *power point* bem como as planilhas com os resultados parciais e finais das oficinas de trabalho.

**Axel Schmidt Graef**

**Vice Prefeito de Niterói**



## Sumário

### VOLUME I

APRESENTAÇÃO.....	2
INTRODUÇÃO .....	4
CONTEXTUALIZAÇÃO DO SEMINÁRIO.....	5
EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS .....	27
MARGARET A. PALMER.....	28
PEDRO TEIGA .....	77
SOLANGE FILOSO.....	157
FERNANDO MAGDALENO .....	188

### VOLUME II

ESTUDOS DE DIAGNÓSTICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO JACARÉ - UFF.....	231
CRISTIANE NUNES FRANCISCO.....	232
SÉRGIO RICARDO BARROS .....	243
ALBERTO G. FIGUEIREDO JR.....	253
JANIE GARCIA DA SILVA.....	263
JULIO CESAR WASSERMAN.....	294
CLAUDIO BELMONTE DE ATHAYDE BOHRER .....	303
IVALDO GONÇALVES DE LIMA.....	325
HALPHY RODRIGUES.....	334
OFICINAS DE TRABALHO .....	342
ROGÉRIO GUTIERREZ GAMA.....	343
RESULTADO DOS GRUPOS DE TRABALHO .....	351
DESENHOS ILUSTRATIVOS DA VISÃO DE FUTURO .....	384
ANEXOS .....	387



## INTRODUÇÃO

---

A Semana de trabalhos em Niterói foi dividida em quatro partes, conforme programa no **anexo 7.0**. Teve início com visita técnica à Bacia do Rio Jacaré, partindo-se do Parque da Cidade de Niterói, um dos divisores de águas da Bacia, de onde pode ser visualizada toda a Região Oceânica e seu entorno. Percorreu-se toda a bacia, desde as nascentes até a foz, na Lagoa de Piratininga, quando a troca de experiência entre os consultores e os pesquisadores da UFF foi de fundamental importância para as discussões durante o seminário visando à estruturação do Plano Estratégico da Bacia, fotos no **anexo 7.6**.

As demais atividades aconteceram no auditório Milton Santos, do Instituto de Geociências da UFF. A segunda parte teve início com a fala dos anfitriões da Prefeitura e da UFF e a apresentação do Programa Região Oceânica Sustentável - PRO-Sustentável pelo Vice-Prefeito Axel Graef. No restante desse dia de trabalho e início do terceiro dia, seguiram-se as apresentações dos consultores internacionais e discussões sobre as experiências de renaturalização/restauração fluvial, principalmente nos Estados Unidos da América, Portugal e Espanha.

Na terceira parte dos trabalhos, os pesquisadores da UFF apresentaram os estudos parciais sobre a dinâmica ambiental da Bacia do Rio Jacaré: Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Jacaré – **Cristiane Nunes Francisco**, Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Rio Jacaré – **Sérgio Barros**; Vazão, qualidade da água e nível do lençol freático na bacia do Rio Jacaré - **Alberto Figueiredo**; Modelo matemático para previsão da alimentação de água na Bacia do Rio Jacaré – **Julio Wasserman**; mapeamento da vegetação e cobertura da terra na Bacia do Rio Jacaré – **Claudio Bohrer**; Levantamento das espécies vegetais da Bacia do Rio Jacaré – **Janie Garcia**; e Modelo de gestão com base em levantamento etnogeomorfológico – **Ivaldo Lima**. Contou-se também com a participação do Engenheiro **Halphy Rodrigues**, da Concessionária Águas de Niterói, companhia privada de água e esgotos do Município, detalhando o sistema de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos. Os dois últimos dias da semana foram dedicados às oficinas em que três grupos de trabalho realizaram discussões sobre a situação atual, bem como aquela desejada e a possível para a Bacia do Rio Jacaré. Para tanto, cada um dos grupos concentrou esforços para responder às perguntas “Quais as possibilidades para a recuperação da Bacia do Rio Jacaré? Como? Por que?” com foco inicial sobre um determinado trecho da Bacia do Rio Jacaré – alto, médio e baixo. Ao final dos trabalhos, formaram-se novos grupos e produziram desenhos ilustrativos traduzindo sua visão de futuro para a bacia do Rio Jacaré.

## PALESTRA DE ABERTURA

---

# CONTEXTUALIZAÇÃO DO SEMINÁRIO PROGRAMA REGIÃO OCEÂNICA SUSTENTÁVEL- PRO-SUSTENTÁVEL

### AXEL SCHMIDT GRAEL

Engenheiro Florestal, ex-presidente do Instituto Estadual de Florestas, ex-presidente da Fundação Estadual de Engenharia do meio Ambiente- FEEMA, atual Vice-Prefeito do Município de Niterói





## Resumo

O Vice-Prefeito, inicialmente, faz considerações sobre a evolução urbana de Niterói face ao crescimento populacional, desde 1970, e enumera as ações em execução para mitigar os efeitos do processo de urbanização. Apresenta o Niterói Mais Verde, que inclui a implantação do Parque Municipal Natural de Niterói - PARNIT, formado pelas florestas da Região Oceânica em bom estado de preservação e, também, os fragmentos florestais da Região Norte de Niterói a serem recuperados. Em seguida, contextualizou o seminário, apresentando o Programa Região Oceânica Sustentável – PRO Sustentável, com 70% dos recursos aplicados em infraestrutura e urbanização, e o restante em sustentabilidade ambiental. Na primeira vertente foram mencionados o corredor viário BHLS/Transoceânica e a drenagem e pavimentação das ruas, que se encontram em implantação. Logo após foram apresentados os projetos voltados para a sustentabilidade ambiental: o sistema cicloviário, abrangendo especialmente o entorno das lagoas e a área de transoceânica; o Centro de Referência de Sustentabilidade Urbana com a demonstração de tecnologias verdes para residências; a Renaturalização da Bacia do Rio Jacaré nas áreas mais preservadas, bem como a restauração das áreas alteradas e a reabilitação das áreas degradadas; o Parque Orla Piratininga integrado ao PARNIT, contará com restauração da vegetação nativa e, ao mesmo tempo, a instalação de equipamentos de lazer contemplativo, esportes náuticos; o Plano de Gestão Ambiental da Região Oceânica promovendo a organização de grupos gestores de cada uma das bacias hidrográficas da Região, produzindo estudos sobre a dinâmica hídrica e manual de manejo do sistema lagunar; e, por fim, o Projeto de Ecoturismo e Gestão das Praias, com a instalação das trilhas do Parque da Cidade, torres de observação de aves e controle de incêndio florestal, casa de pesquisadores, além da organização de atividade e procedimentos para a gestão das praias.



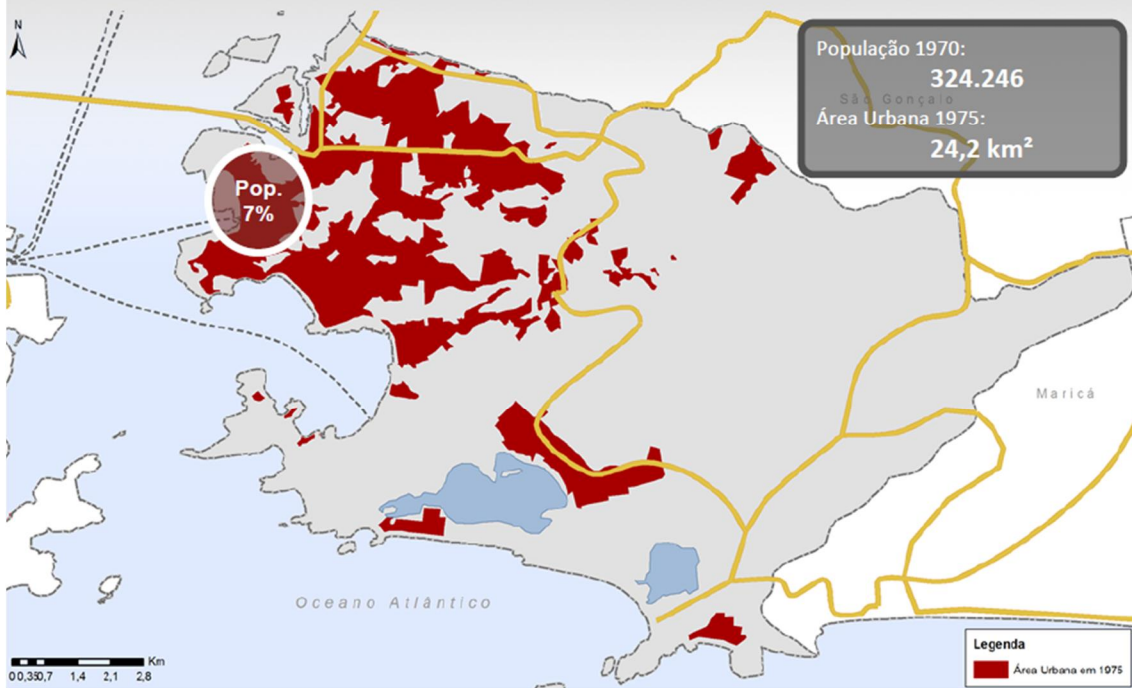
# PRO-Sustentável

Programa região oceânica sustentável

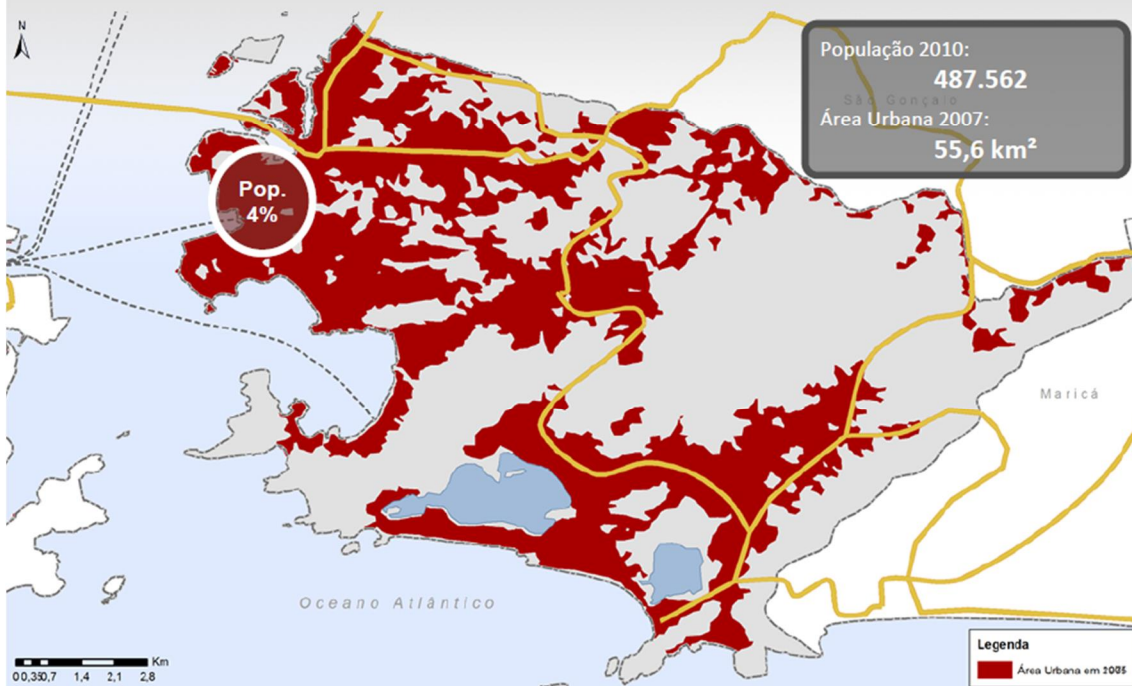


Escritório de Gestão de Projetos

Em 1975 a área urbana de Niterói correspondia a 18% do território municipal e a população do Centro a cerca de 7% do total.

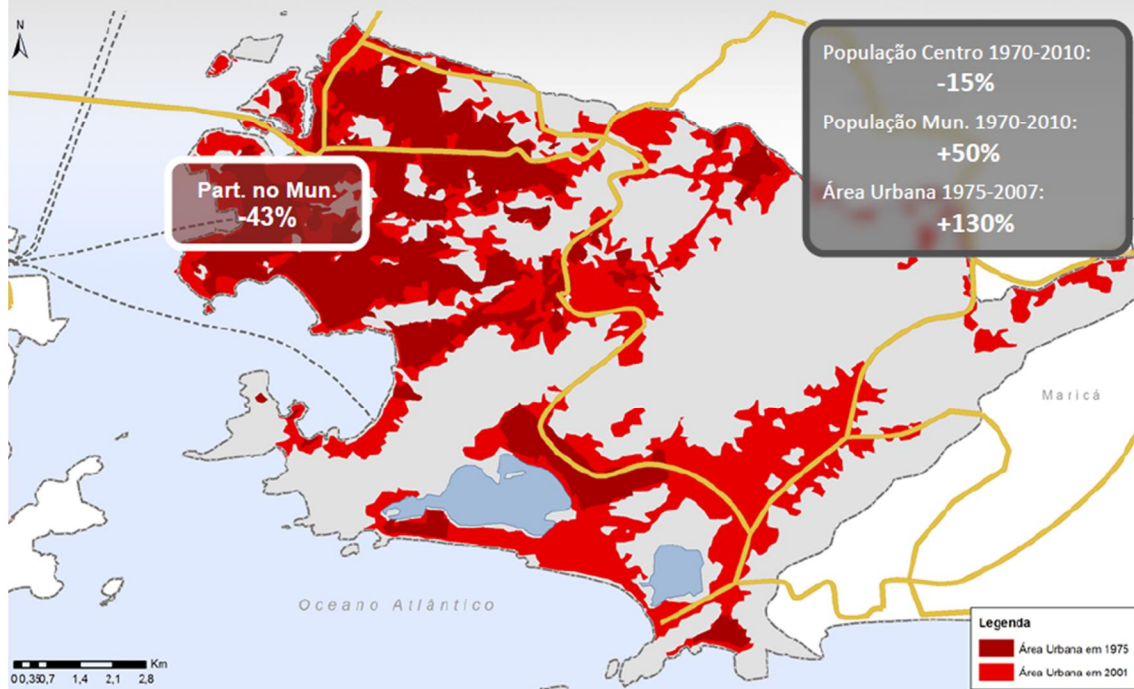


Em 2007 a área urbana de Niterói correspondia a 41% do território municipal e em 2010 a população do Centro a 4% do total.



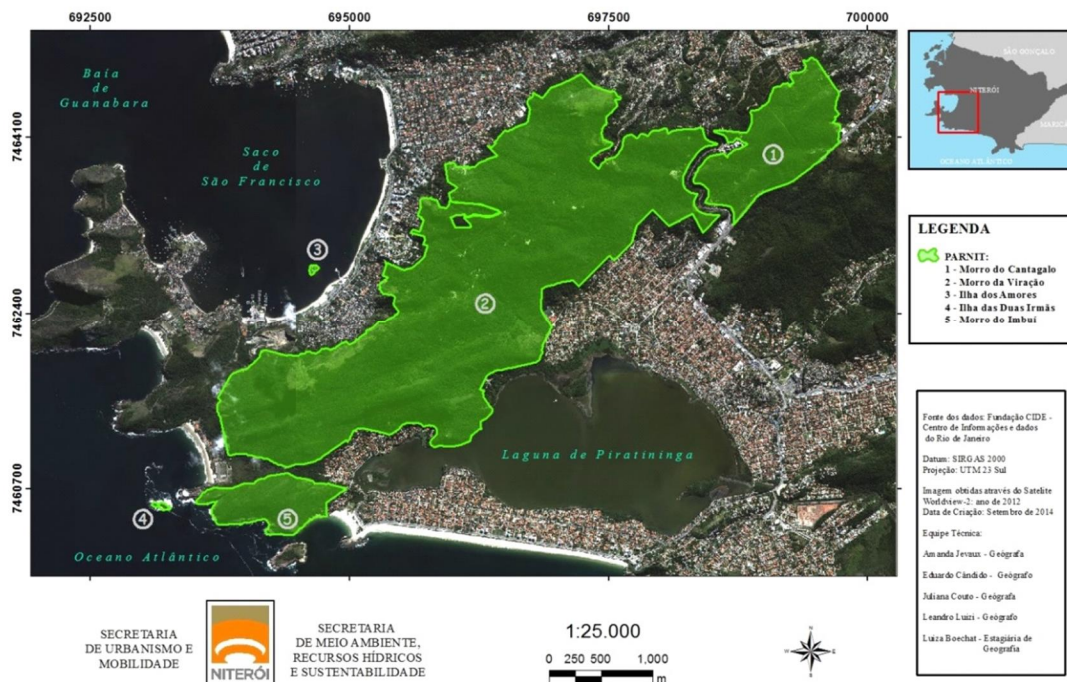


Ou seja: Enquanto a área urbana cresceu muito acima da necessidade da população, o Centro perdeu população.

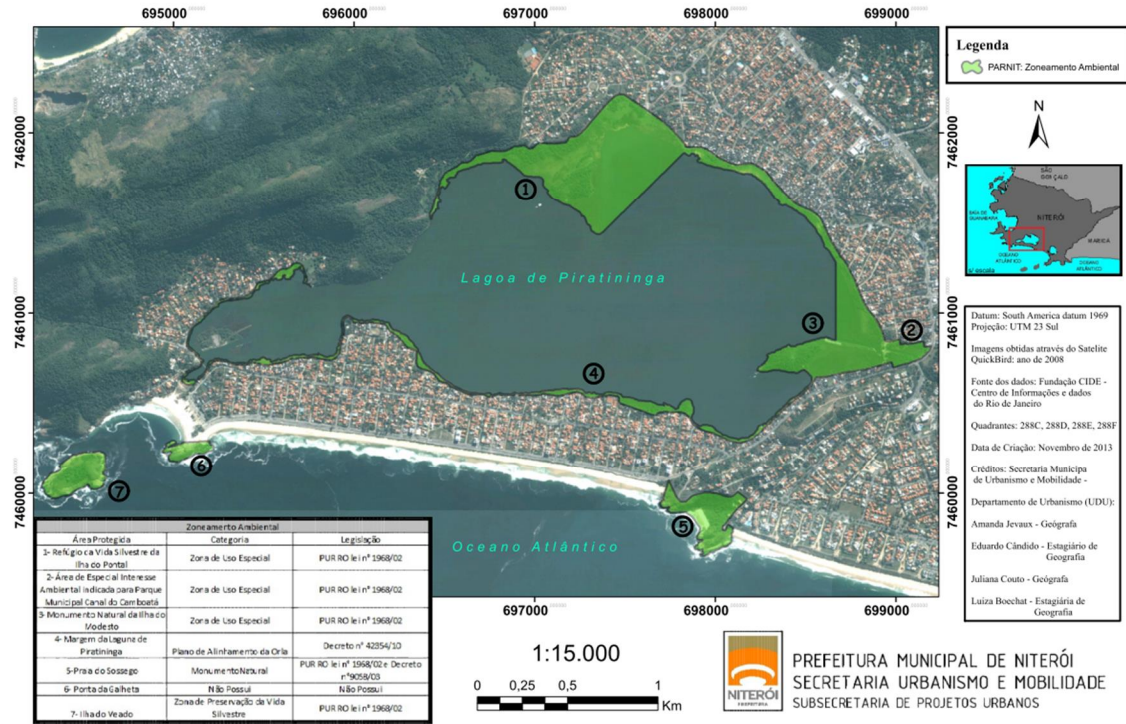




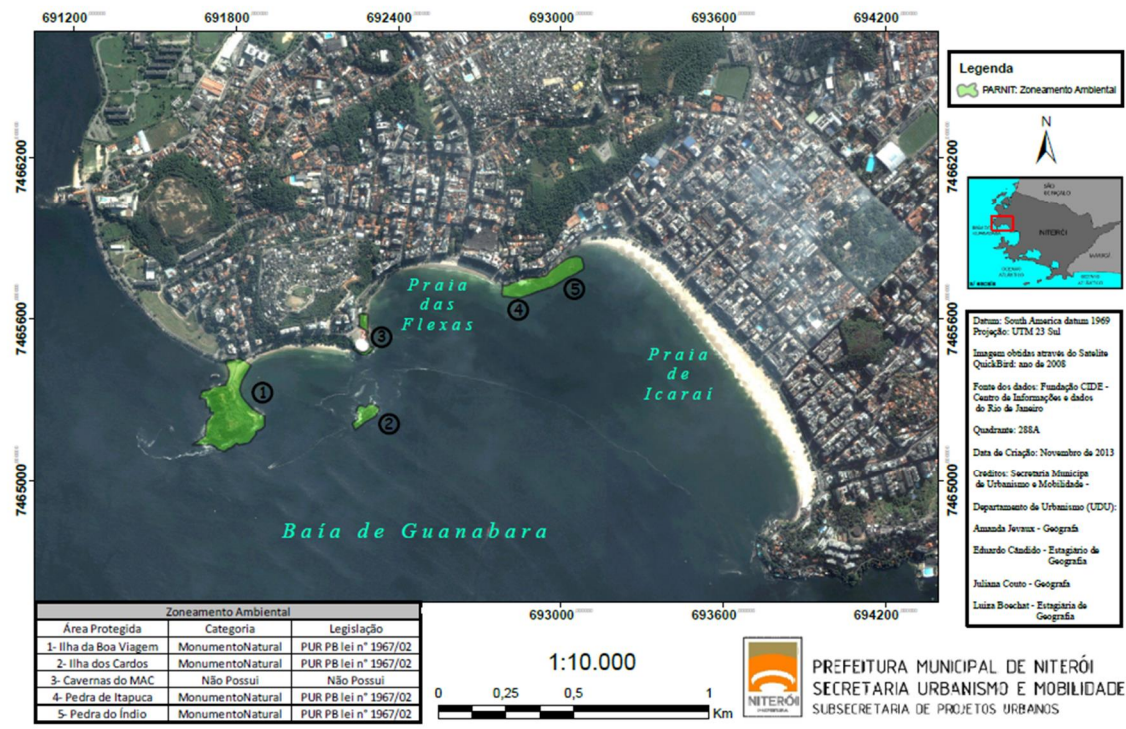
## PARNIT - SETOR MONTANHA DA VIRAÇÃO



## Mosaico Sul - III Setor Lagunar/Litorâneo



## Mosaico Sul - I Setor Guanabara



## Ilha de Boa Viagem



# Relatório semanal Ilha da Boa Viagem: Dias 05 e 06 de março

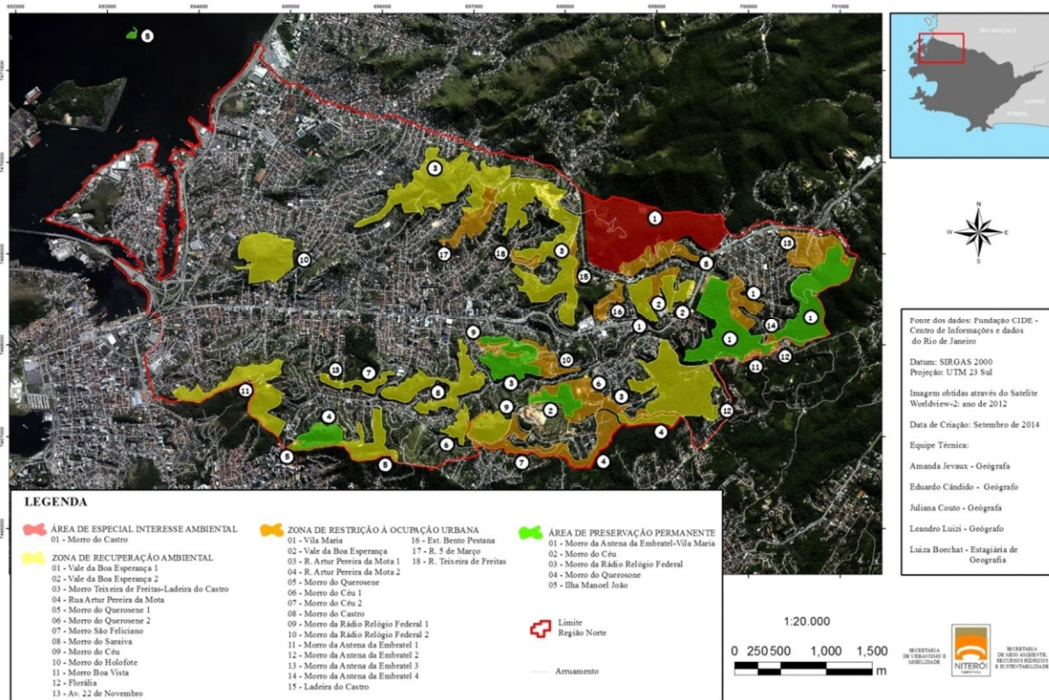
## PERFIL DOS VISITANTES

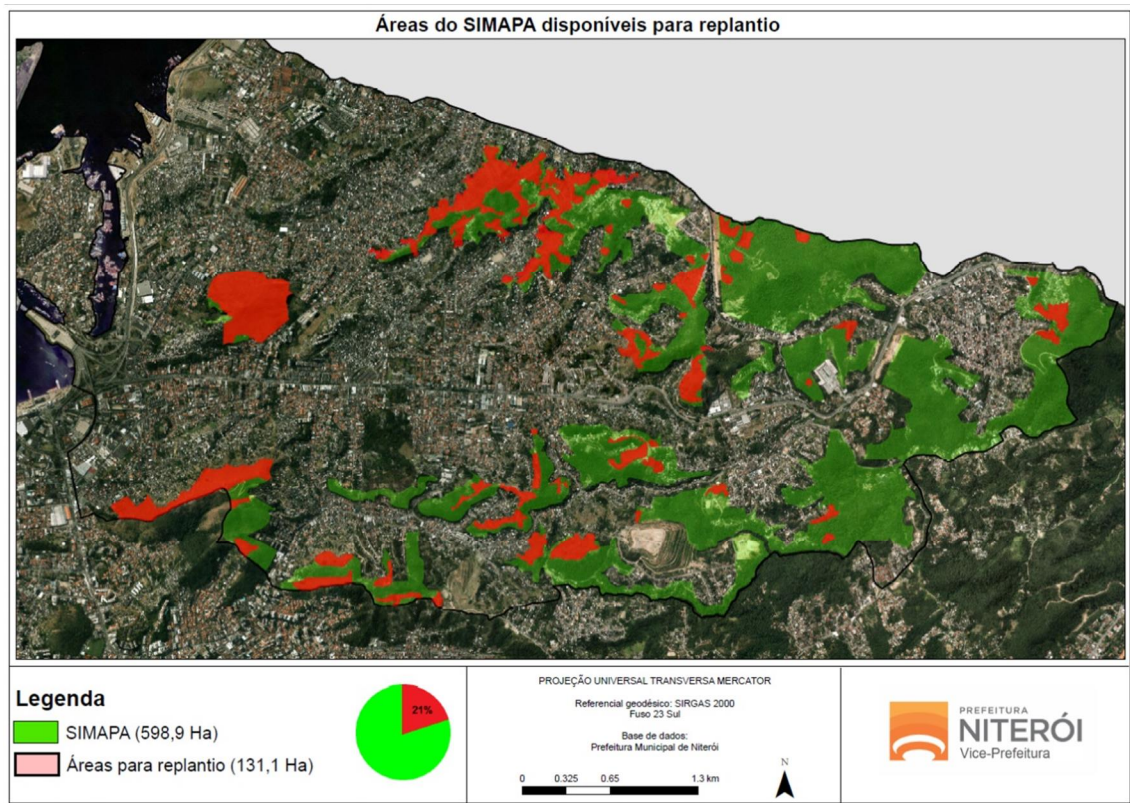
De acordo com o levantamento do perfil dos visitantes da ilha constatou-se que:

TOTAL DE VISITANTES	<b>810</b>
<b>NITERÓI</b>	<b>434 (54% DOS VISITANTES)</b>
RIO DE JANEIRO	196 (24% DOS VISITANTES)
SÃO GONÇALO	118 (15% DOS VISITANTES)
INTERNACIONAIS: ARGENTINA; CHILE; ESPANHA; FRANÇA; ITÁLIA; PERU; CANADÁ; MÉXICO	18
OUTRAS CIDADES	NÃO SOMAM 8%

FAIXA ETÁRIA DOS VISITANTES					
TOTAL	0-12 (anos)	13-17 (anos)	18-39 (anos)	40-60 (anos)	+60 (anos)
Nº BRUTO	67	35	421	224	48
PERCENTUAL	8%	5%	52%	29%	6%

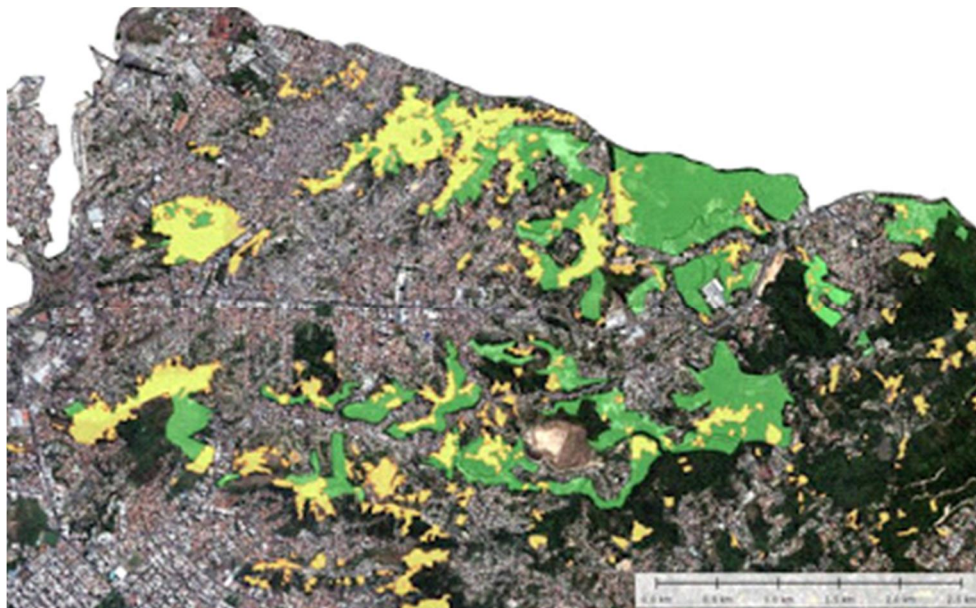
## SIMAPA





## Morro do Castro





## Parque das Águas





## Áreas Protegidas na Região Oceânica



## Pro-Sustentável



# TransOceânica



## Operação tipo BHLS

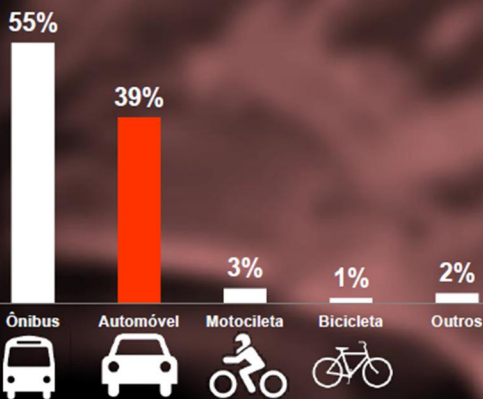
**BHLS**

No sistema BHLS, os ônibus circulam dentro e fora das pistas exclusivas, evitando transbordo para outros bairros

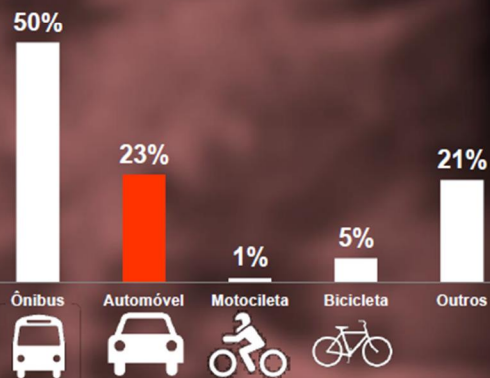


## Divisão modal hoje

### Região Oceânica



### Região Metropolitana RJ

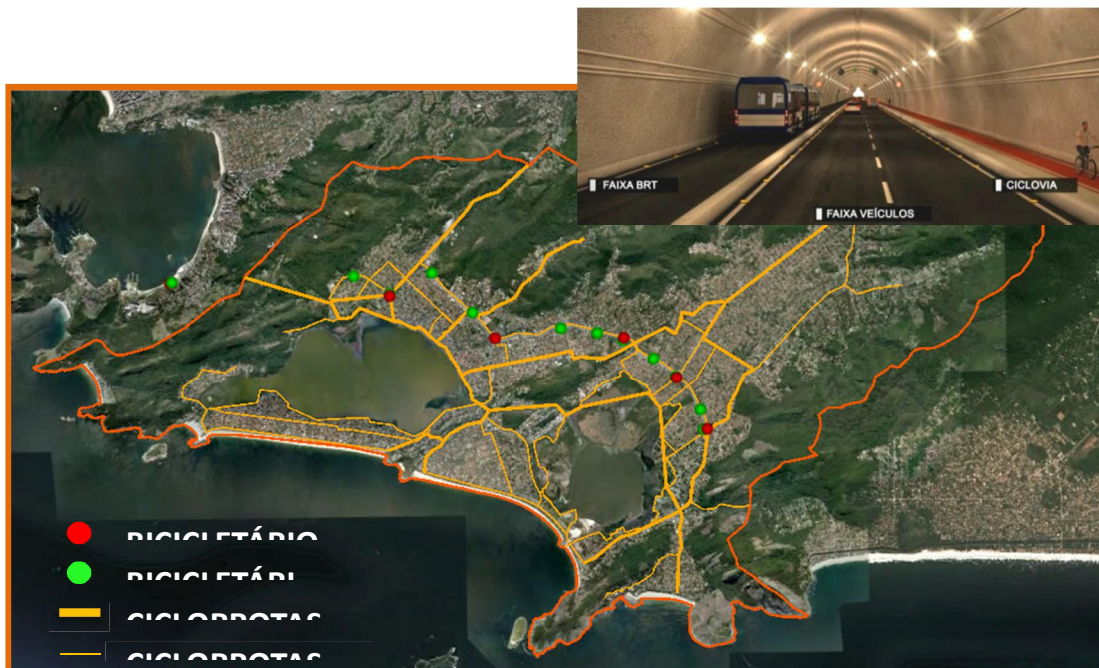


Região Oceânica



## Sistema Ciclovitário

- Implantação de malha ciclovitária.

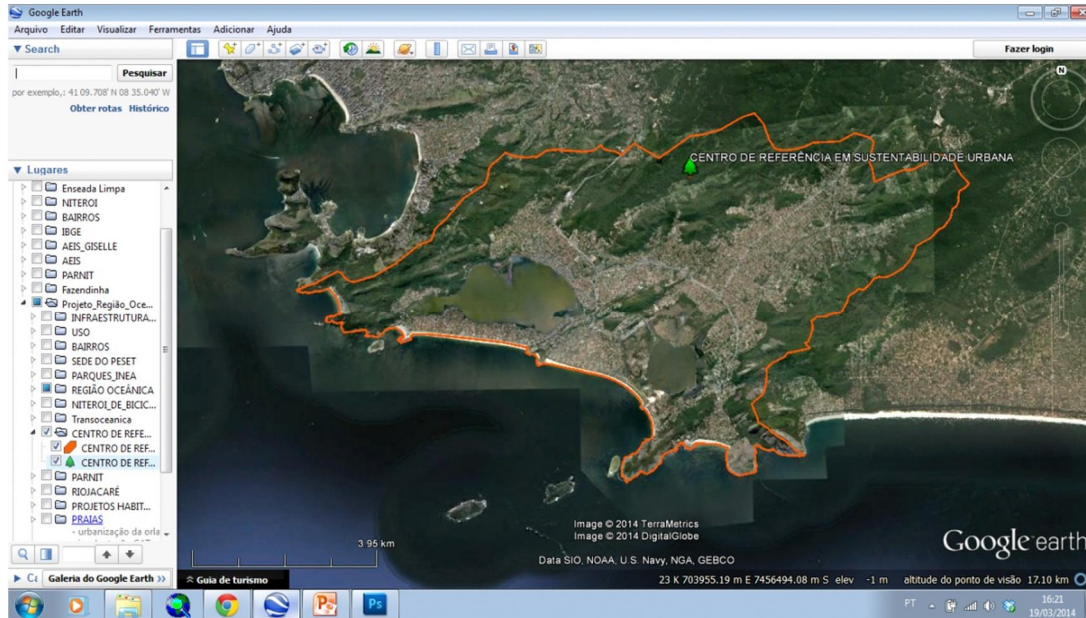






## Centro de Referência de Sustentabilidade Urbana

- Implantação de um centro de ecoturismo/educação ambiental e uma unidade demonstrativa de soluções de arquitetura sustentável.



## Renaturalização do Rio Jacaré



## Parque Orla Piratininga



### Plano de Gestão Ambiental

- Manejo do Sistema Lagunar;
- Monitoramento rios, lagoas e praias;
- Governança da Bacia Hidrográfica;
- Matriz de responsabilidades institucionais;
- Plano de Defesa Civil.







## Ecoturismo e Gestão de Praias







## EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

---

Margaret A. Palmer

National Socio-Environmental Synthesis

University of Maryland, EUA

Pedro Teiga

Centro Ibérico de Restauo Fluvial – CIREF, Portugal

Solange Filoso

Universidade de Maryland, EUA

Fernando Magdaleno

Centro Ibérico de Resturação Fluvial, Espanha

## RESTORING STREAMS AND RIVERS

**MARGARET A. PALMER**

Doutora Professora Ilustre da Universidade de Maryland/EUA e Diretora do Centro Nacional de Síntese Socioambiental. É uma das maiores especialistas em ecologia de restauração e de sistemas fluviais, trabalhou em riachos, rios e estuários. Com mais de 160 artigos científicos publicados, é editora do periódico Restoration Ecology e coautora do livro Fundamentos da Restauração Ecológica e recebeu vários prêmios e nomeações, entre elas a de pesquisadora de destaque na Sociedade Americana de Ecologia.



## Resumo

A palestrante introduz sua apresentação mencionando as principais causas de degradação dos rios e córregos, pontuando a poluição por esgotos domésticos não tratados, efluentes industriais e outros contaminantes, causando danos à saúde humana e redução da pesca e da biodiversidade. Menciona os poços de água subterrânea, os processos de irrigação e as barragens como causas do rebaixamento dos níveis de água nos rios. Enumera a urbanização, com a redução da infiltração e aumento do *run-off*, bem como a agricultura e a mineração. Apresenta conceitos básicos de restauração ecológica de rios, enfatizando como etapas primordiais a realização do diagnóstico com a definição das causas da degradação, tendo como escala de análise a bacia hidrográfica.

Apresenta os princípios básicos da restauração fluvial, sendo o primeiro deles a definição de etapas cientificamente embasadas: estabelecer os objetivos; ter como escala de análise a bacia hidrográfica; diagnosticar as causas dos problemas; identificar opções de possibilidades de restauração; priorizar ações; implementar as ações definidas, monitorar e avaliar resultados; reavaliar as causas dos problemas identificados no diagnóstico. O segundo princípio básico refere-se ao fato de serem os ecossistemas altamente variáveis no tempo e no espaço, sendo necessário compreender essa gama de influências variáveis quando se pensa em um ecossistema restaurado e um degradado. O terceiro princípio definido por Palmer é que a compreensão ampla da paisagem determina os resultados e a sustentabilidade das ações de restauração. O quarto princípio mencionado pela expositora diz que os processos de restauração levam tempo e seguem caminhos diferentes. Por fim, o último princípio estabelece que resiliência e sustentabilidade dependem de processos de restauração natural. Afirmando que, em muitos casos, uma completa restauração ecológica não é possível, defendeu que existem muitas formas e ferramentas para melhorar a saúde de um rio. Desde as ações de conservação integral, passando pelas atividades de restauração, com a remoção de barragens, replantio de vegetação, até a introdução de pequenas obras na linha da infraestrutura verde e, por fim, as intervenções de engenharia buscando recriar o sistema.

A autora considera que a restauração fluvial pode ser passiva e ativa. A primeira será alcançada com a eliminação das fontes de degradação que irão impedir a recuperação, o que possibilitará a restauração dos processos naturais. Já no caso da restauração ativa, M. Palmer enfatizando a bacia hidrográfica como a necessária escala, menciona alguns métodos como a restauração ripária, aumento da infiltração, restauração das cabeceiras da bacia e execução de projetos hidromórficos para a restauração dos leitos fluviais. Apresenta informações sobre tais técnicas, resultantes da análise de 644 casos em todo o mundo.



# Restoring Streams and Rivers

Margaret A. Palmer

National Socio-Environmental Synthesis Center

University of Maryland

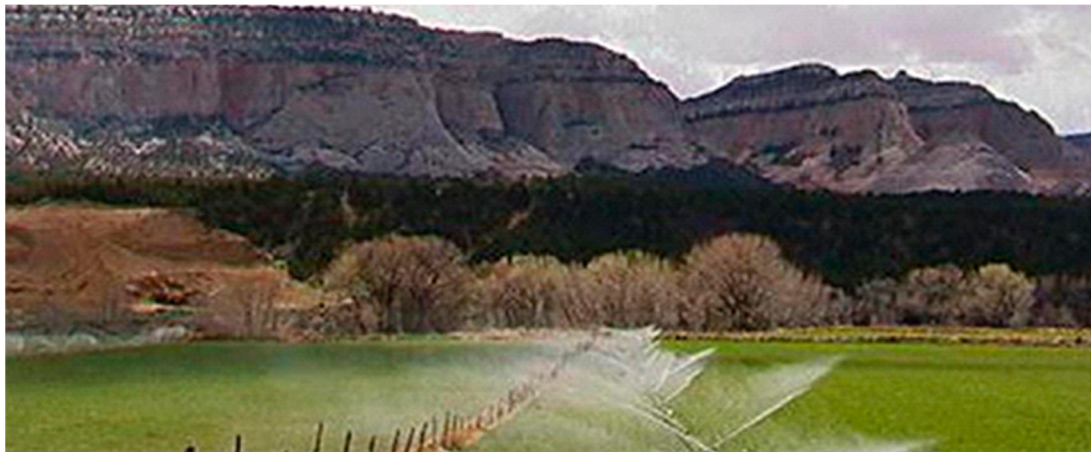
[www.SESYNC.org](http://www.SESYNC.org)

Jacaré River Workshop, March 2016

Municipality of Niterói, Rio de Janeiro BRAZIL

- Dominant stresses on rivers and their relative impacts;
- Defining ecological restoration & the very basics;
- What to do when ecological restoration is constrained;
- Case Studies.

People rely on freshwaters for many things.



Dominant sources of impacts to streams and river.







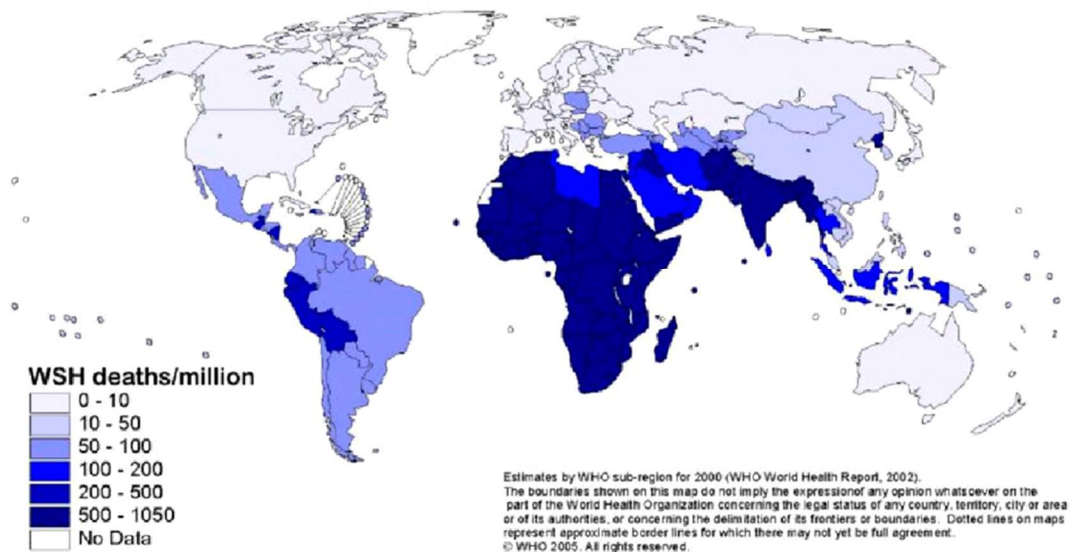


## Point source pollution

### Sewage, industrial effluents, dumping of toxins and organic contaminants



### Deaths from unsafe water, sanitation and hygiene

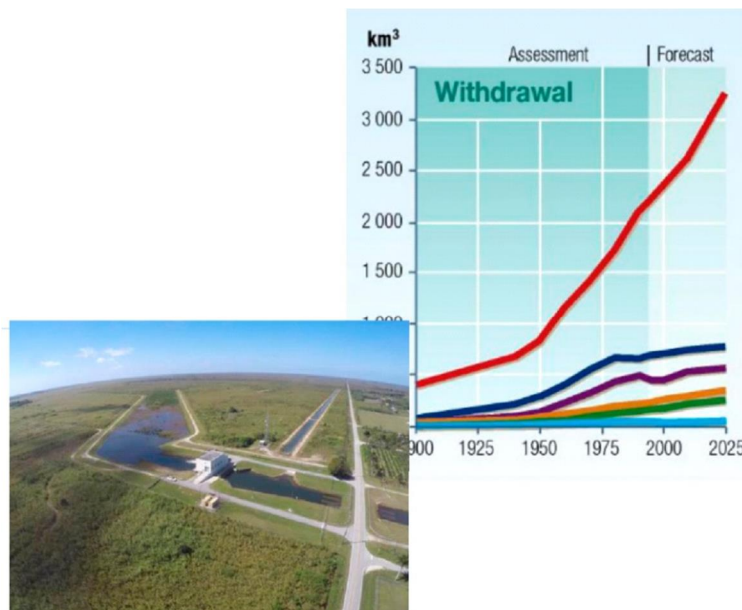


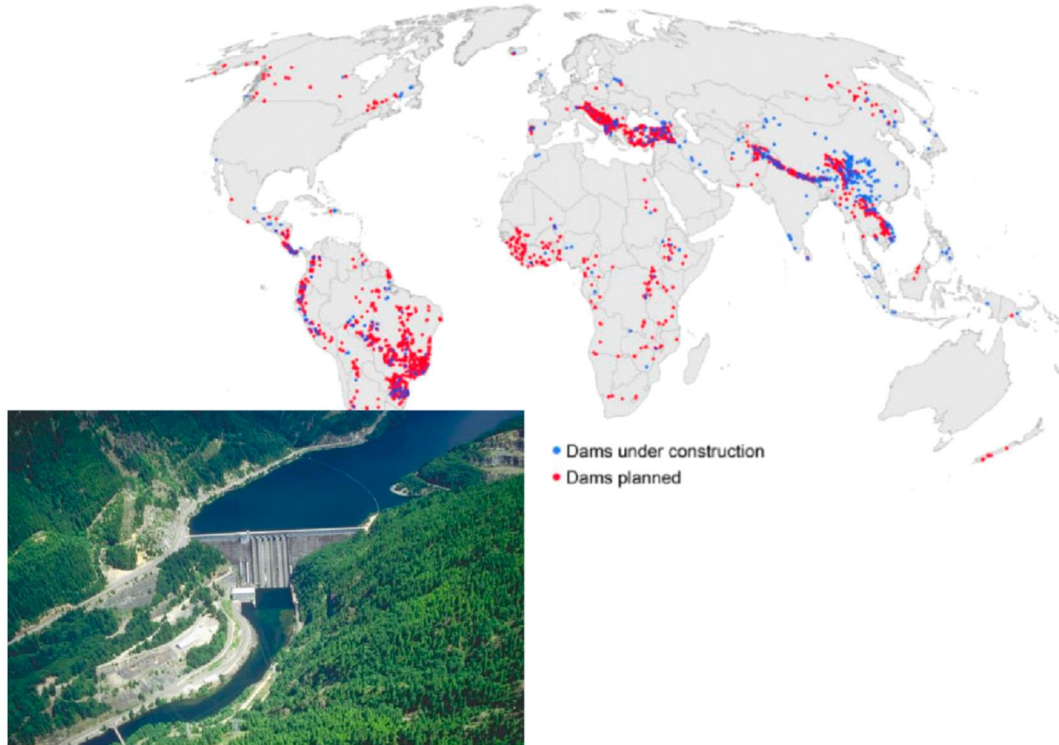


Human health problems Loss of fisheries & biodiversity

## Water withdrawals Flow modification: Groundwater wells, irrigation, dams

Low water levels or dry streambeds Altered discharge patterns below dams

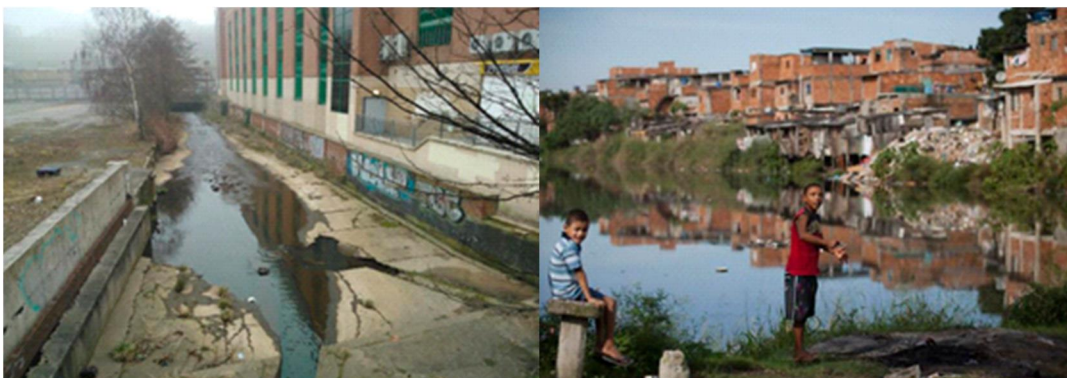




**Urbanization: ↓ infiltration, ↑ run-off, channel erosion, pollution**

Dr. Filoso will talk about

Pollution Erosion





## Agriculture: complete loss, ditching, pollution

Pollution Erosion

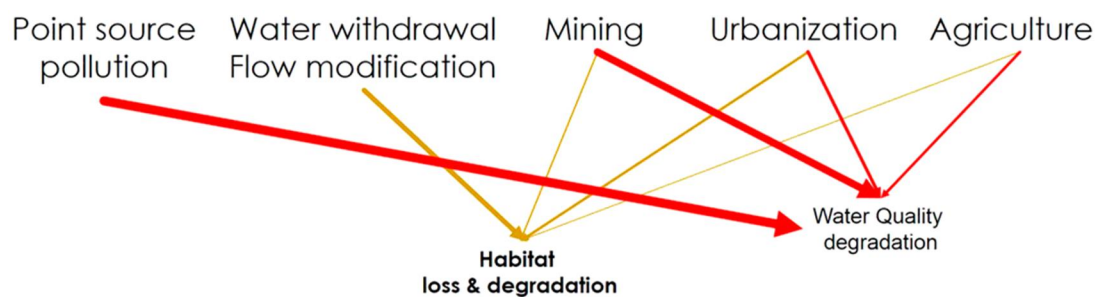


## Mining: land clearing, erosion, filling, release toxins

Loss of small streams Pollution



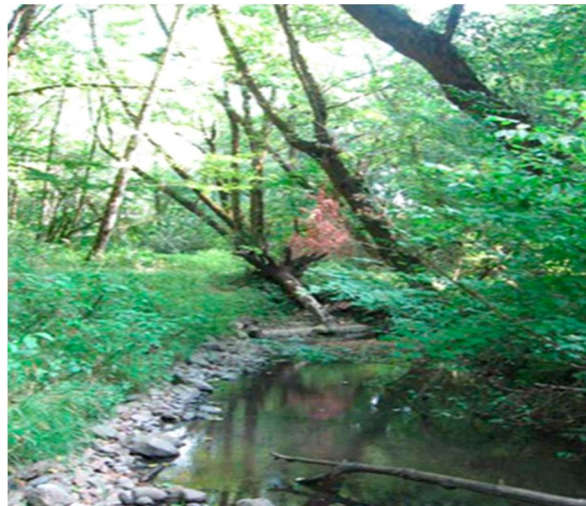
## Relative impacts if stressor is present



- Dominant stresses on rivers and their relative impacts;
- Defining ecological restoration & the very basics;

- What to do when ecological restoration is constrained;
- Case Studies.

## What is an ecologically restored river ?





## Ideally, an ecologically restored river has:

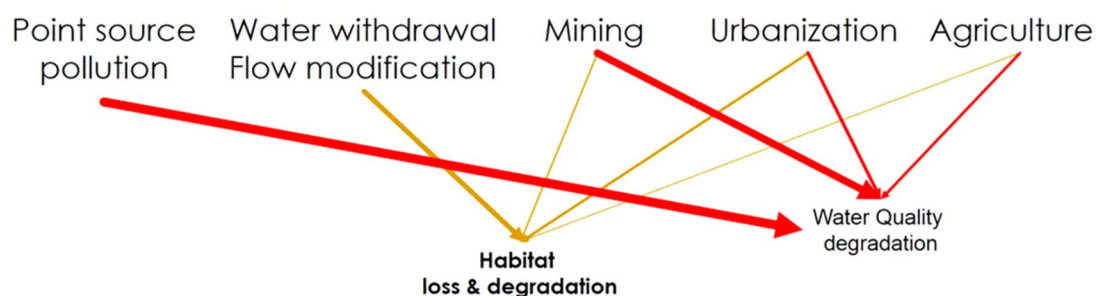
- Biological assemblages are characteristic of a reference system of similar type;
- Features and processes needed to sustain the characteristic biological assemblages and support ecological functions are present;
- Restored system has the potential to be self-sustaining.

A few basic principles of restoration science ...

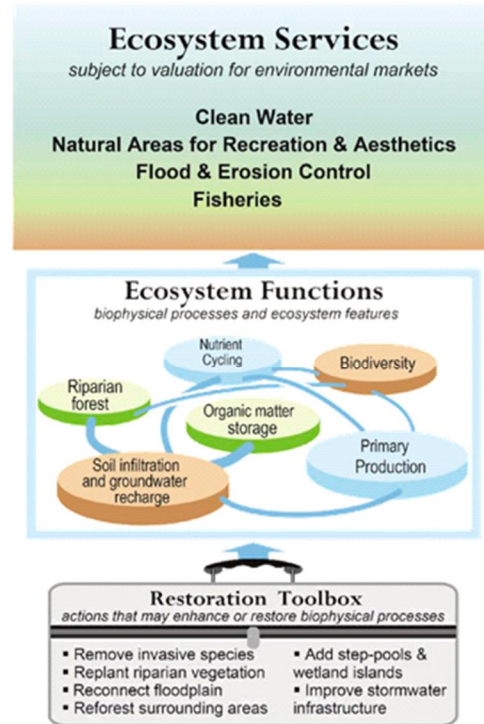
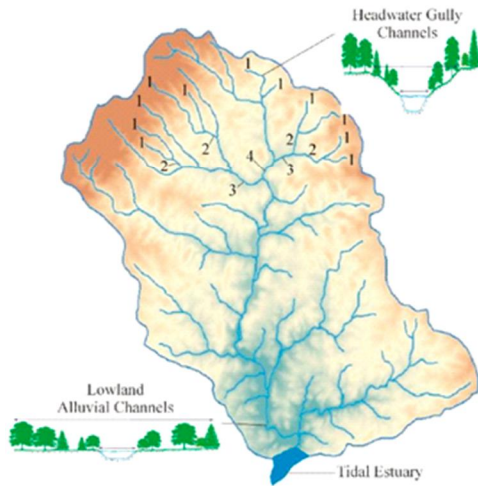
1. Follow a logical, scientifically-based process;
2. Set the goals;
3. Assess the existing conditions at the watershed scale;
4. Diagnose the source of the problem.

### 1. Follow a logical, scientifically-based process

1. Set the goals;
2. Assess the existing conditions at the watershed scale;
3. Diagnose the source of the problem.



1. Set the goals;
2. Assess the existing conditions at the watershed scale;
3. Diagnose the source of the problem;
4. Identify possible options;
5. Prioritize actions.



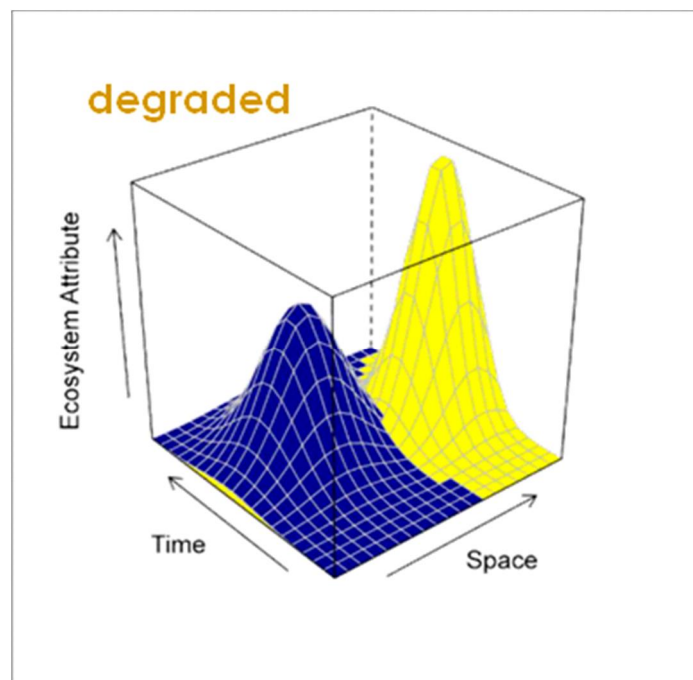
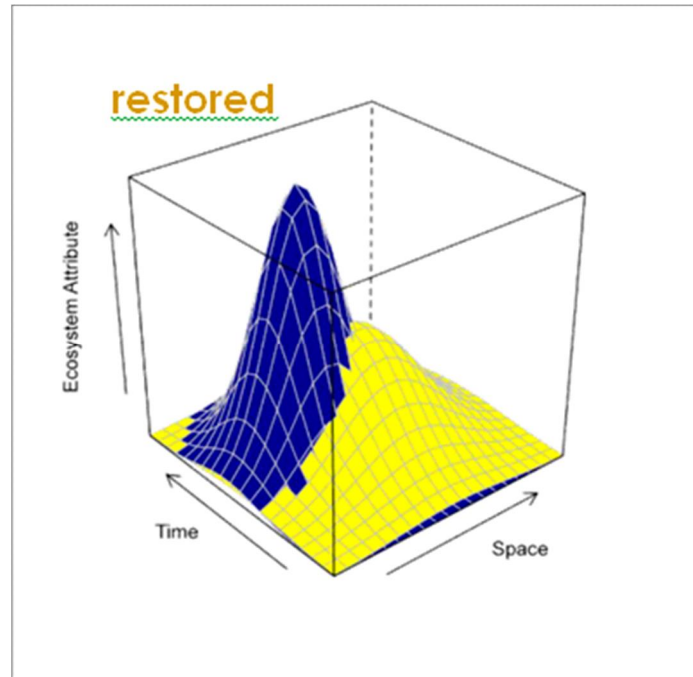
1. Set the goals;
2. Assess the existing conditions at the watershed scale;
3. Diagnose the source of the problem;
4. Identify possible options;
5. Prioritize actions;
6. Implement;
7. Monitor and assess the outcome.



## 2. Ecosystems are highly variable: Over space and time

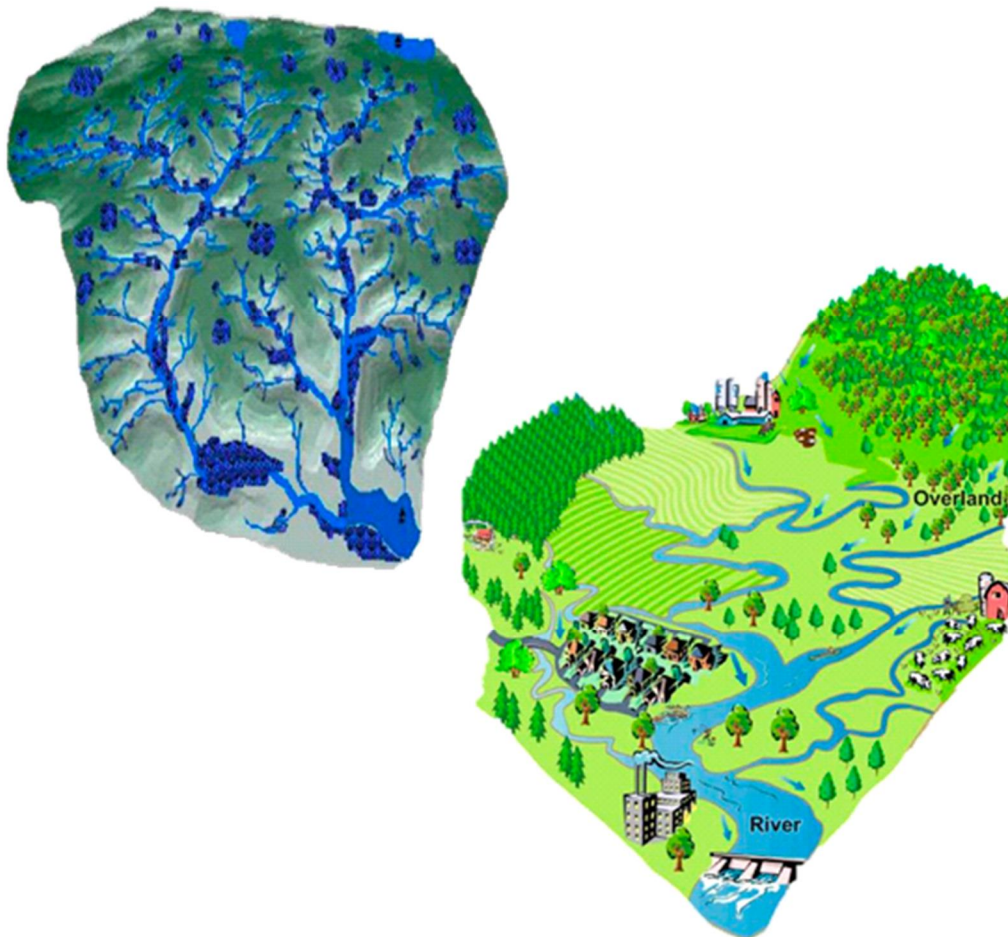
Understanding its range of variability influences

How we define degraded/restored



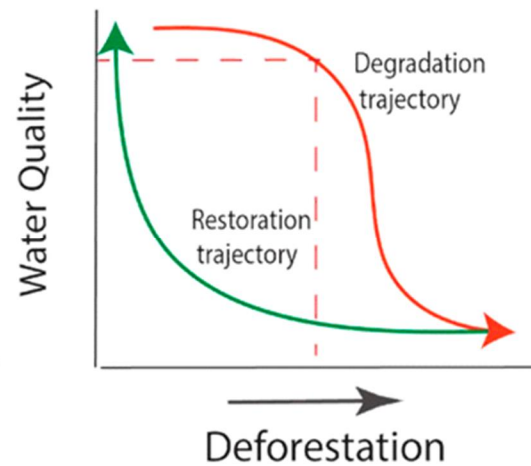
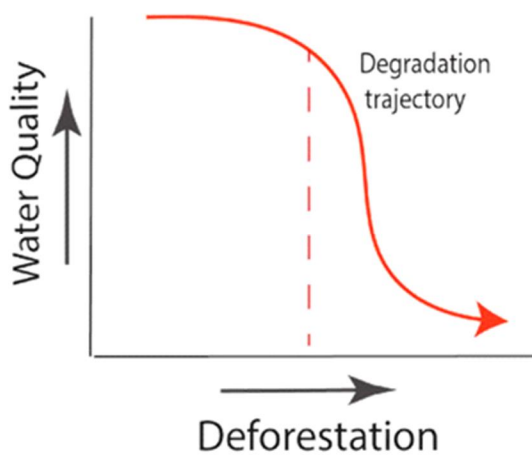
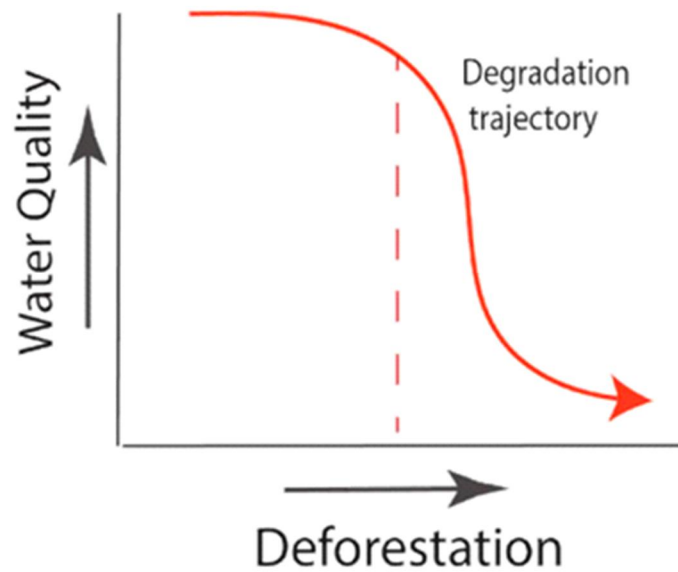
### 3. The broad landscape context determines outcome and sustainability

- Look beyond the target site;
- Position of site matters;
- Land use matters;
- Proximity to other healthy sites;
- Connectivity.



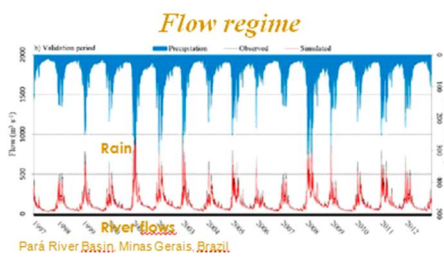
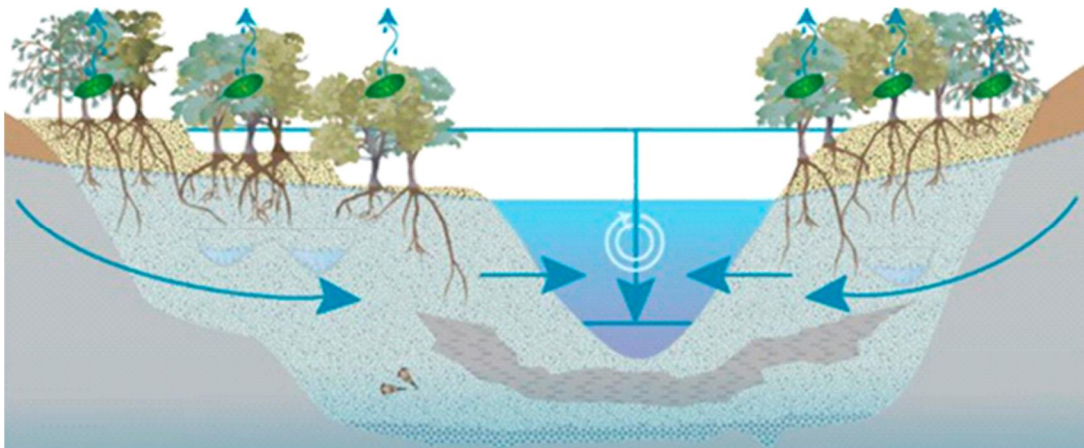
## 4. Restoration takes time & follows different paths

- Transient states may prevail;
- Expect surprises.

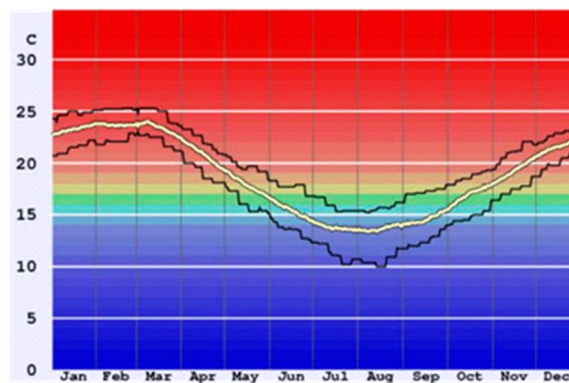


## 5. Resilience and sustainability depend on restoring natural processes

### Natural systems repair themselves



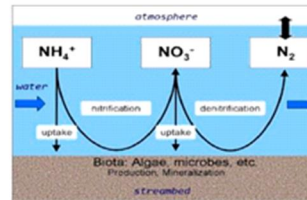
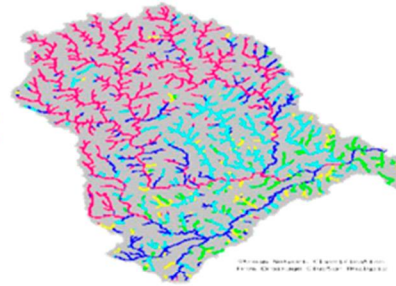
### Processes that sustain healthy streams





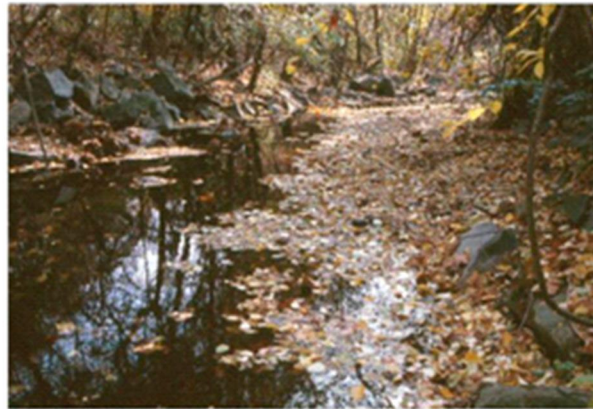
*Sediment inputs*

*Tributary connectivity*



*Rates of nutrient processes*

*Organic matter inputs*



**In many settings full ecological restoration is not possible**

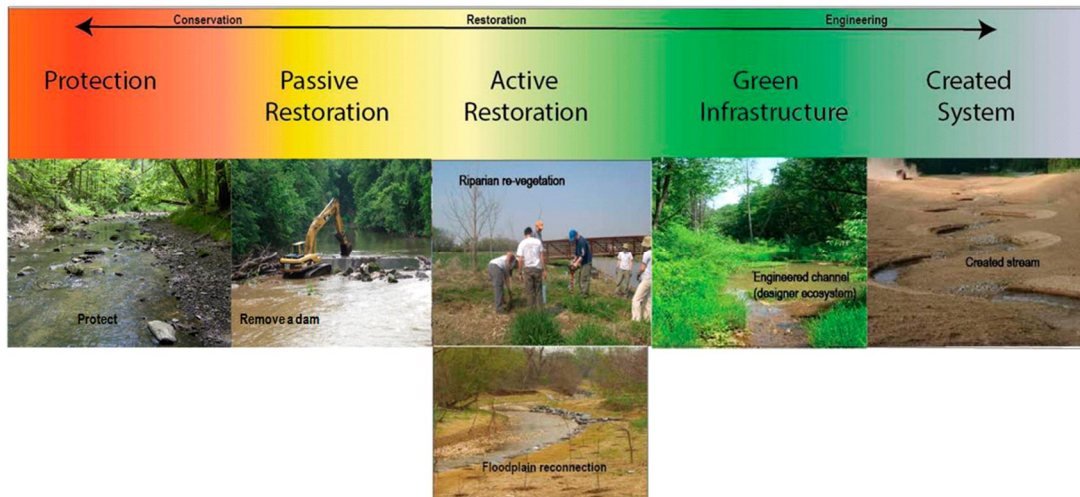




- Dominant stresses on rivers and their relative impacts;
- Defining ecological restoration & the very basics;
- **What to do when ecological restoration is constrained;**
- Case Studies.

There are many ways and many tools for improving river health.





## Passive restoration

Eliminate sources of degradation that will **prevent** recovery.



- Eliminate point and nonpoint sources of pollution
- Prevent dumping garbage
- Remove dams
- Reduce pumping of groundwater

## Once domineering stressors are removed

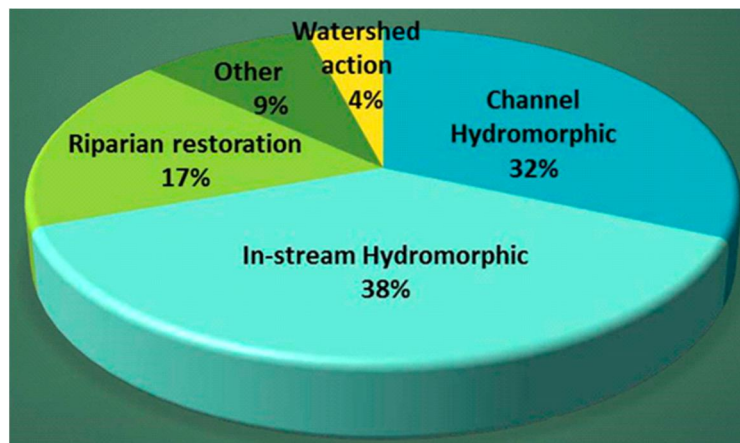


### Active restoration

Altering the river ecosystem or its components, often repeatedly.

### Active restoration

Methods and Approaches (N = 644 projects).

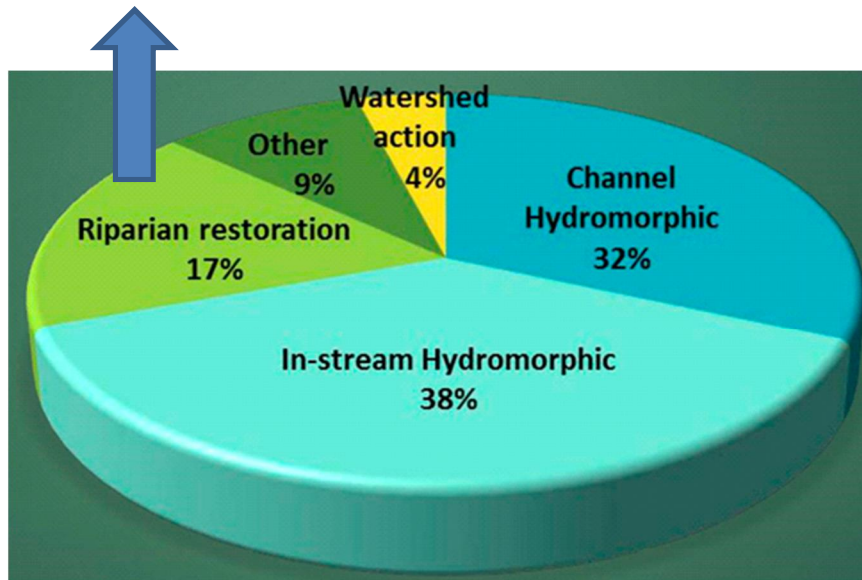




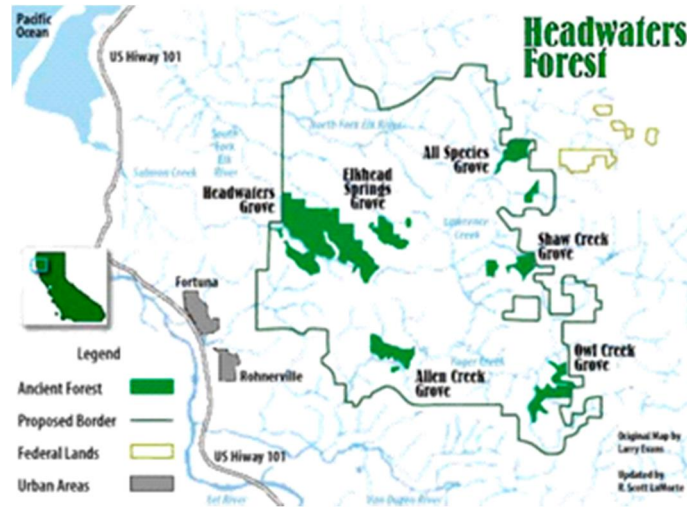
Replant, remove non-natives,  
conservation easements, fence  
out livestock



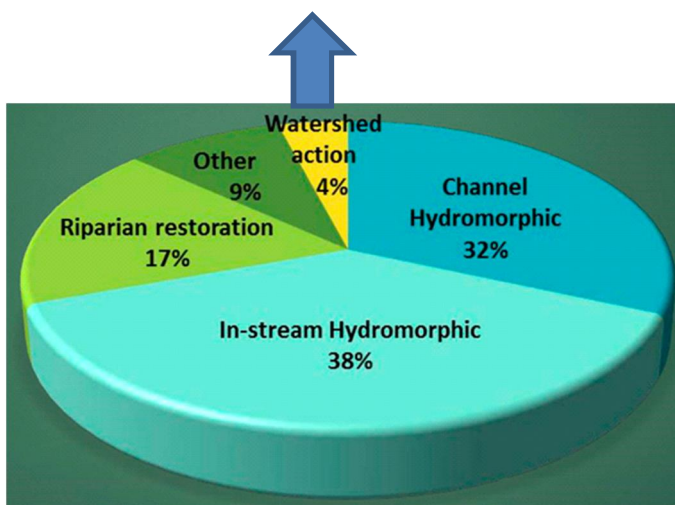
Riparian projects



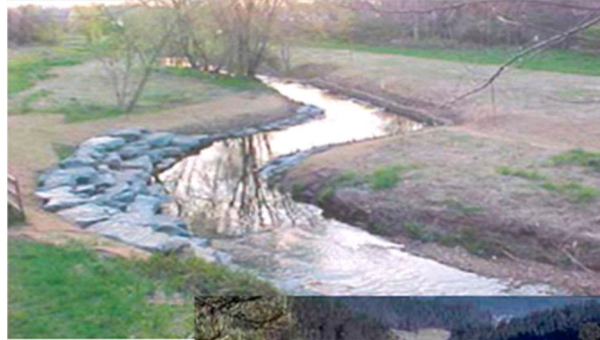
# Methods and Approaches



## Watershed-scale projects



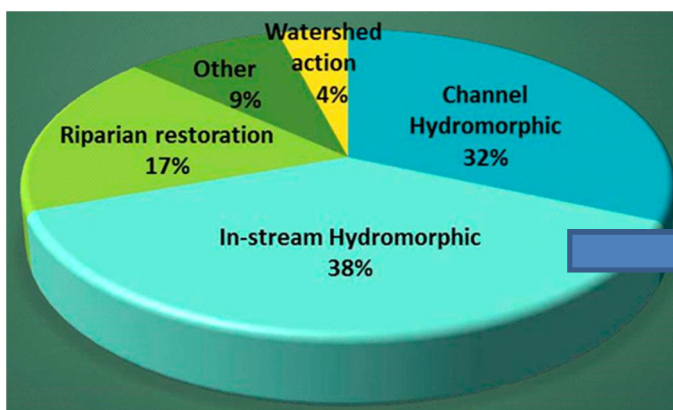
Increase infiltration;  
Restore headwaters;  
Plant infiltration strips



Reconfigure channel,  
add sinuosity, raise or  
lower bed



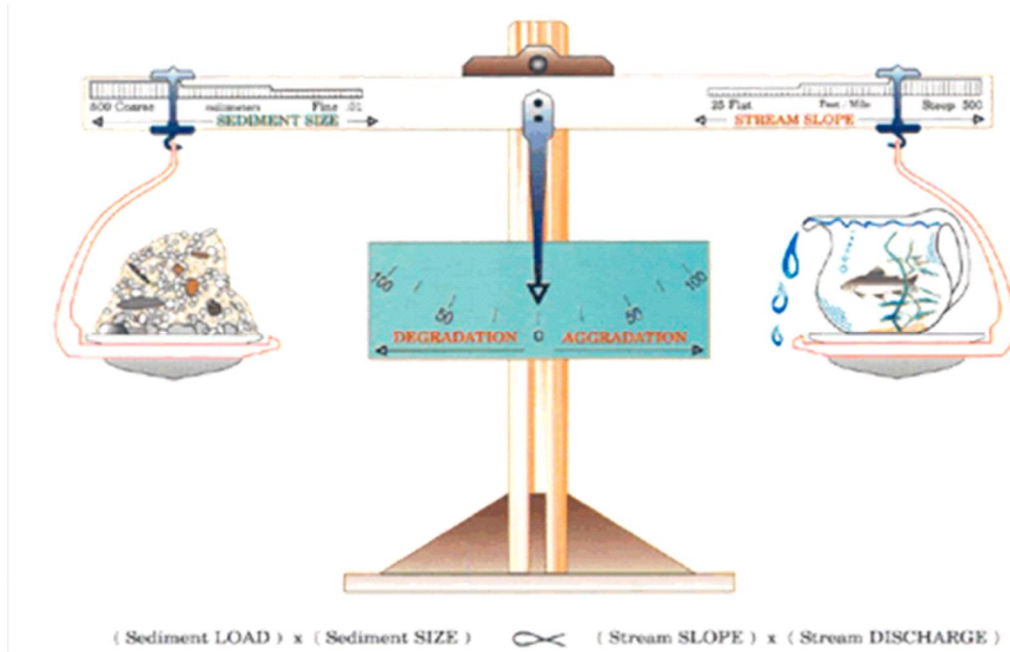
Armor banks, manipulate in-  
stream structures, add flow  
deflectors



Hydromorphic  
projects

## Most common type: Hydromorphic projects

Focus on getting the channel to convey the water and sediment it is receiving



Often fail or do little ecologically



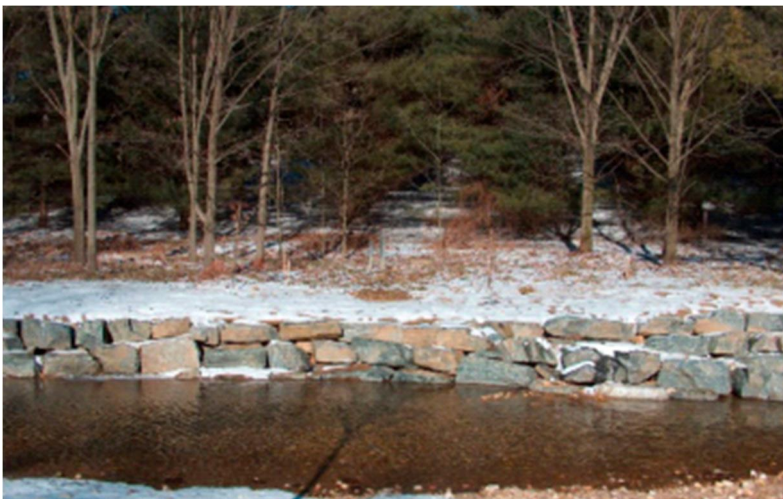
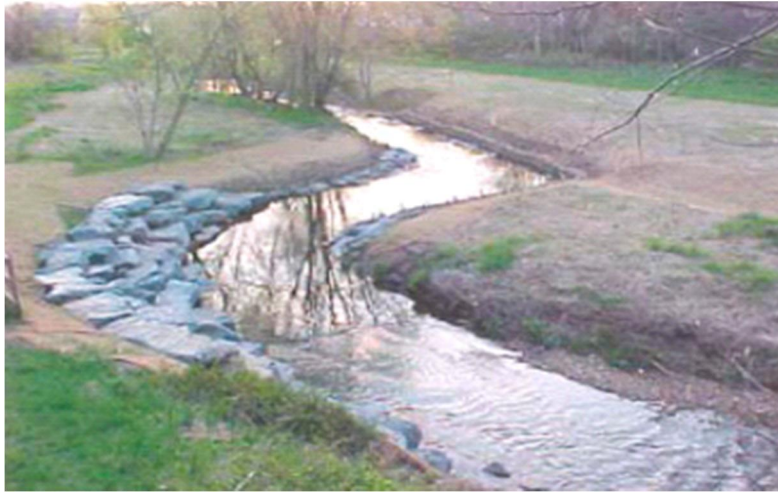


## Outcomes for dominant restoration method

### Manipulate channel morphology

% showing **any** improvement (# projects sampled)

Physical recovery	Channel Hydromorphology		In-stream hydromorphology		
	Substrate	75%	(52)	58%	(12)
Channel form	92%	(12)	29%	(7)	
Habitat	80%	(60)	60%	(5)	
Biological recovery	Channel Hydromorphology		In-stream hydromorphology		
	Index of Biologic integrity	0%	(41)	12%	(17)
	Diversity indices	35%	(54)	6%	(50)





# Hydromorphic example: 2<sup>nd</sup> order suburban stream in Maryland

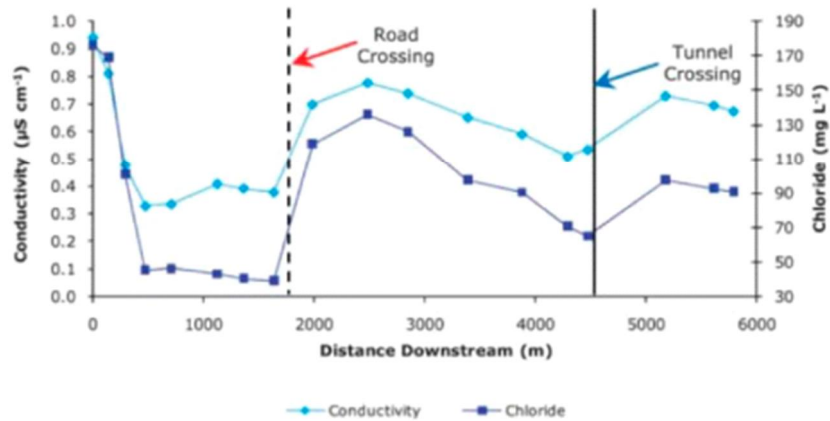


847 ha (3.3 mi<sup>2</sup>)

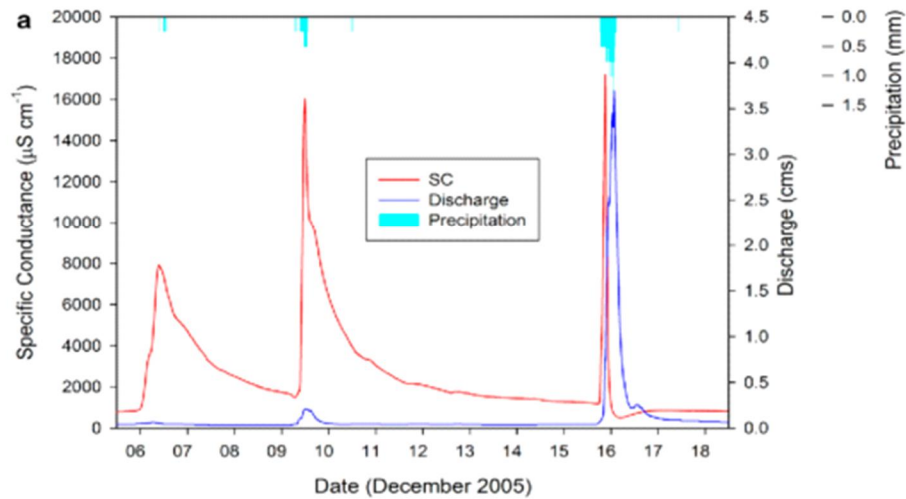




### Minebank Run 2007

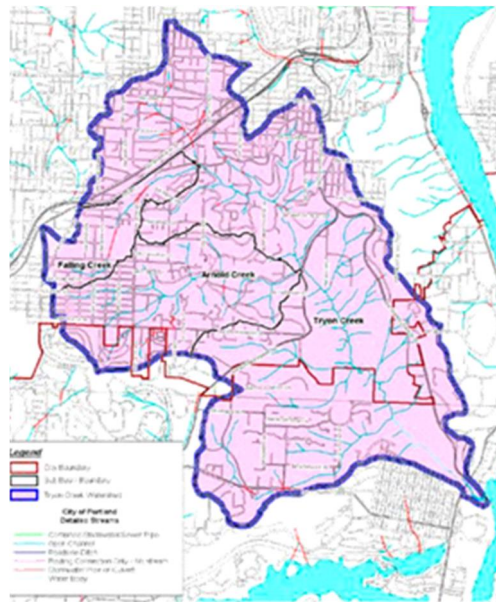


### Water Quality: Conductivity



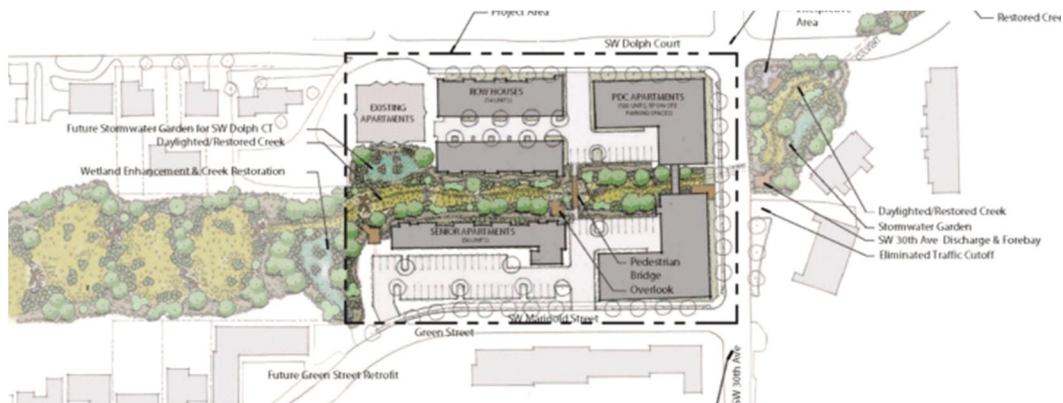
- On rivers and their relative impacts;
- Defining ecological restoration & the very basics;
- What to do when ecological restoration is constrained;
- **Case Studies: increasing the health of streams & rivers.**

# Process-based example: 4 urban streams Oregon



## Watershed scale actions

- > 7 WQ quality facility upgrades;
- 14 stormwater retrofits (swales, etc.);
- 6 land acquisitions along stream;
- Replanting uplands & riparian;
- Extensive infiltration BMPs.

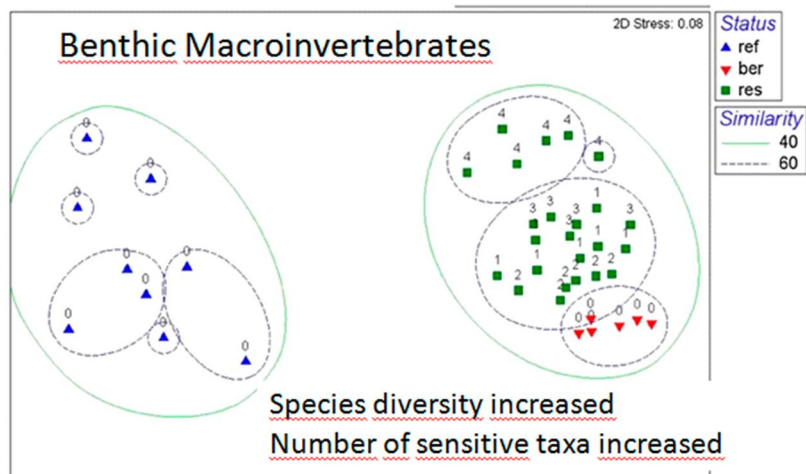


## Stream scale restoration:

- Increase floodplain connectivity;
- Wetland enhancement & creation;
- Stabilize failing banks (wood, plants, coir logs);
- Re-connect abandoned meander bend;
- Enhance channel complexity;
- Reducing passage barriers to salmonids;

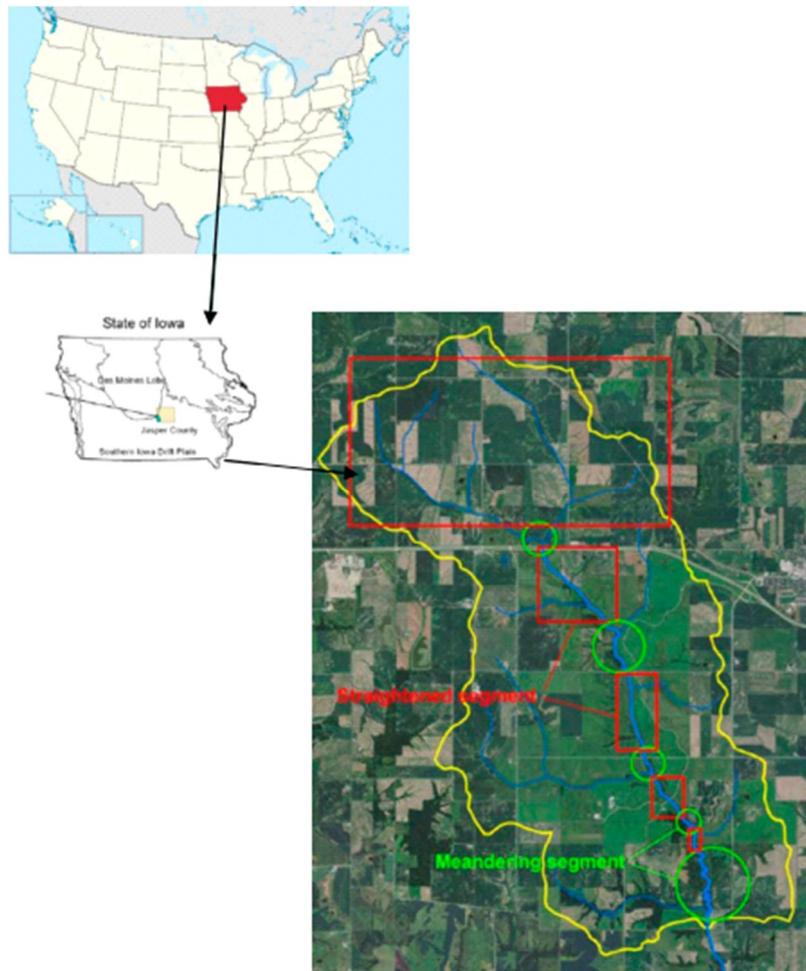


- Logical, scientifically based plan;
- **Understood the range of variability;**
- Focused on landscape processes & whole watershed;
- Recognize it is a long process;
- Tried to restore processes (resilience).



## Process-based example: Walnut Creek, Iowa

Prairie restoration to restore hydrology.







Extensive agriculture Erosion & sediment problem Flooding

## Process-based example: Walnut Creek, Iowa

- Took parcels out of row crop;
- Planted native grasses;
- Restored headwaters areas first.



## Prairie restoration to restore hydrology



## Measurable

### Discharge (plot scale)

- decreased stormflow Q
- increased infiltration

### Channel form

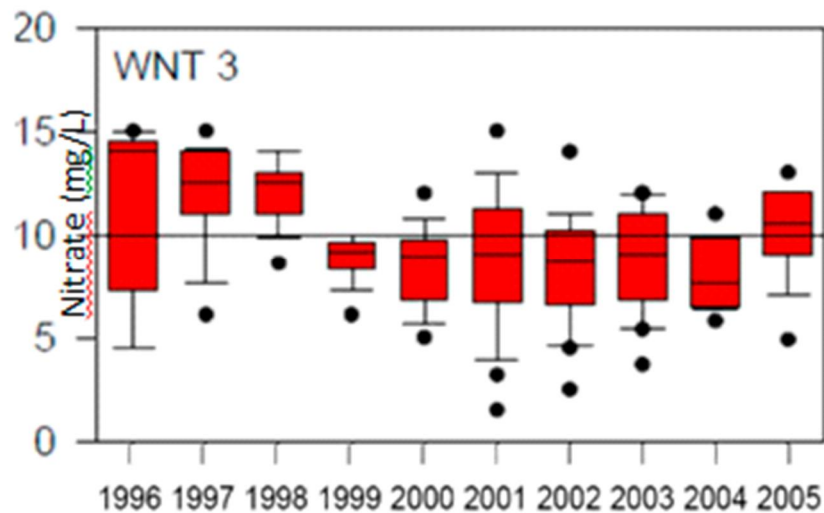
- none

### Groundwater (uplands)

- increased groundwater recharge

### Water Quality

- Lower [P]
- less sediment export
- lower [NO<sub>3</sub>]



- Logical, scientifically based plan;
- **Understood the range of variability;**
- Focused on landscape processes & whole watershed;
- **Recognize it is a long process;**
- Tried to restore processes (resilience).

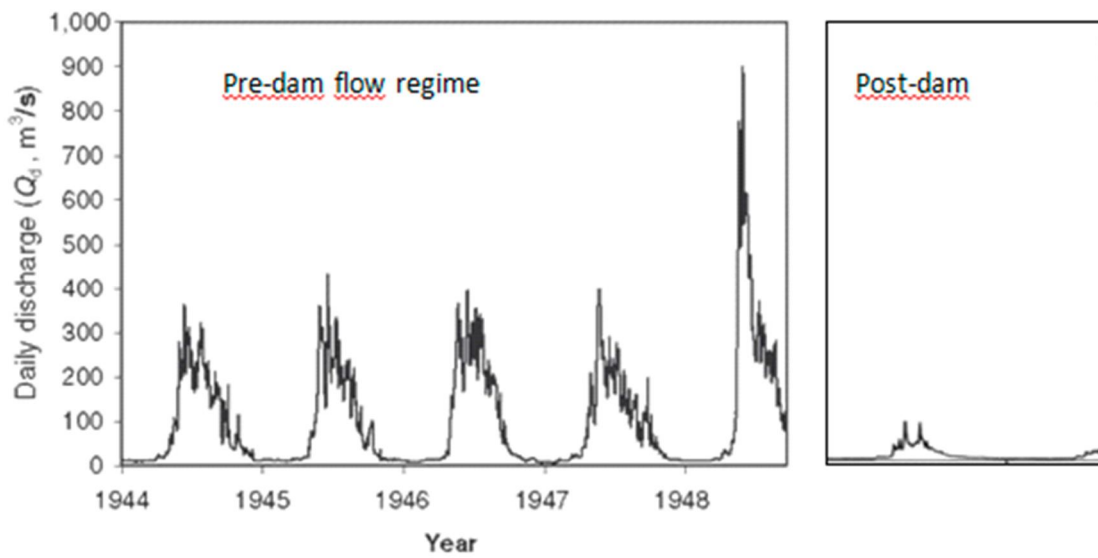
<u>Measurable</u>
<u>Discharge (plot scale)</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>decreased stormflow Q</u></li><li>• <u>increased infiltration</u></li></ul>
<u>Channel form</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>none</u></li></ul>
<u>Groundwater (uplands)</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>increased groundwater recharge</u></li></ul>
<u>Water Quality</u> <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Lower [P]</u></li><li>• <u>less sediment export</u></li><li>• <u>lower [NO<sub>3</sub>]</u></li></ul>

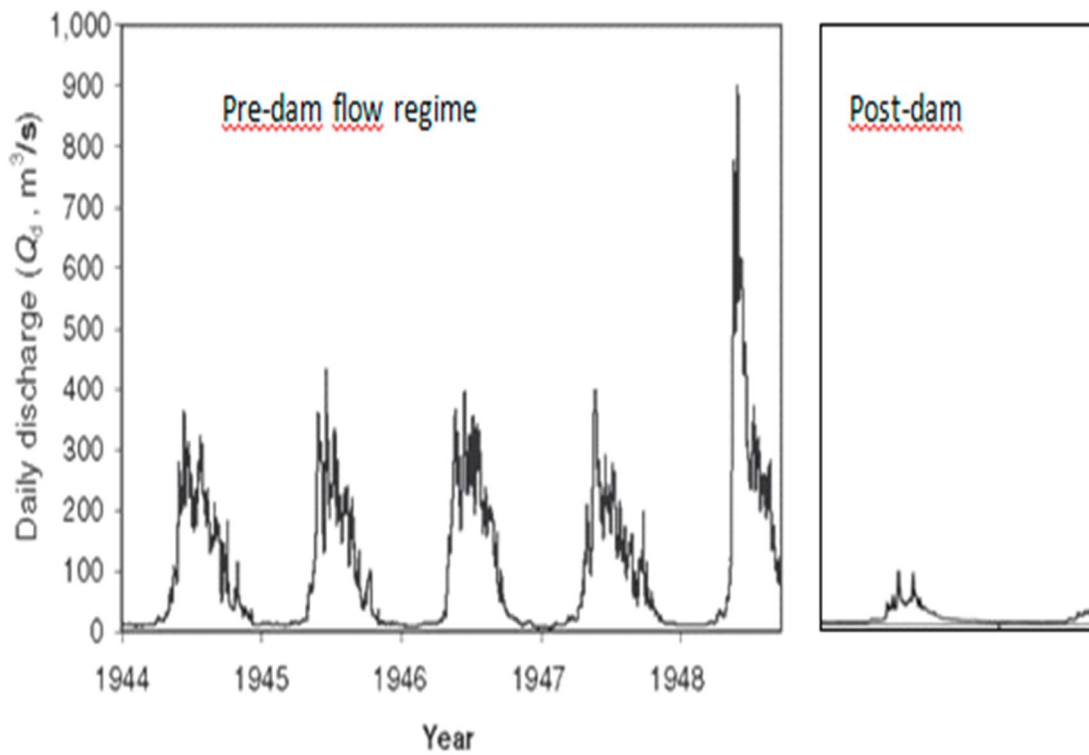
## Process-based example: riparian restoration

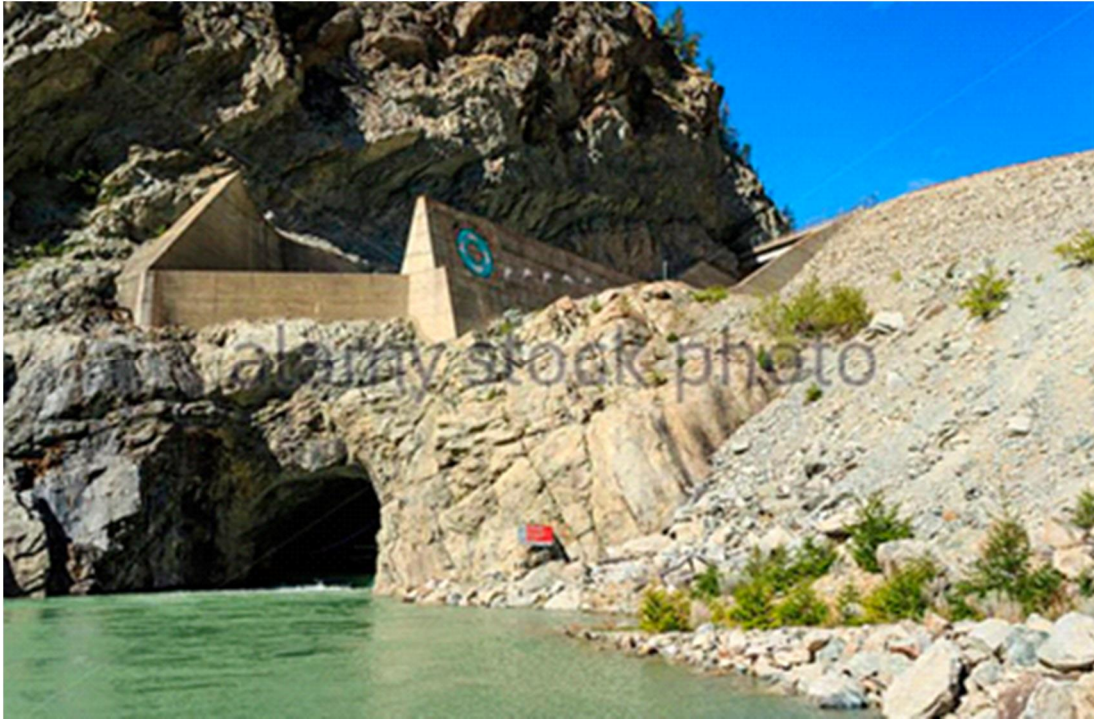
- Very low water table;
- Dry reaches;
- Loss of native vegetation.



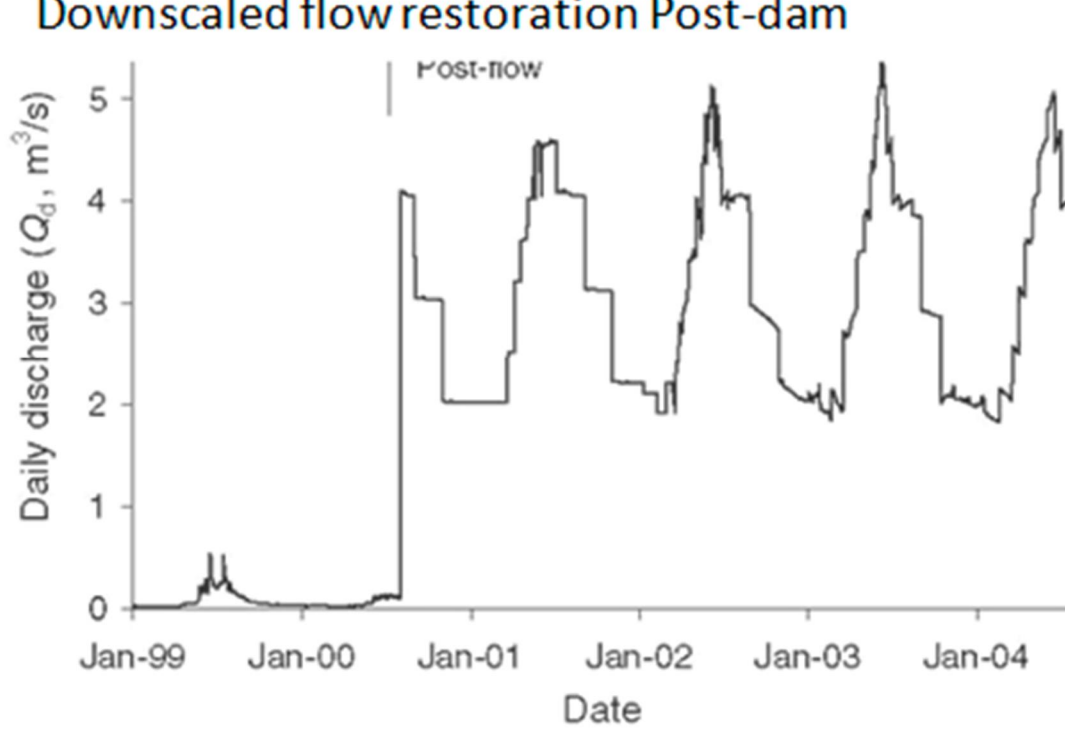
### Bridge River, British Columbia





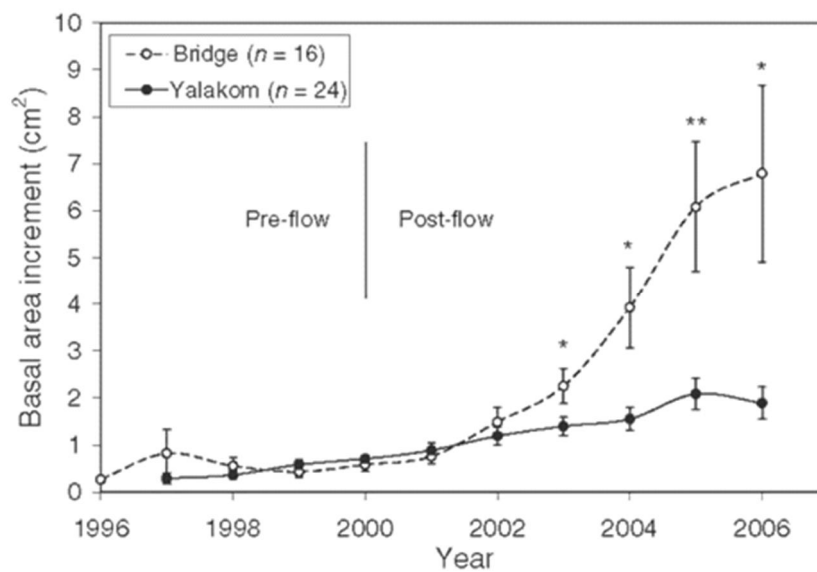
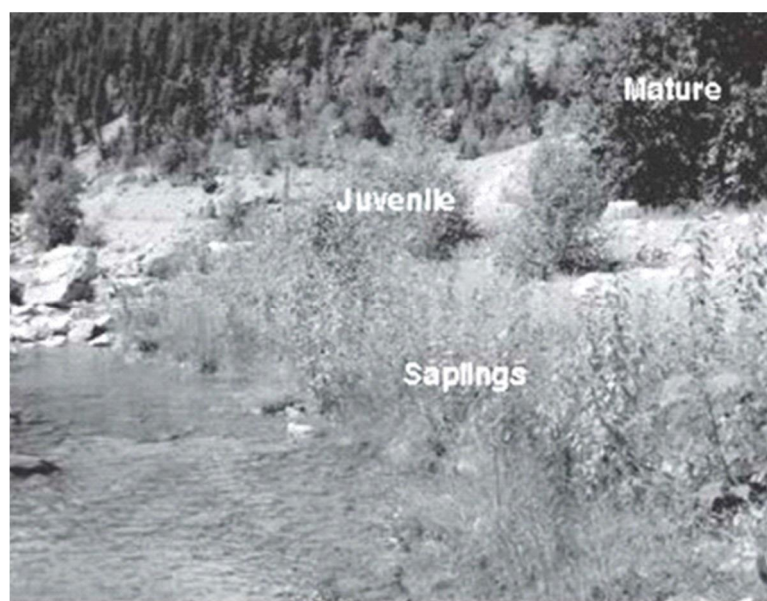


### Downscaled flow restoration Post-dam



## Riparian black cottonwoods: recruitment and ↑ growth rate (basal area change)

- Logical, scientifically based plan;
- Understood the range of variability;
- **Focused on landscape processes & whole watershed**
- **Recognize it is a long process;**
- Tried to restore processes (resilience).





## Engineering example: Jialu River, China

### Designed project to improve water quality

- Inputs of urban seawater;
- Excessive nitrogen pollution;
- Most flow from effluents;
- Industrial pollutants;

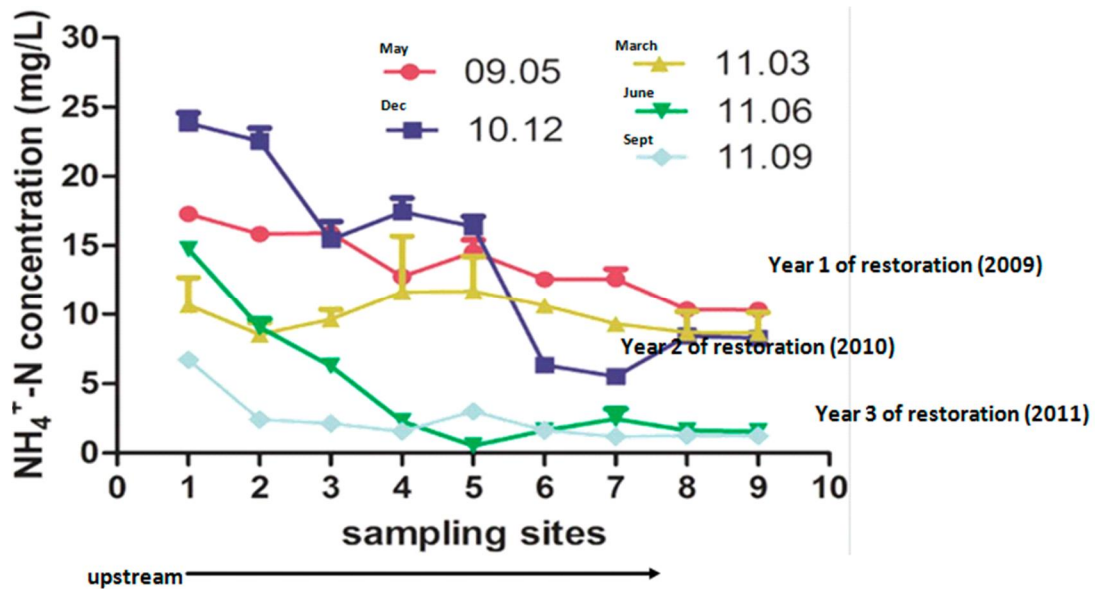
5896 km<sup>2</sup> watershed



- Constructed wetlands in main channel of most upstream section to treat industrial sources and waste water;
- Engineered wetland and pond series in side channels;
- Lateral side-wall for soil filtering of river water forced through via channel reconfiguration;
- Re-graded banks and planted native species in downstream section.



## Improvements in Jialu River water quality



### 1. Dominant stresses on rivers and their relative impacts

Pollutant inputs (point source, industry, agriculture), dams, water removal

### 2. Defining ecological restoration & the very basics

Recovery of the biophysical processes that support rivers

### 3. What to do when ecological restoration is constrained

Ecologically informed designs then engineering

### 4. Case Studies: increasing the health of streams & rivers

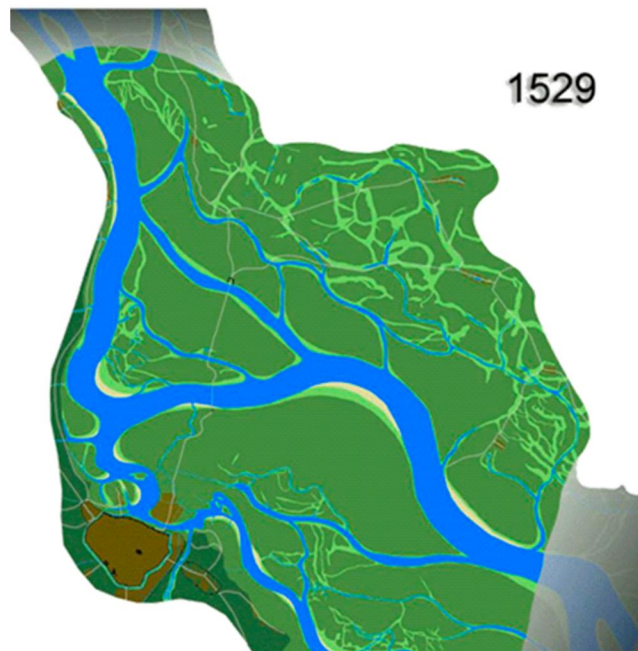
Passive > Process-based Active > Designed Active

## Take home points

- Diagnose the problem;
- Look beyond the channel to restore streams Focus on recovering process not form;

- When restoration is constrained, just try to improve be patient.

## Process-based example: Danube River case study, Austria Re-connecting floodplains to river



## Process-based example: Danube River case study

(Austrian Danube between Vienna and Bratislava)

Re-connecting floodplains to river

Implementation (action) goals:

- Increase lateral connectivity of side-arms with the main channel;
- Improve water supply to the floodplains;
- Establish lotic habitats;
- Mobilize or relocate sediment to rejuvenate habitats);
- Stimulate recolonization of side arms by native fish.



## CASOS DE RESTAURAÇÃO FLUVIAL EM PORTUGAL

### PEDRO TEIGA

Doutor em engenharia florestal, conselheiro técnico no Centro de Estudos e Experimentação de Obras Públicas da Espanha - CEDEX. Professor associado da Escola de Engenharia Civil da Universidade Politécnica de Madrid. Pós-doutorado na Universidade de Berkeley/Califórnia. Coordenador de estudos e projetos, gestão da água, restauração e melhoria ambiental de rios e zonas úmidas. Fundador e membro do Centro Ibérico de Restauração Fluvial - CIREF.





## Resumo

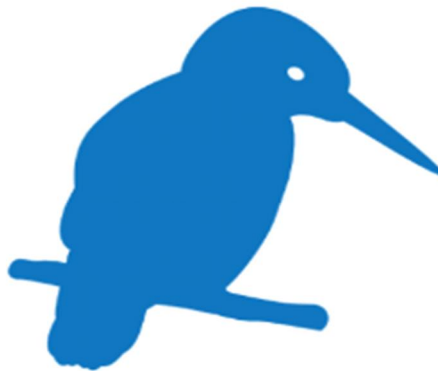
Inicialmente, o palestrante apresentou um panorama geral sobre a organização institucional e a legislação vigente em Portugal, voltada para a restauração fluvial, ressaltando a importância da Diretiva de Qualidade da Água – DQA, da Comunidade Europeia, e da Lei da Água, editada em Portugal em 2005. Na introdução, menciona os múltiplos usos dos rios e seus diferentes problemas, desde os conflitos pelos usos da água, passando pela poluição por fontes pontuais e difusas, a falta de envolvimento dos decisores e da população, os problemas sociais “na envolvente” dos rios até a reduzida formação de técnicos e desinformação por parte dos proprietários marginais. Após apresentar várias intervenções geradoras de impactos negativos em alguns rios de Portugal, menciona indicadores de rios em boas condições de preservação, ressaltando entre outras coisas, a conectividade lateral, longitudinal e vertical.

Apresenta proposta de metodologia geral de reabilitação fluvial enfatizando a necessidade da elaboração do diagnóstico, com a caracterização detalhada do campo e das situações a serem resolvidas, da mesma forma a hierarquização dos problemas a serem resolvidos e a identificação das soluções, sempre com a participação pública – proprietários, associações, empresas e as esferas do poder público competentes. Em seguida vêm as fases de elaboração e implementação do projeto, sua gestão, monitorização, programa de verificação e avaliação final, considerando como fundamental a implementação de medidas mitigadoras e corretoras. Menciona metodologias específicas para a participação pública e para levantamentos de flora e fauna. Enfatiza a necessidade de aplicar técnicas específicas para a limpeza dos rios e o uso da vegetação enquanto material vivo a ser aplicado nas obras de restauração.

O palestrante apresenta três estudos de caso, inicialmente uma súmula comparativa do sistema ambiental entre o Rio Jacaré e os rios portugueses: **Ribeira da Granja**, na cidade Porto, realizado pela Prefeitura local; **Uíma**, na cidade Fiães, realizado pela Prefeitura de Santa Maria da Feira; e o **Pranto**, em Ribeira de Carnide, realizado pela Prefeitura de Pombal. Cita, também, as diferentes técnicas de engenharia natural utilizadas e o envolvimento institucional e da sociedade.

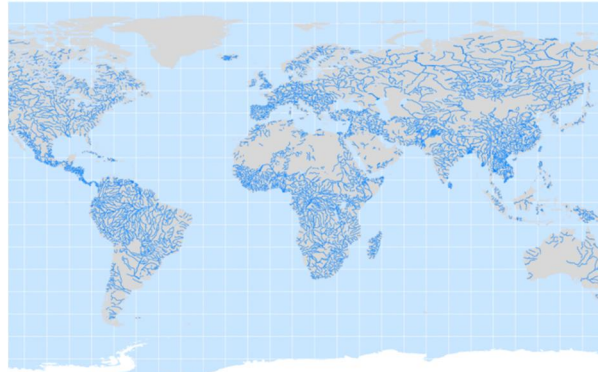
Em todos os casos o palestrante apresenta larga documentação fotográfica e desenhos elucidativos das diferentes técnicas de engenharia natural aplicadas nas ações de restauração fluvial, exemplificando com técnicas de limpeza, estabilização e reabilitação das margens dos rios e seu entorno, enrocamento vivo com plantação de espécies vegetais nativas, construção de micro e miniaçudes e de bacias de retenção, dando ênfase especial em sua fala para a imprescindibilidade da participação pública e sensibilização ambiental.

# CASOS DE RESTAURAÇÃO FLUVIAL EM PORTUGAL



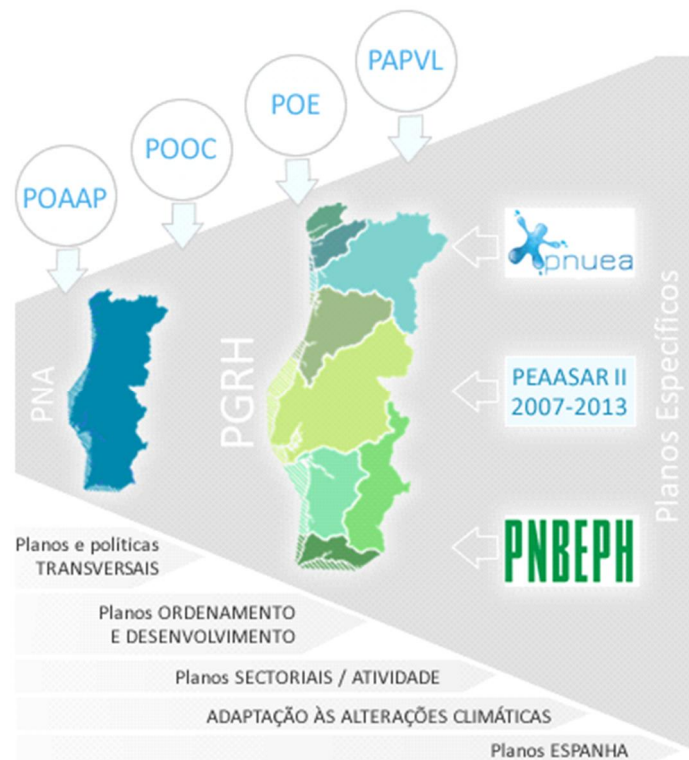






## Organização Institucional em Portugal

- Estado Central – APA
  - Gestão;
  - Fiscalização (SEPNA);
  - Planeamento.



## Exemplos - Sistema Água

### Indicadores Ambientais (Minho-Lima | CCDRN)



#### Ambiente, 2009

Unidade: %

NUTS e Concelhos	População servida por		
	Sistemas de abastecimento de água	Sistemas de drenagem de águas residuais	Estações de tratamento de águas residuais (ETAR)
Portugal (Continente)	96	84	73
Região Norte	92	76	65
<b>Minho-Lima</b>	<b>95</b>	<b>55</b>	<b>52</b>
Arcos de Valdevez	91	38	31
Caminha	94	69	58
Melgaço	98	57	57
Monção	100	46	33
Paredes de Coura	98	27	27
Ponte da Barca	74	42	36
Ponte de Lima	92	41	36
Valença	x	61	67
Viana do Castelo	98	70	69
Vila Nova de Cerveira	x	x	60

Fonte: INE, I.P., Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais.

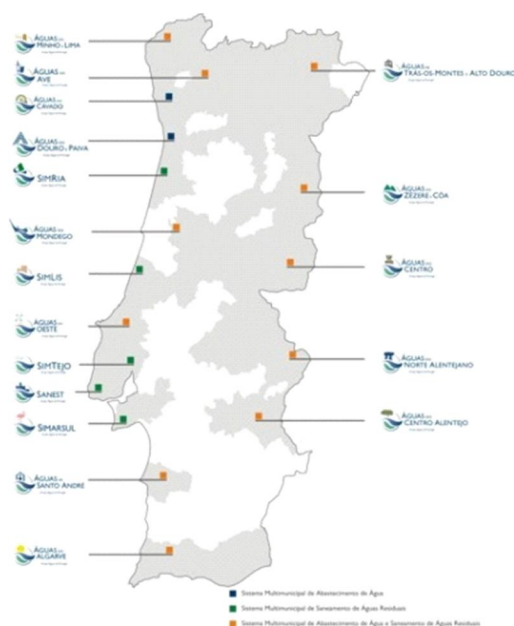
(x) valor não disponível

#### Receitas e Despesas das Câmaras Municipais na Gestão e Protecção do Ambiente - 2012

Unidade: milhares de euros

NUTS e Concelhos	Receitas	Despesas
Portugal	210.481	569.734
Região Norte	68.891	159.674
<b>Minho-Lima</b>	<b>1.988</b>	<b>8.721</b>
Arcos de Valdevez	572	905
Caminha	722	1.604

►► / Protecção social / Abandono Escolar / Educação / Exportações / Turismo / IRS Liquidado / **Ambiente**



## Enquadramento geral e estado da arte - A DQA e a Reabilitação

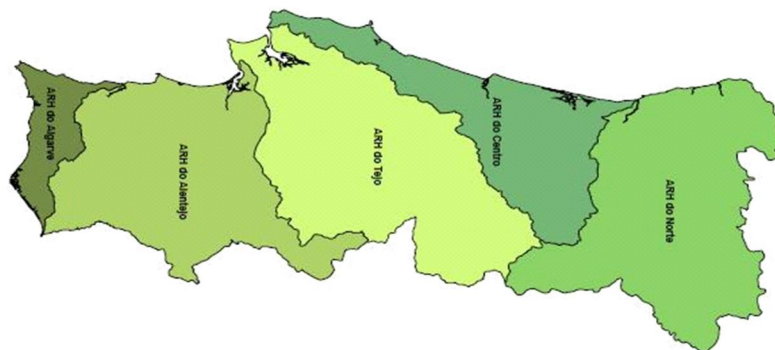
### Objectivos da directiva quadro da água (2000/60/CE) e da Lei da água 58/2005

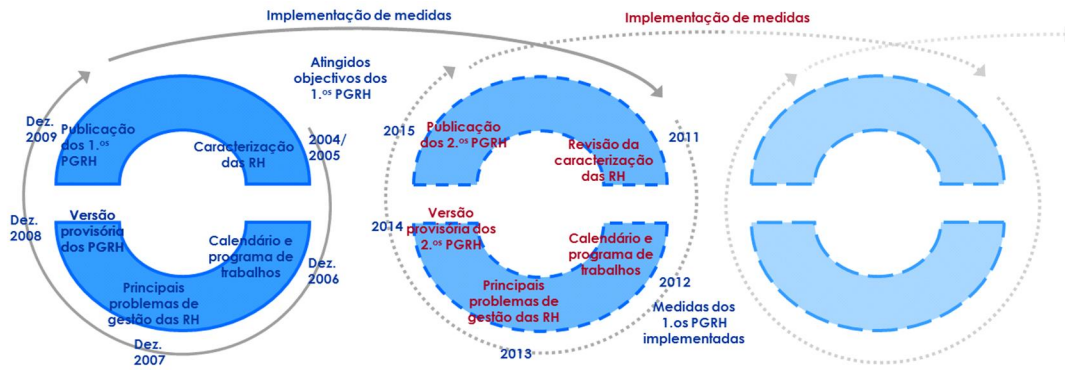
- Elementos Biológicos
  - Macroinvertebrados;
  - Macrófitos;
  - Fitobentos;
  - Fauna piscícola;
  - Composição, abundância e estrutura etária.
- Elementos hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos
  - Regime hidrológico;
    - Caudais e condições de escoamento;
    - Ligações a massas de água subterrâneas.
  - Continuidade do rio;
  - Condições morfológicas;
    - Variação da profundidade e largura do rio;
    - Estrutura e substrato do leito do rio;
    - Estrutura da zona ripícola.
- Participação pública;
- Informação, envolvimento, ação;
- Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro - Lei da Água

- Artigo 32.º - Proteção e valorização - 2. As medidas tem como objetivo a) A conservação e reabilitação da rede hidrográfica, (...);
- Artigo 33.º - Medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica e zonas ribeirinhas;
  - 1 - As medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica e zonas ribeirinhas compreendem, nomeadamente:
    - a) Limpeza e desobstrução dos álveos das linhas de água, por forma a garantir condições de escoamento dos caudais líquidos e sólidos em situações hidrológicas normais ou extremas;
    - b) Reabilitação de linhas de água degradadas e das zonas ribeirinhas.
  - 5 - As medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica devem ser executadas sob orientação da correspondente ARH:
    - Dos municípios, nos aglomerados urbanos;
    - Dos proprietários, nas frentes particulares fora dos aglomerados urbanos;
    - Dos organismos dotados de competência, própria ou delegada, para a gestão dos recursos hídricos na área, nos demais casos.
- Artigo 45.º - Objetivos ambientais
  - 2 - Deve permitir alcançar os objetivos ambientais definidos referentes ao bom estado e bom potencial das massas de água, o mais tarde até 2015 (...).
- Artigo 62.º Utilização de recursos hídricos particulares;
- Artigo 84.º Princípio da participação.

## Enquadramento geral e estado da arte - Principais problemas nos rios e ribeiras

### Gestão dos recursos hídricos e ordenamento do território

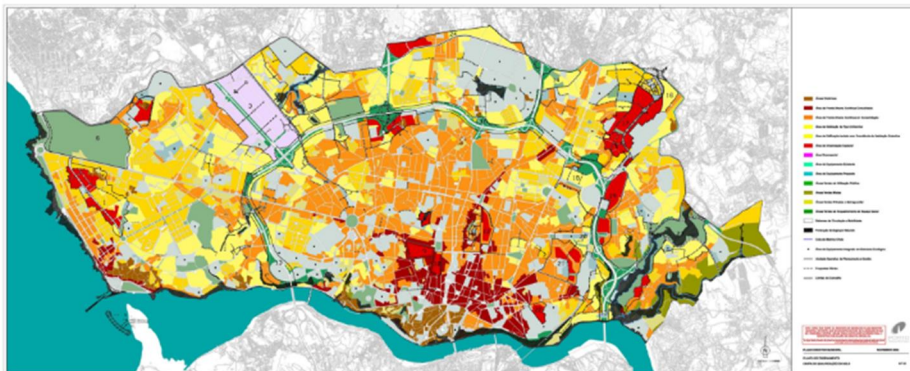




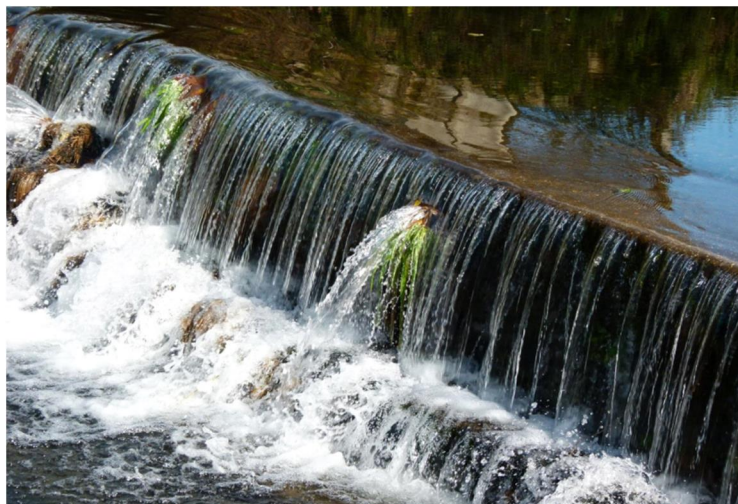
### Alterações Climáticas



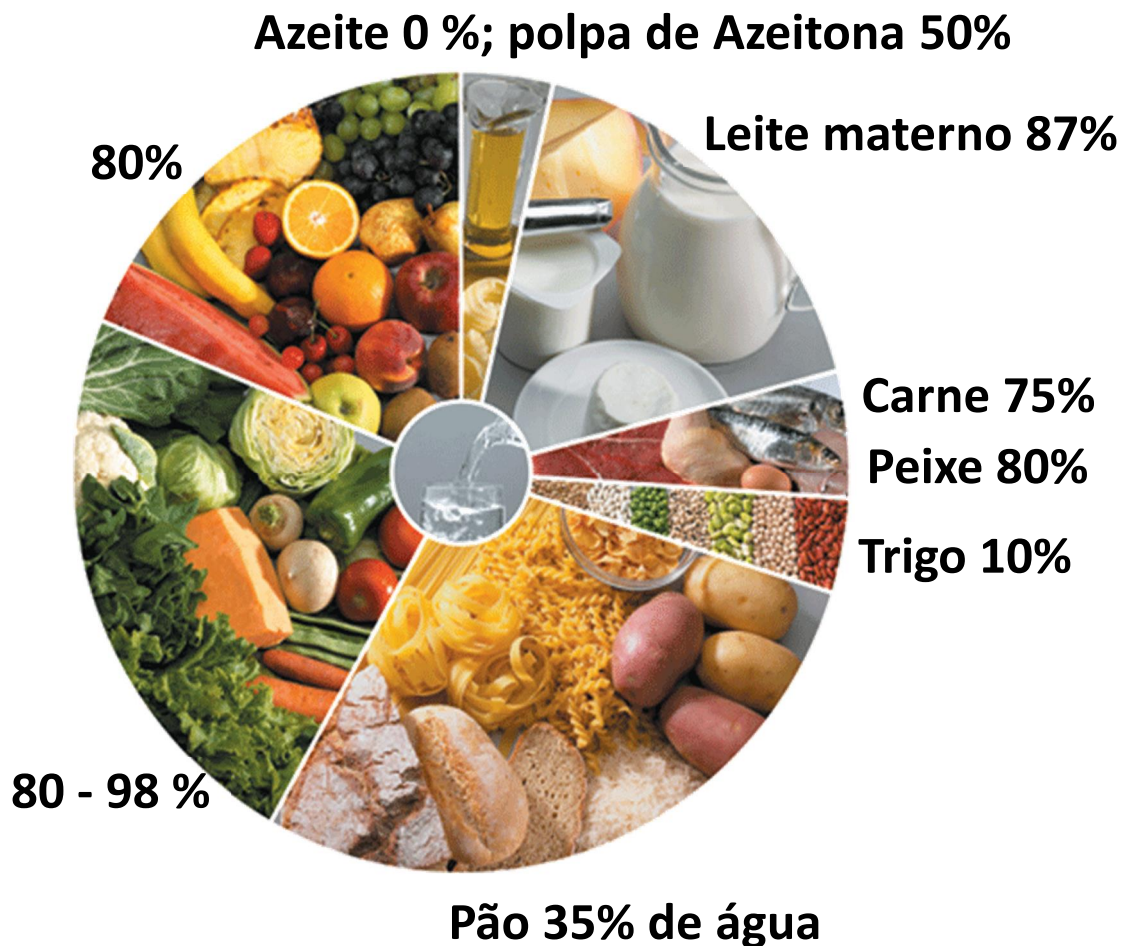
### PDM do Porto



### Serviços nos Rios e Ribeiras - Alimentos



# % de água



## Water Footprint

“Pegada de Água”

1 Kg de:

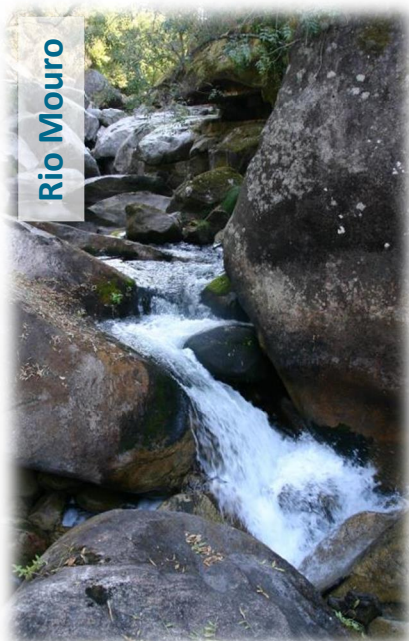
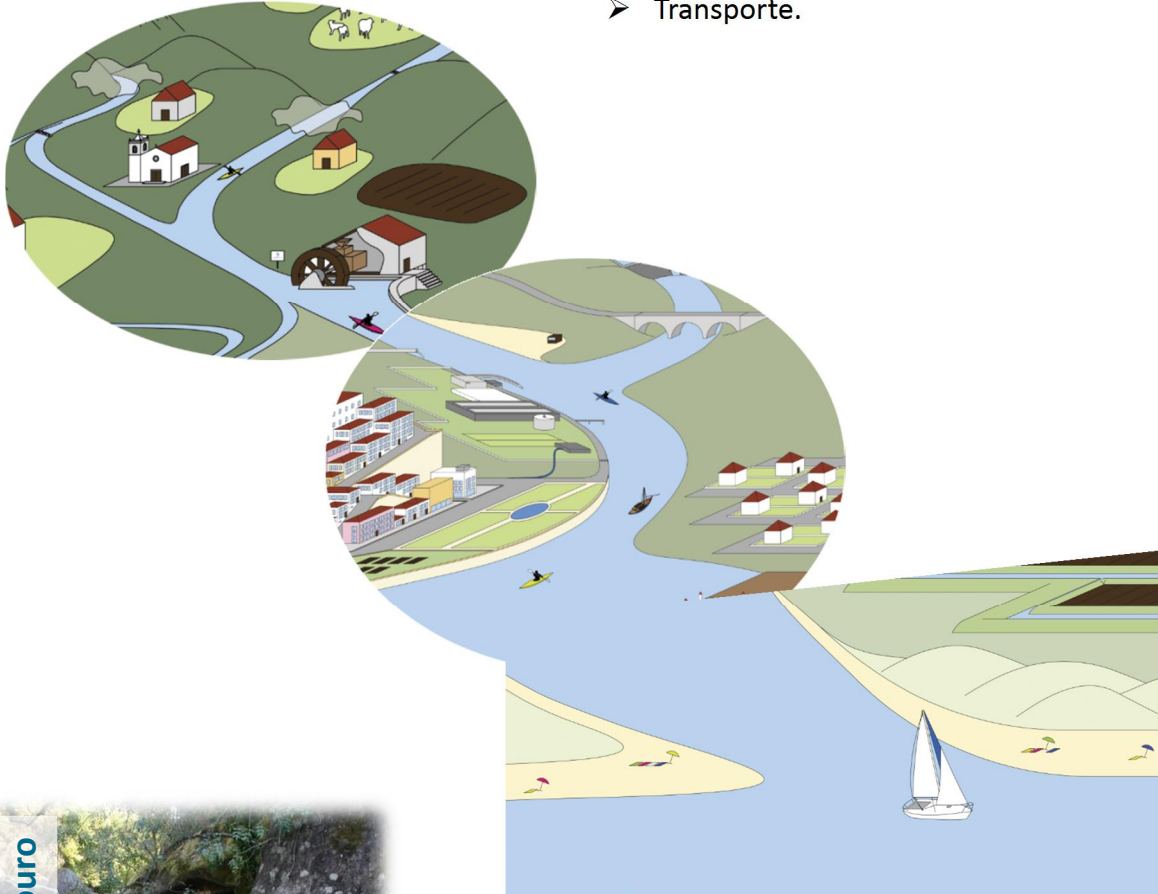
- Trigo - 1.000 litros;
- Milho - 1.500 litros;
- Arroz - 2.500 litros;
- Café torrado - 19.000 litros;
- Carne de vaca - 16.000 litros;
- 1 t-shirt de algodão - 2.000 litros.

### Utilização da água:

- 75% Agricultura;
- 14% Energia;
- 6% Urbano;
- 4% Indústria.

### Utilização dos Rios:

- Fonte de Água;
- Corredor ecológico;
- Pesca;
- Lazer/turismo;
- Transporte.









## Rios de Problemas

- Conflito de usos da água e do espaço ribeirinho;
- Poluição agrícola, doméstica, industrial pontual e difusa;
- Elevada destruição de ecossistemas ribeirinhos com perdas de qualidade da água e da biodiversidade;
- Reduzida operacionalidade de intervenção na melhoria e manutenção de rios;
- Falta de envolvimento dos decisores e da população;
- Problemas sociais na envolvente dos rios;
- Reduzida formação de técnicos e proprietários marginais;
- Limpezas de rios inadequadas que não contribuem para a DQA.





## Intervenções Geradoras Impactantes





## Santarém



## Rios = acção ou inércia !



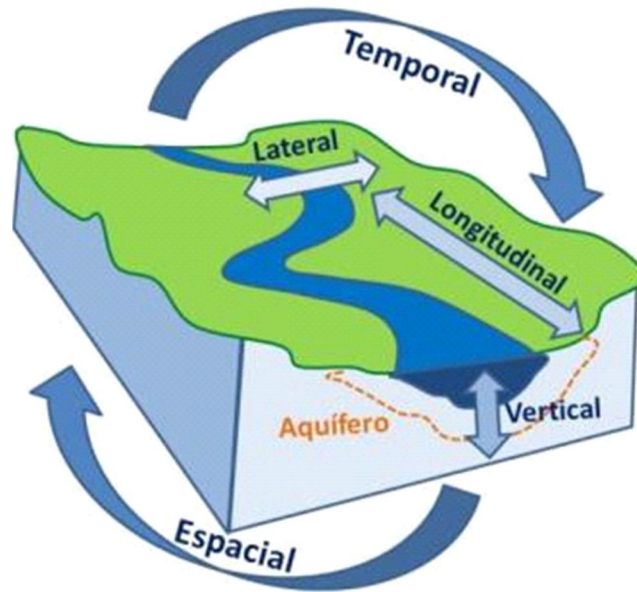
## Rio Leça (2016)



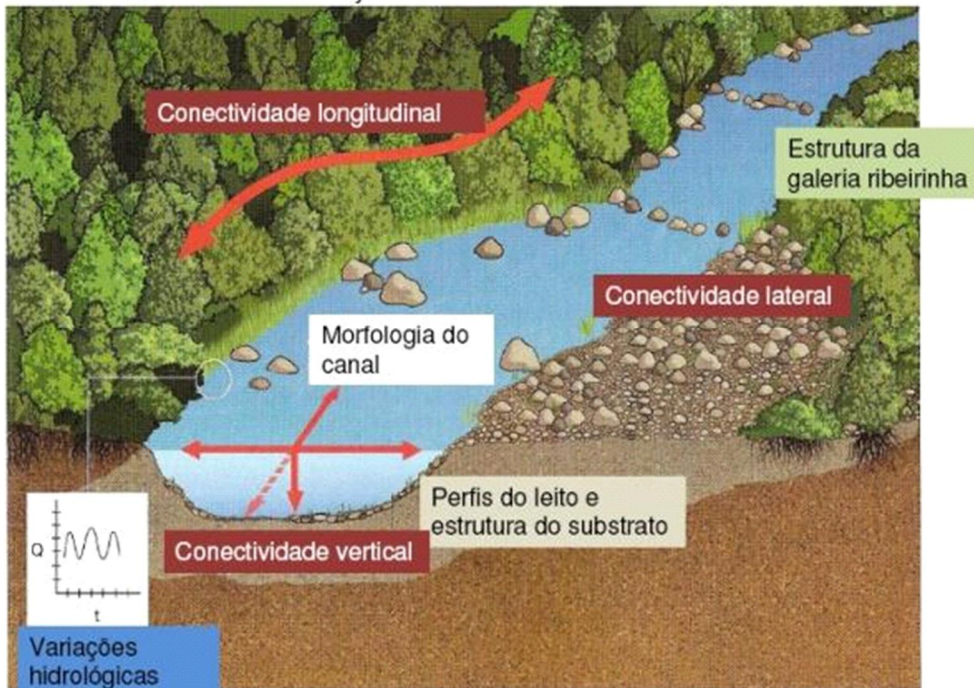
## Rio Arunca (2016)



# Dimensões

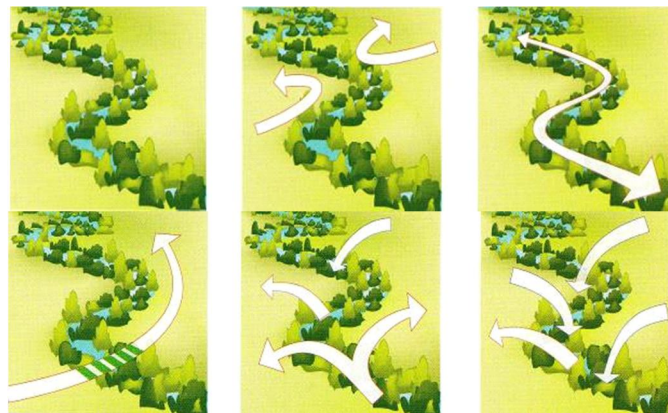
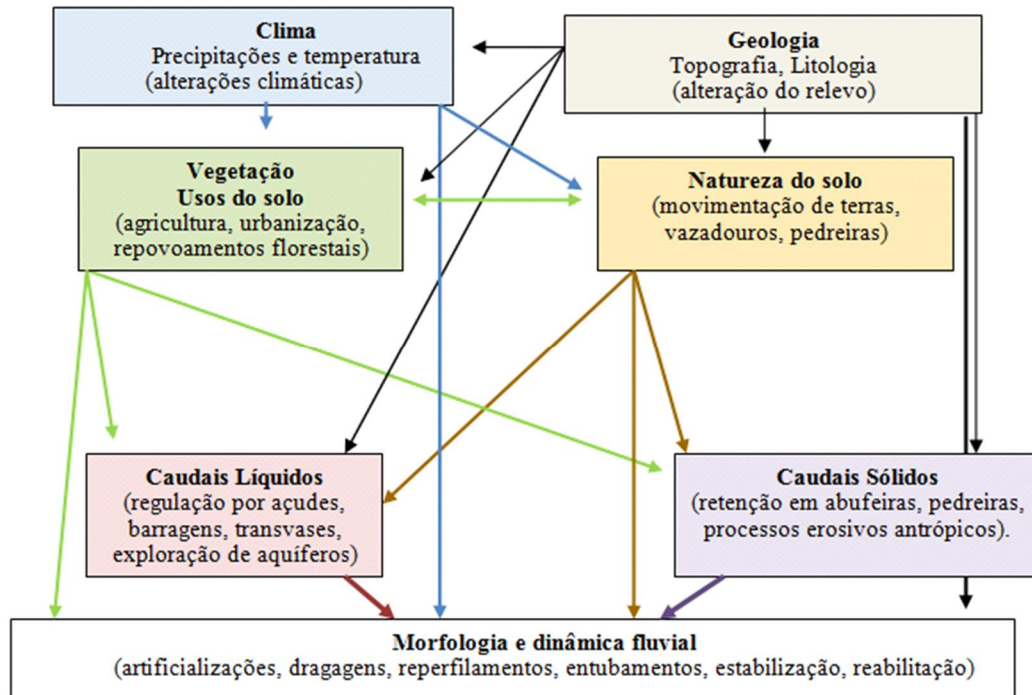


## LONGITUDINAL, LATERAL E VERTICAL



## Rio em Bom estado

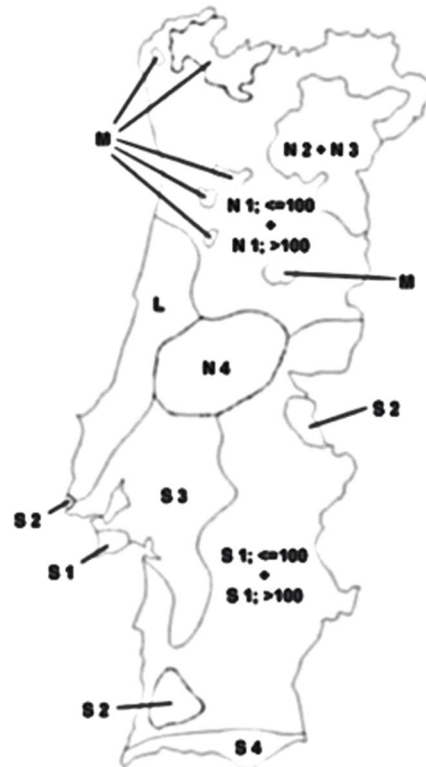
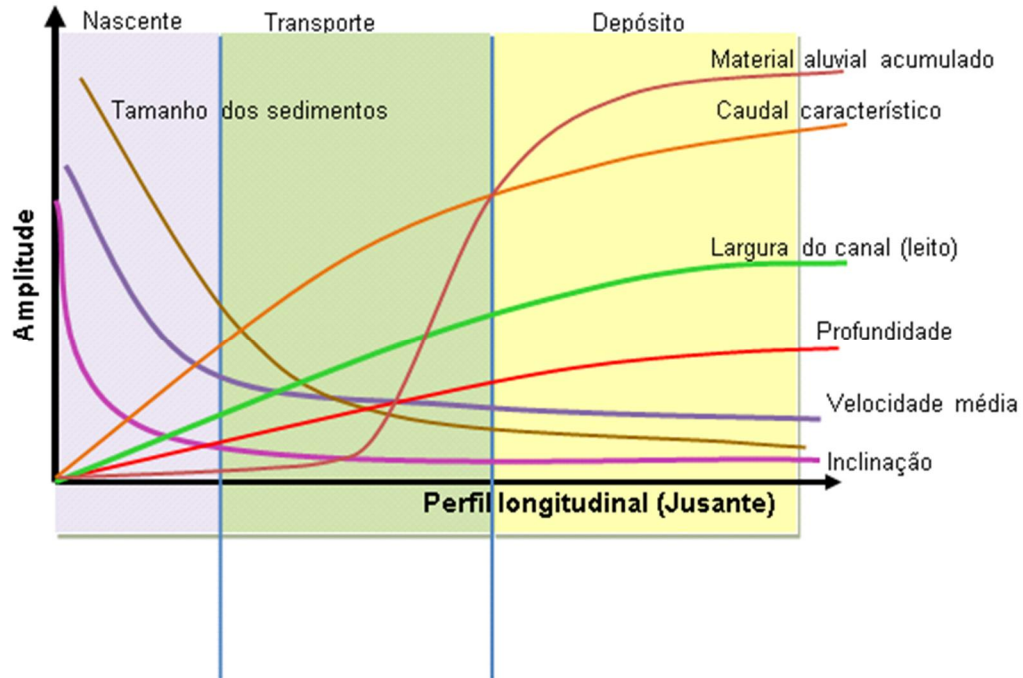
### ➤ Dinâmica e Funções do sistema fluvial



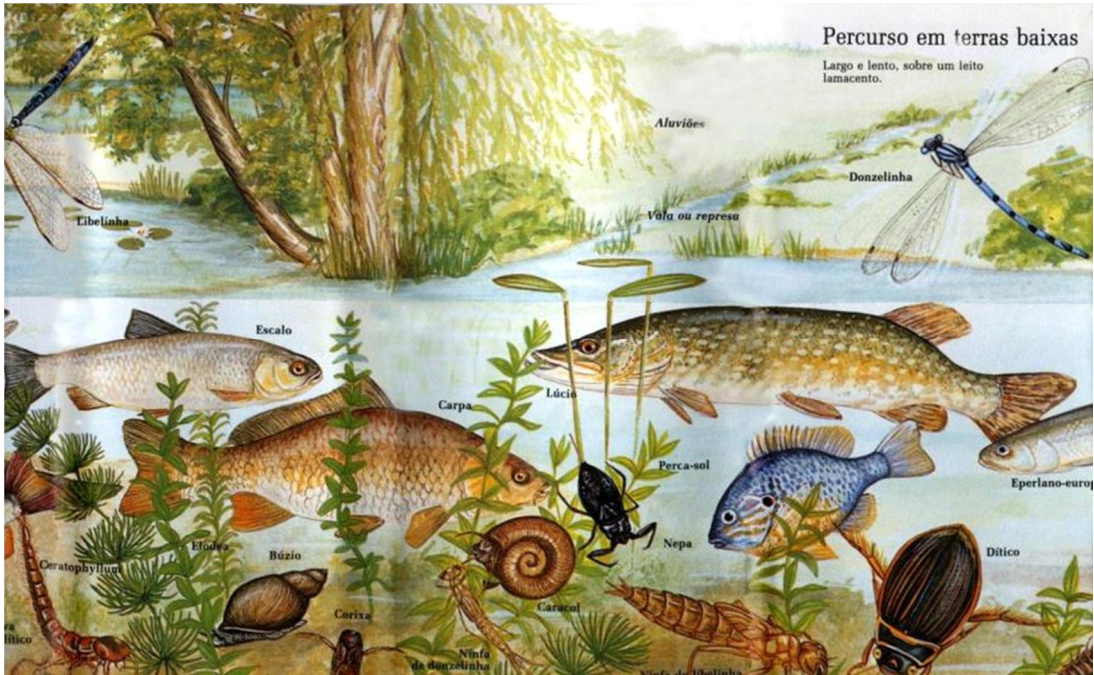


## Rio em bom estado

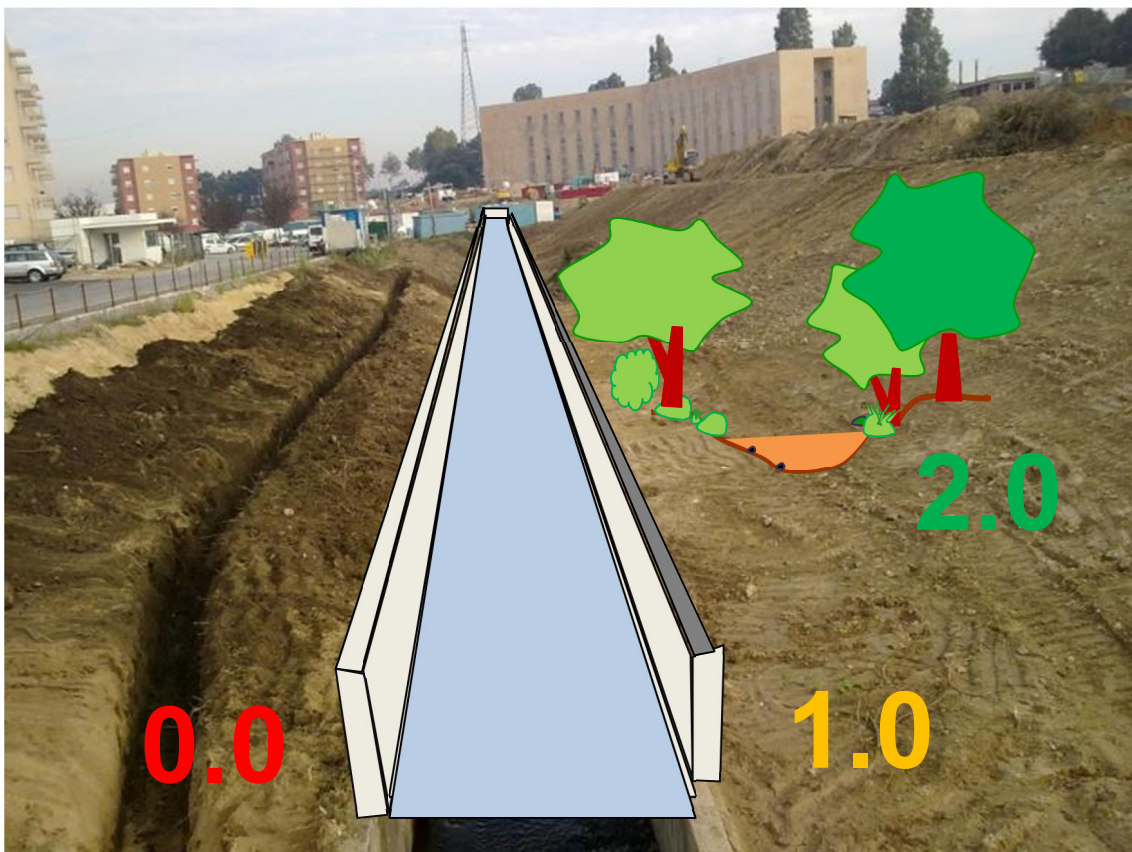
### ➤ Dimensões e tipologias



## Rio – Terras Baixas

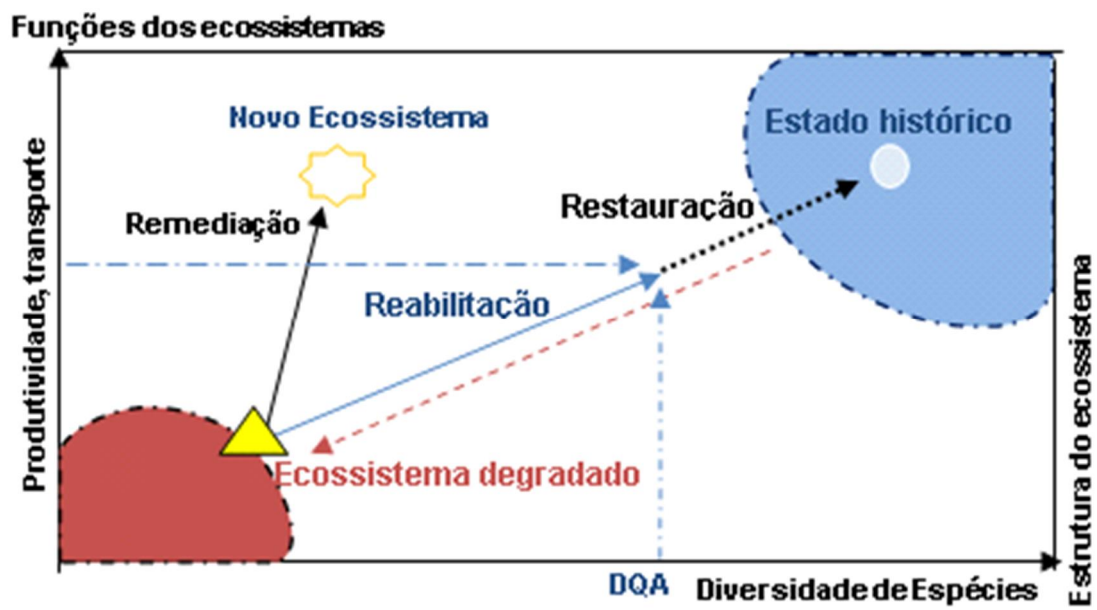
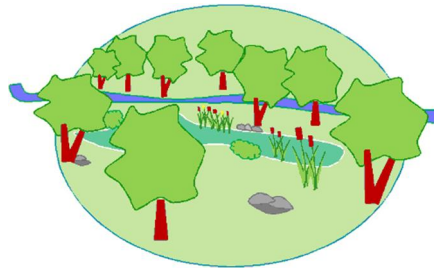


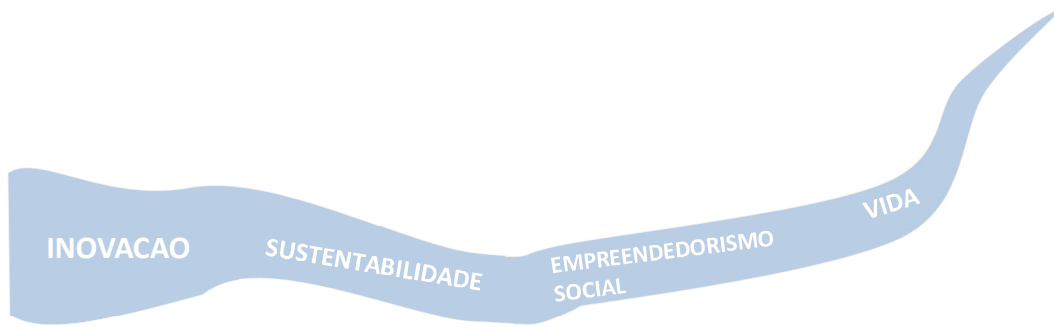
## Rios para todos



## Reabilitação de rios

- Municípios
- Proprietários (empresas, associações, privados)

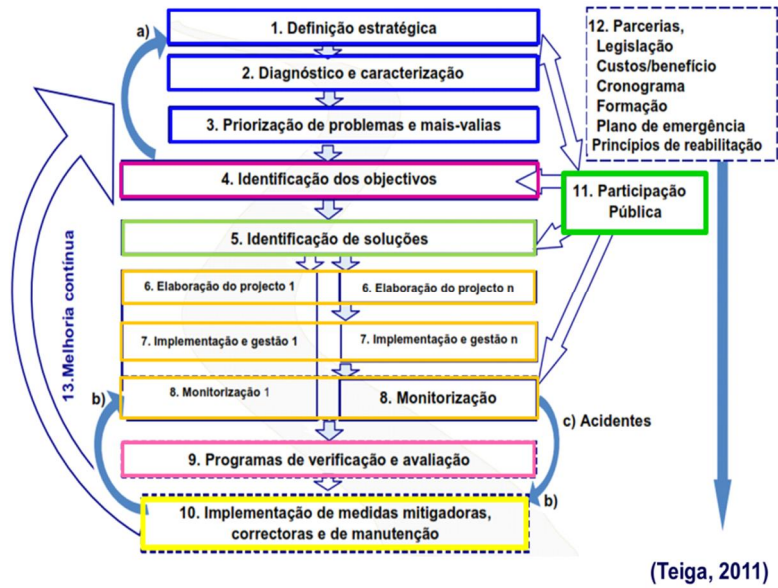




-  **Excelente**
-  **Bom**
-  **Razoável**
-  **Medíocre**
-  **Mau**

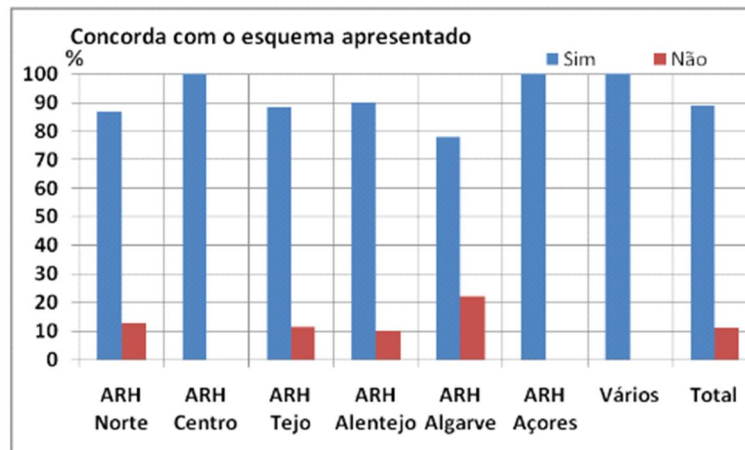
# Proposta de metodologia geral de reabilitação fluvial

## ➤ Metodologia geral proposta para Portugal



## ➤ Questionário a Técnicos



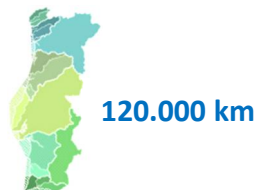


## Responsabilidades

➤ Estado Atual/ Conservação/ Preservação;

➤ Estado Central – APA

- Gestão
- Fiscalização (SEPNA)
- Planeamento (PGRH)



➤ Municípios

- Localidades

➤ Proprietários

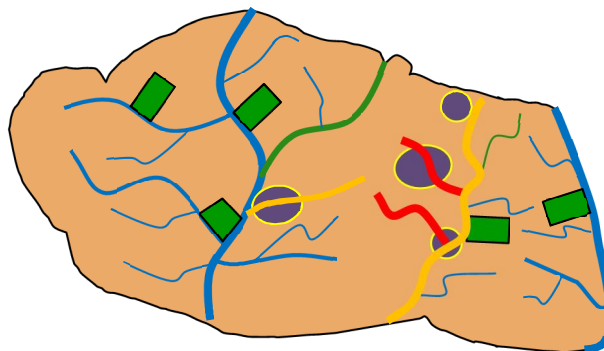
➤ Associações

- Ambiente
- Culturais
- Património

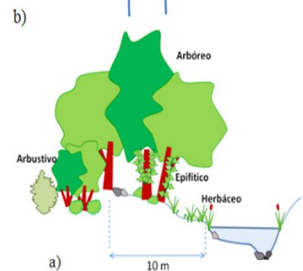
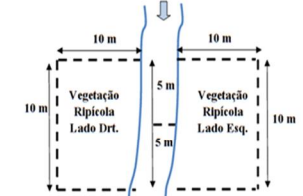
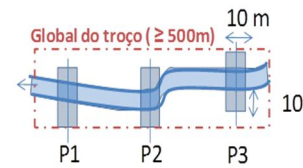
➤ Empresas

➤ População em Geral

➤ Caracterização em campo (IRR)

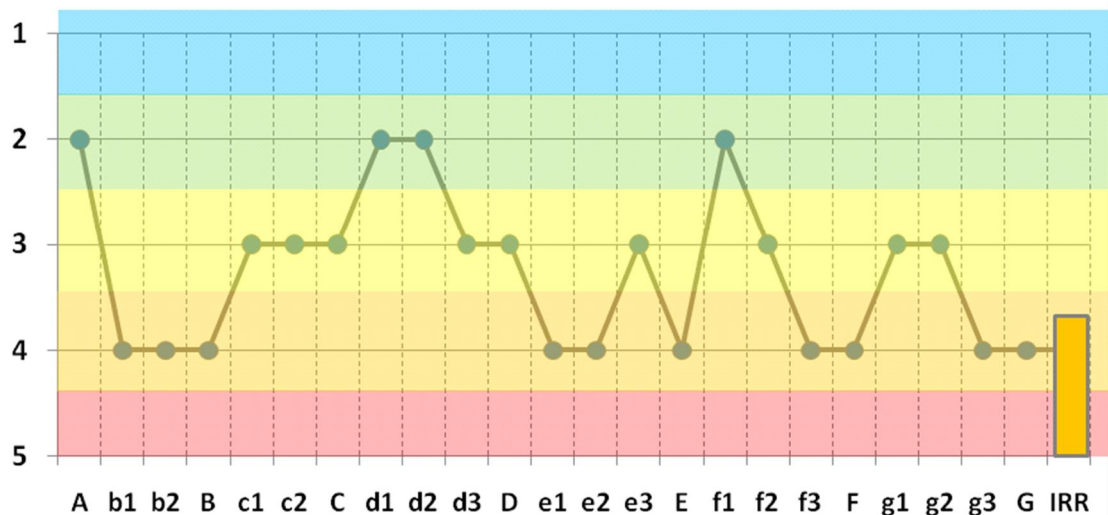


Componentes	Parâmetros /Variáveis de resultados	Nº. Tabela
<b>A. Dados Gerais</b>	Os dados correctos e integralmente registados (com controlo de qualidade); Equipa com pelo menos um elemento com formação específica; saída de campo em segurança com material de campo. Resultado Total de A – Dados Gerais	0, A1, B,10 I a V
<b>B. Qualidade da água</b>		
B1 – Físico-química/bacteriológica	Avaliação de campo e laboratório	A2
B2 – Ecológica	Macroinvertebrados: diversidade e presença; %EPT e %AD; estado de saúde	A,3, 4, 19, 20
	Resultado Total de B – Qualidade da água	I a V
<b>C. Hidrogeomorfologia</b>		
C1. Regime hidrológico	Regime de escoamento	A,5, 6 e B,1
C2. Características geomorfológicas	Dimensão do canal Estabilidade e erosão Forma do vale Tipo de substrato do leito, margens e geológico	A,1, 5,17A(5, 9,1), e 5,16 a 5,19; B,3, B,7, A,9 e 17,3; B,1,2, A,(7,1 a 7,3 e 8,6)
	Resultado Total de C – Hidrogeomorfologia	I – V
<b>D. Corredor Ecológico</b>		
D1. Vegetação	Largura da vegetação; altura dominante e coberto da vegetação; Índice de Vegetação Ripícola (IVR); Índice de Conservação da Vegetação Ripícola (ICVR); Índice Simplificado da Qualidade da Vegetação Ripícola (ISQVR); Qualidade dos Bosques Ripícolas (CBR); grau de enombramento do leito; Índice de Desenvolvimento da Vegetação (IDV); tipo de vegetação dominante; exóticas e invasoras.	A,12,3
D3. Habitat	Habitat: talomargem; Comunidades de rasbor dominantes; Abundância de m. Matéria Orgânica (AMO); Líquens, musgos e fungos.	A,11,1; A,14 a 15 e B,4
D2. Fauna	Peixes, anfíbios, répteis, aves, mamíferos, crustáceos e moluscos; Presença de espécies exóticas e invasoras.	A,18
	Resultado Total de D – Corredor Ecológico	I – V
<b>E. Alterações Antrópicas</b>		
E1. Poluição	Estruturas, Resíduos, Ruído, Luminosa	A,16
E2. Construções	Sem infra-estruturas; intervenções de regularização; estado de conservação das construções	A,17, A,2X,10, 16 e 17
E3. Exploração (usos)	Usos do solo nas margens; utilização urbana (pública); utilização da água	A,11, B,7, B,8
	Resultado Total de E – Alterações antrópicas	I-V
<b>F. Participação Pública</b>		
F1. Disponibilização de informação	Local de informação por junta de freguesia mais próxima ou acesso público à Internet; disponibilização de informação (técnicos e não técnicos) e acesso a informação de projectos de Participação Pública.	Tabela 1, E e B,9
F2. Envolvimento público	Envolvimento dos decisores e com actividades de envolvimento: - Sessões de Participação Pública no âmbito do projecto; - grupos do Projecto Rios; - associação local envolvida; - existência de questionários/questionários à população; - registo de sondagem/entrevista directa à população local	
F3. Acção	Integração das decisões de participação nas soluções de projectos de intervenção; existência de feedback das decisões discutidas e finais. Desenvolvimento de acções: - Acções de participação activa desenvolvidas junto às linhas de água; - Desenvolvimento do Projecto Rios; - Acção de fiscalização; - Acção de monitorização; - Acção de acompanhamento da participação; - Envolvimento a população em acções no mínimo 1%.	B,9
	Resultado Total de F – Participação Pública	I-V
<b>G. Organização e planeamento</b>		
G1. Legislação	Cumprimento da legislação aplicável	
G2. Estratégia, planos ordenamento e gestão	Estratégia de reabilitação em implementação e integrada com as figuras de ordenamento locais e regionais (PBM, PGRM, POM, REN, RAN).	
G3. Intervenções de melhoria	Definição de objectivos claros de intervenções de melhoria; - Acções de monitorização com valores de referência; - Acções de fiscalização; - Plano de intervenção em caso de acidente ou catastrophe; - Plano de acções de intervenção e melhoria; - Acções de manutenção com envolvimento dos proprietários.	
	Resultado Total de G - Organização e planeamento	I-V
<b>Índice de Reabilitação de Rios</b>	Índice que classifica um troço de acordo com a necessidade de reabilitação	Todos
	Resultado Total de IRR- Índice de Reabilitação de Rios	I-V



ga, 2011)

## Índice de Reabilitação de Rios



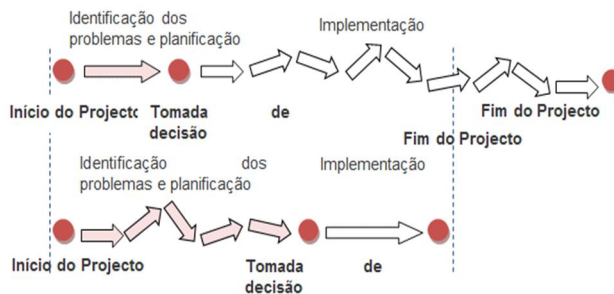


## Participação Pública

### ➤ Importância da Participação Pública



### ■ Processo reactivo / interactivo



### ■ Entidades e intervenores na conservação e reabilitação de rios

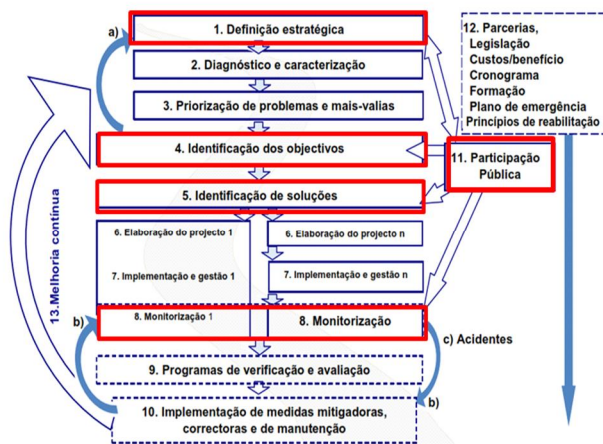


O que é dito -> entendido -> aceite -> desencadeia uma acção -> que é mantida e melhorada...

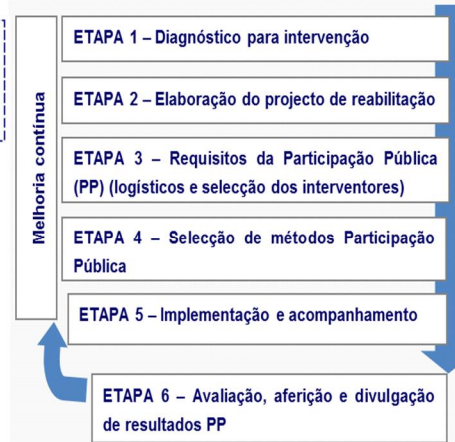


➤ Metodologia em Participação Pública

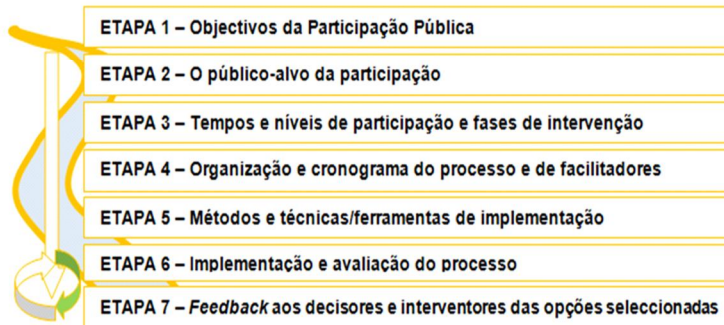
■ Participação Pública no processo de reabilitação (A)



■ Projecto de Participação Pública (B)

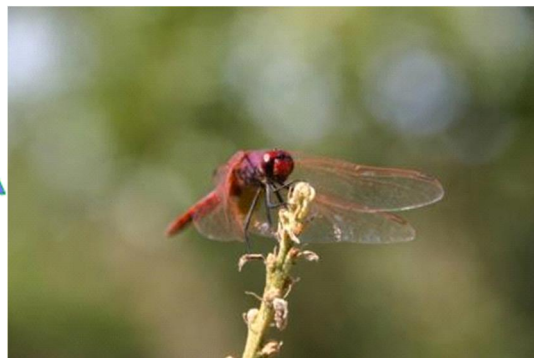
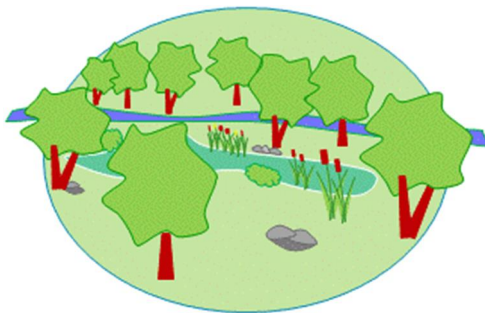
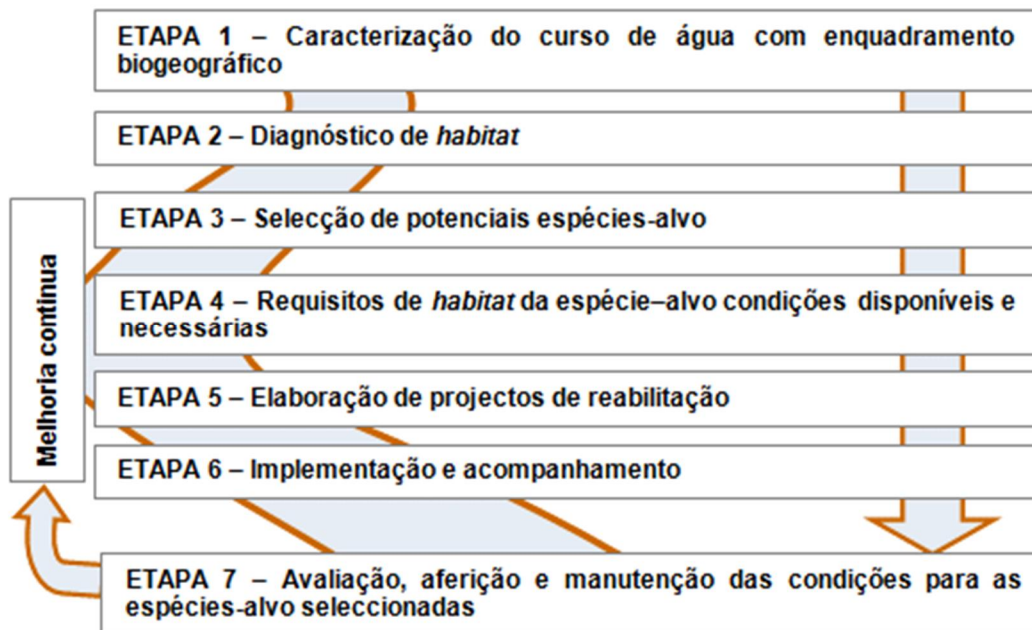


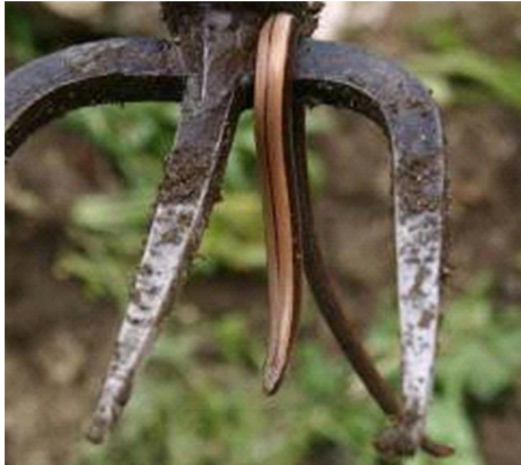
■ Etapas do processo de participação pública em projectos de reabilitação



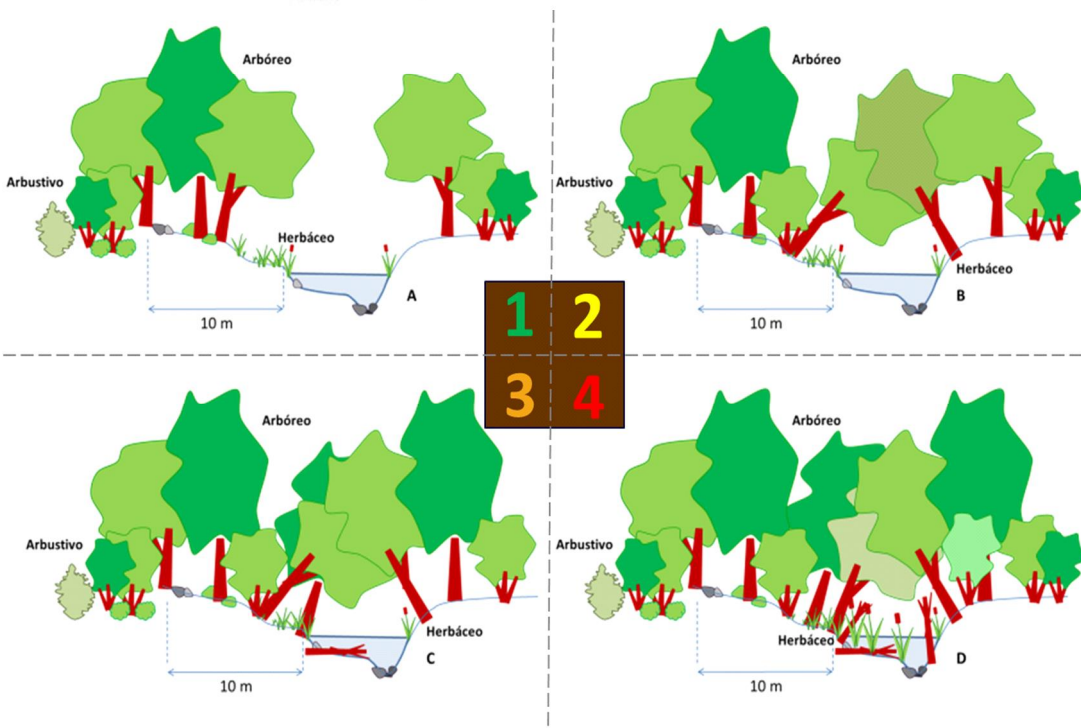
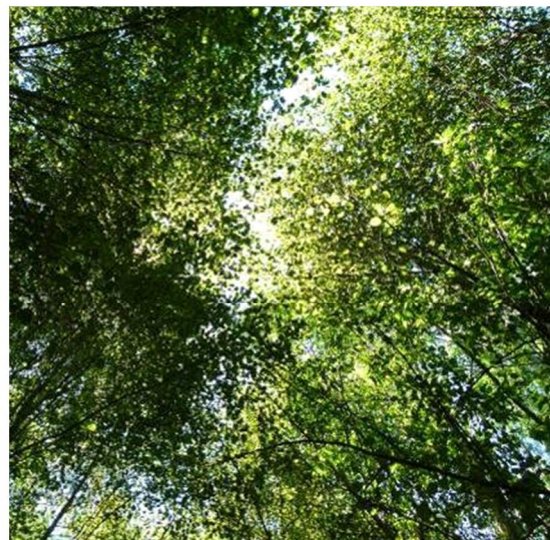
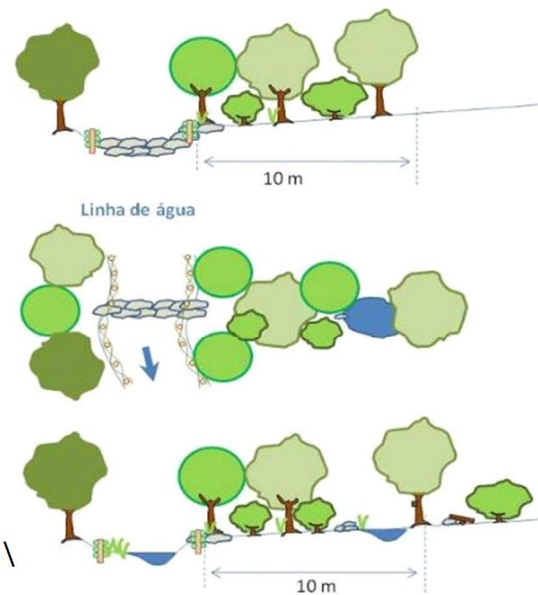
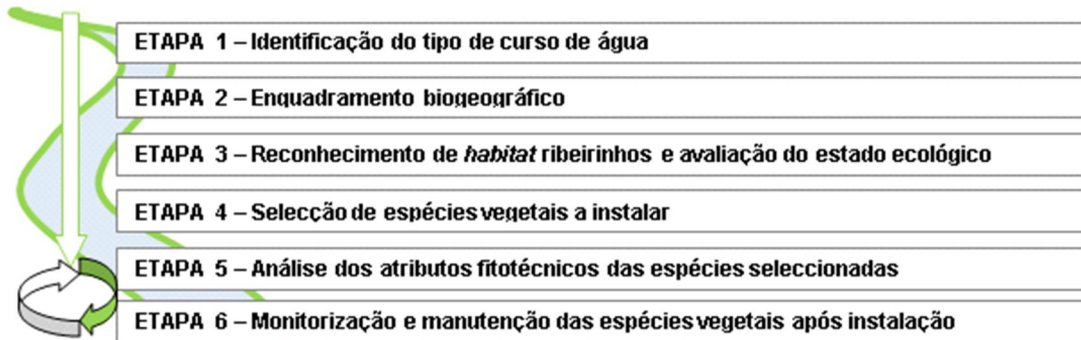
## Medidas de intervenção e melhoria fluvial

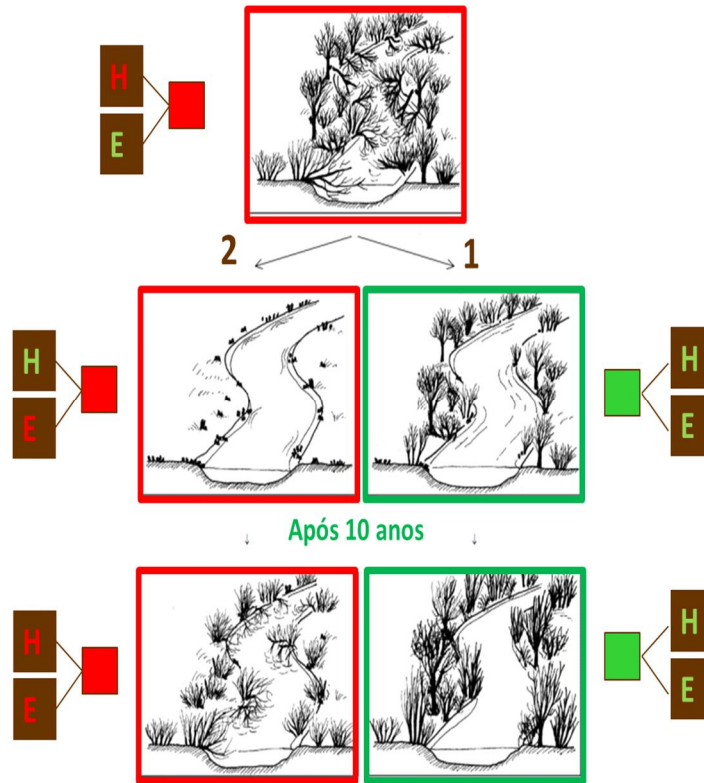
- Recuperação de habitat (ictiofauna)



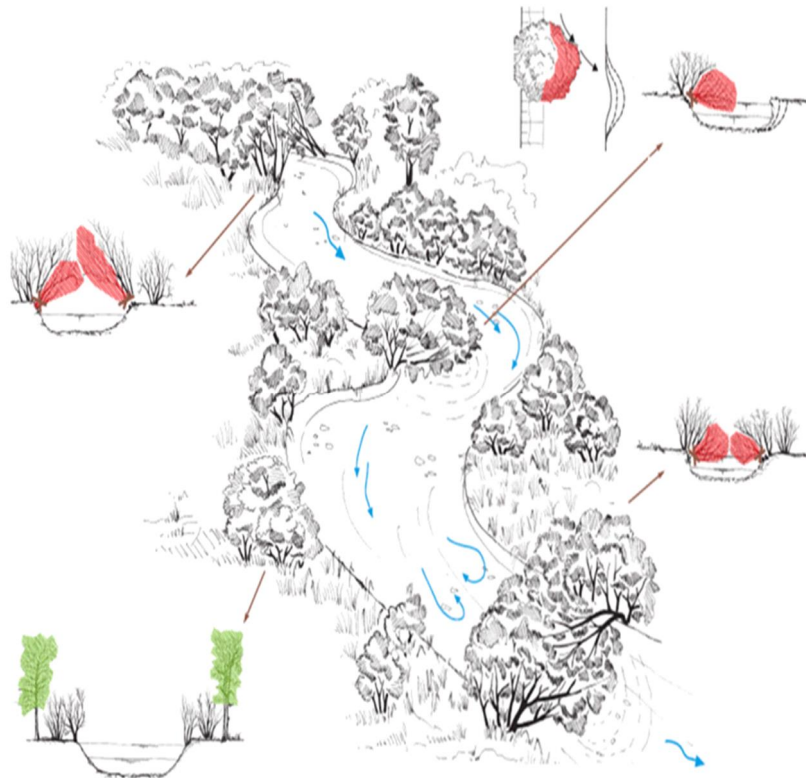


## Etapas da para a seleção de espécies autóctones (Flora)





## Técnicas de limpeza de linhas de água



## A vegetação como material vivo de construção

- Série de vegetação/Carta Biogeográfica

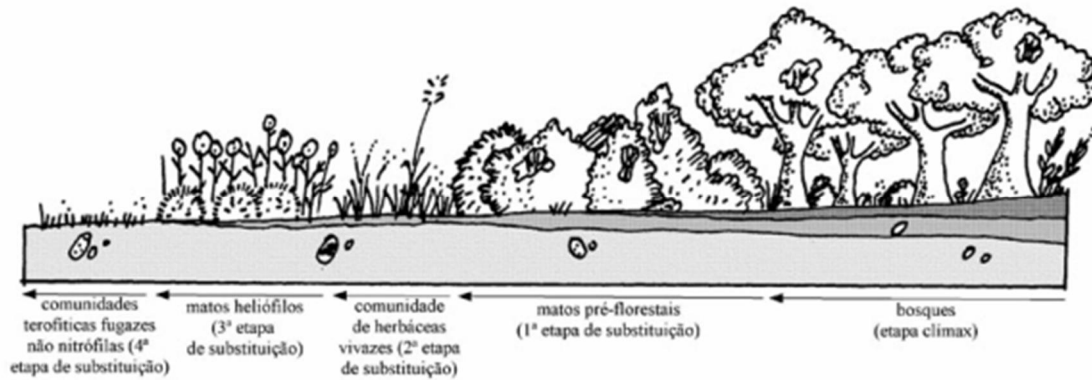


Figura 2. Série de vegetação

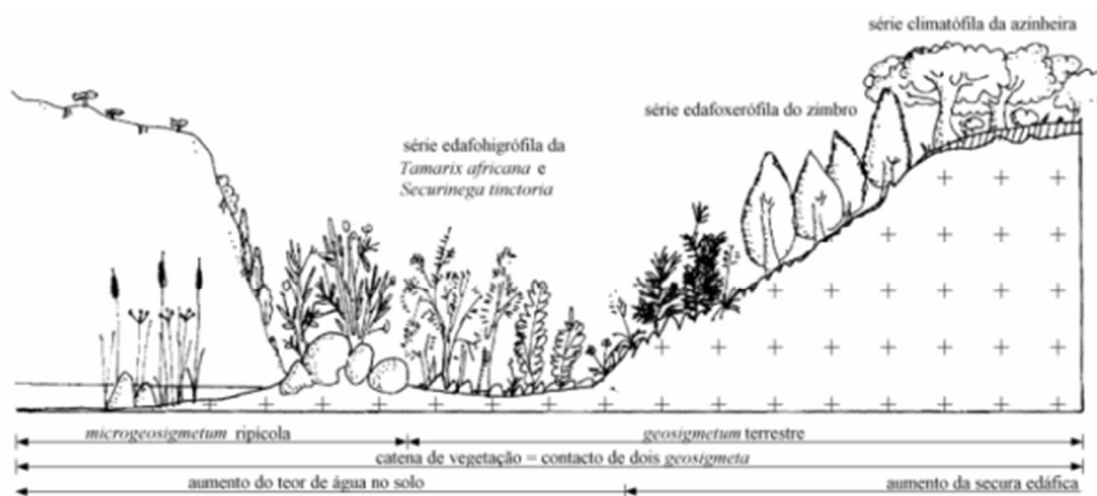
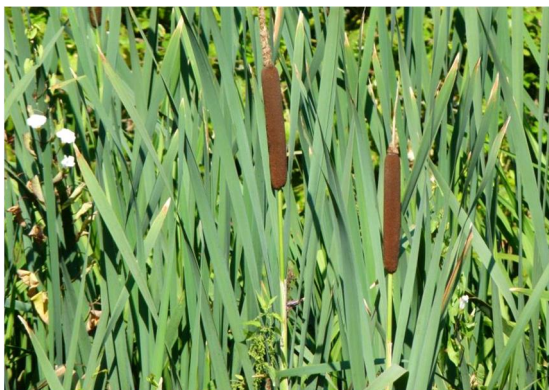


Figura 3. Geossérie, catena de vegetação e microgeosigmetum





## Casos de estudo



**Ribeira da Granja – cidade Porto  
– Prefeitura do Porto**

**Rio Uíma– cidade Fiães  
– Prefeitura de Santa Maria da Feira**

**Rio Pranto (ribeira de Carnide)  
– Prefeitura de Pombal**



## Casos de estudo/comparação com rio Jacaré

### ➤ Sistema Ambiental

Linha de Água	Sistema Ambiental					
	Comprimento (km)	Temperatura (°C)	Precipitação média anual (mm)	Bioregião	Fitoregião	Clima
<b>Rio Jacaré</b>	5,9	22,6	1093	Mata Atlântica	Floresta ombrófila densa	Tropical semi-húmido
<b>Ribeira da Granja</b>	6,2	15	100	SubAtlântica TermoSubAtlântica	Noroeste Ocidental	Temperado mediterrânico
<b>Rio Uíma</b>	22	16	85	SubAtlântica TermoSubAtlântica	Noroeste Ocidental	Temperado mediterrânico
<b>Ribeira de Carnide</b>	25	15	75	Mediterrâneo Atlântica – Atlante mediterrânica	Centro – oeste arenoso	Temperado mediterrânico

Local	Estudo	Implantação	Av. do projeto
<b>Ribeira da Granja</b>	Águas do Porto	Águas do Porto (acompanhada pela Engenho e Rio Unip, Lda.)	Águas do Porto
<b>Rio Uíma</b>	Câmara Municipal de Stª Mª da Feira	Câmara Municipal de Stª Mª da Feira (acompanhada pela Engenho e Rio Unip, Lda.)	Câmara Municipal de Stª Mª da Feira
<b>Ribeira de Carnide</b>	Engenho e Rio Unip. Lda.	Marvão Máquinas (acompanhada pela Engenho e Rio Unip, Lda.)	Município de pombal e Engenho e Rio Unip. Lda. (consultoria)

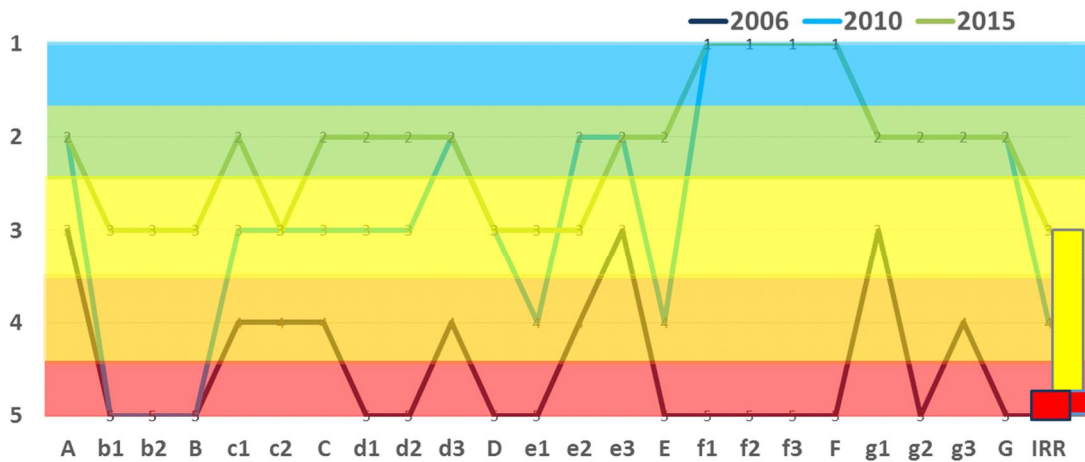
Localidade	População residente	Usos do solo
<b>Rio Jacaré</b>	487 562 habitantes (dados 2010)	Na área envolvente à área de intervenção encontram-se zonas classificadas como áreas de proteção permanente (APP), áreas especiais de interesse social (AEIS) e zonas de ocupação urbana
<b>Stª Maria da Feira</b>	139 313 habitantes (CENSOS 2011)	A área envolvida no projeto encontra-se classificada maioritariamente como zona agrícola, e ainda como Espaço Urbano de baixa densidade urbanizável e Espaço residencial nível III Urbanizado (Plano Diretor Municipal de St.ª Maria da Feira)
<b>Porto</b>	237 591 habitantes (CENSOS 2011)	A área relativa ao projeto encontra-se classificada como Área Verde de Utilização Pública inserida nos Solos Afetos à Estrutura Ecológica
<b>Carnide</b>	19 218 habitantes (CENSOS 2011)	A área relativa ao projeto está inserida no Espaço Agrícola de Produção, Espaço de uso Múltiplo Agrícola e Florestal Tipo II, Espaço florestal de Conservação, Espaço Urbano de baixa Densidade

Local	N.º de fases	Custo (€)
<b>Granja</b>	3	1ª fase: 300 mil
		2ª fase: 200 mil
		3ª fase: 200 mil
<b>Uíma</b>	2	800 mil (85% fundos comunitários)
<b>Carnide</b>	1	92 mil

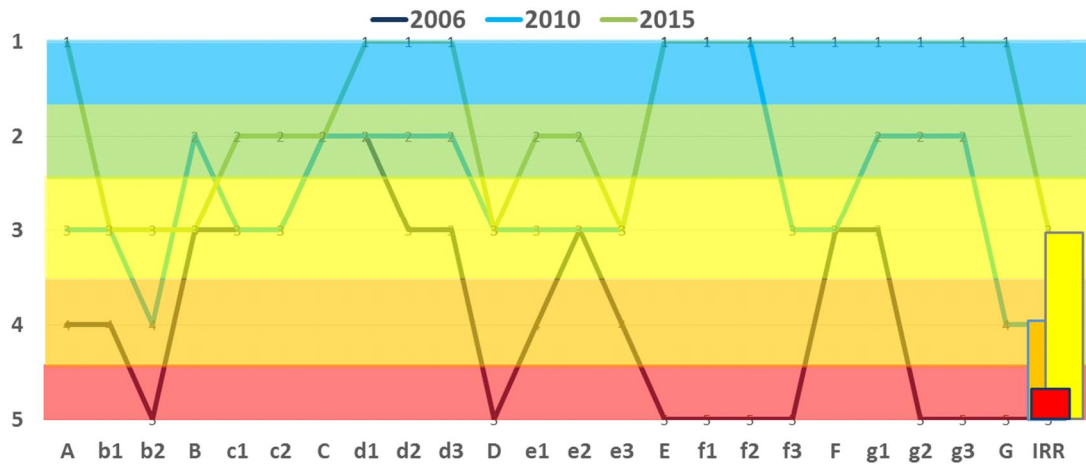
	Ribeira da Granja	Rio Uíma	Ribeira de Carnide
<b>Técnicas de engenharia natural utilizadas</b>			
Colchão Reno	X		
Enrocamento vivo	X	X	X
Enrançado	X	X	
Muro vivo	X	X	
Manta de fibra de cocô	X	X	
Bacia de retenção	X		X
Gabião vivo	X	X	
Estacaria viva		X	X
Plantações de árvores e arbustos autóctones	X	X	X
Faxinas vivas		X	X
Enrançado vivo	X	X	X
Construção de micro e mini açudes	X	X	X
Construção de charco	X	X	
Construção de ilha	X		
<b>Atuação institucional</b>			
Águas do Porto	X		
APA	X	X	X
ARH Norte	X	X	
ARH Centro			X
Município	X	X	X
Proprietários	X	X	X
<b>Despoluição das águas</b>			
Identificação de infratores/pontos de poluição (remoção de lixo)	X	X	X
<b>Recuperação da biota</b>			
Plantação por estacaria	X	X	X
Controlo de invasoras	X	X	X
Técnicas de Eng. Natural	X	X	X
Criação de nichos	X	X	X
Criação de charco	X	X	
<b>Envolvimento da população local</b>			
Apresentação pública do projeto	X	X	X
Comunicações	X	X	X
Projeto Rios	X	X	X
Plantação de autóctones		X	X

Componentes de avaliação	Troço Global
A. Dados Gerais	I a V
B. Qualidade da água	I a V
B1. Físico-químicas/bacteriológicas	I a V
B2. Ecológicas	I a V
C. Hidrogeomorfologia	I a V
C1. Regime hidrológico	I a V
C2. Características geomorfológicas	I a V
D. Corredor Ecológico	I a V
D1. Vegetação	I a V
D2. <i>Habitat</i>	I a V
D3. Fauna	I a V
E. Alterações Antrópicas	I a V
E1. Poluição	I a V
E2. Construções	I a V
E3. Exploração	I a V
F. Participação Pública	I a V
F1. Disponibilização de informação	I a V
F2. Envolvimento público	I a V
F3. Acção	I a V
G. Organização e planeamento	I a V
G1. Legislação	I a V
G2. Estratégia, planos de ordenamento e gestão	I a V
G3. Gestão das intervenções de melhoria	I a V
IRR- Índice de reabilitação de Rios	I a V

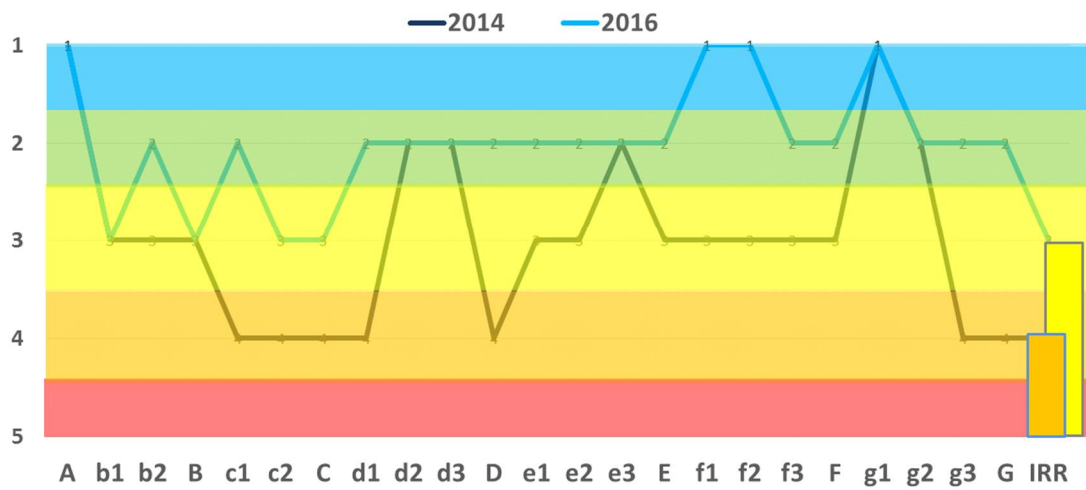
### Ribeira da Granja

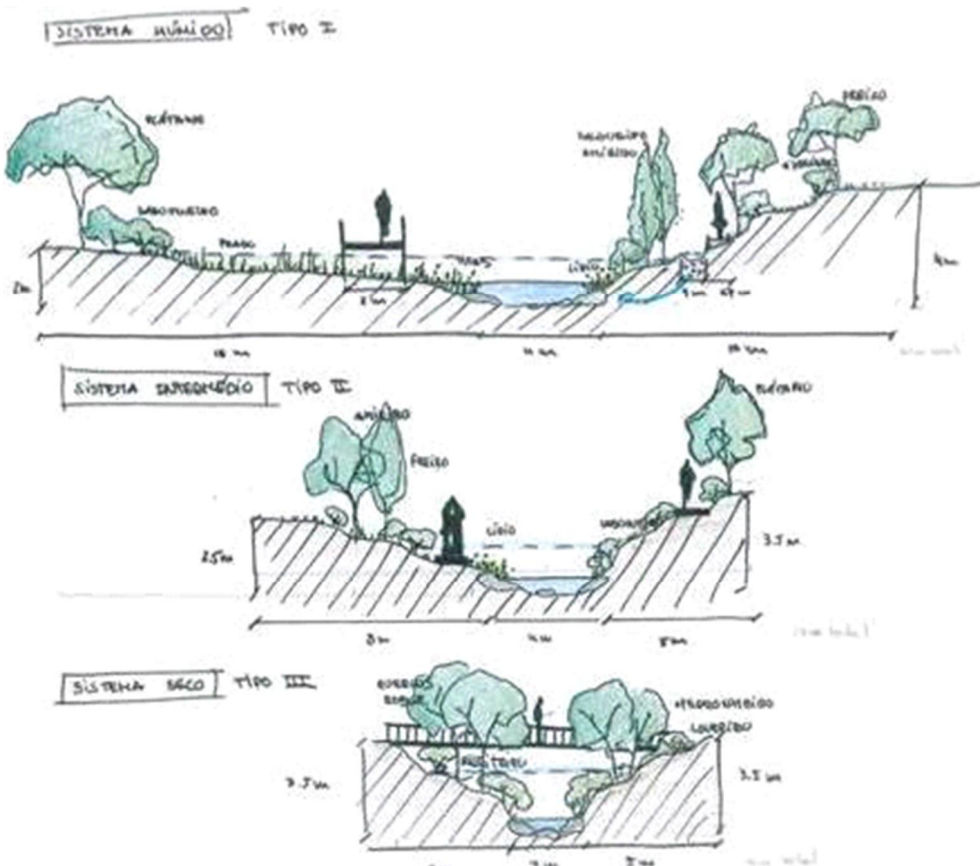
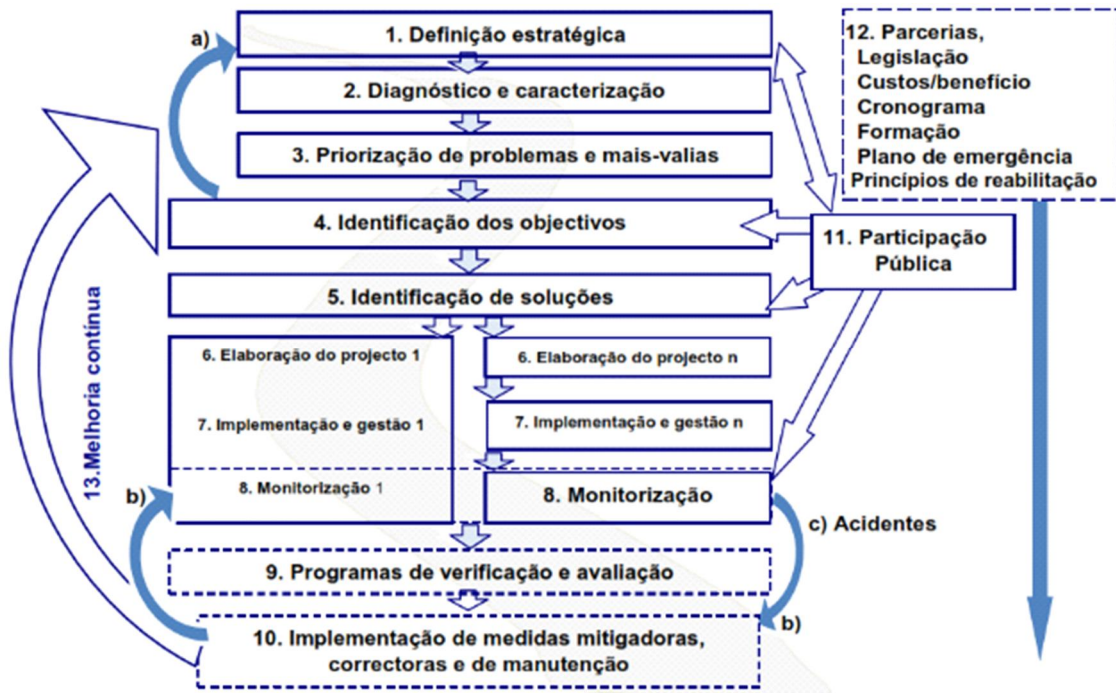


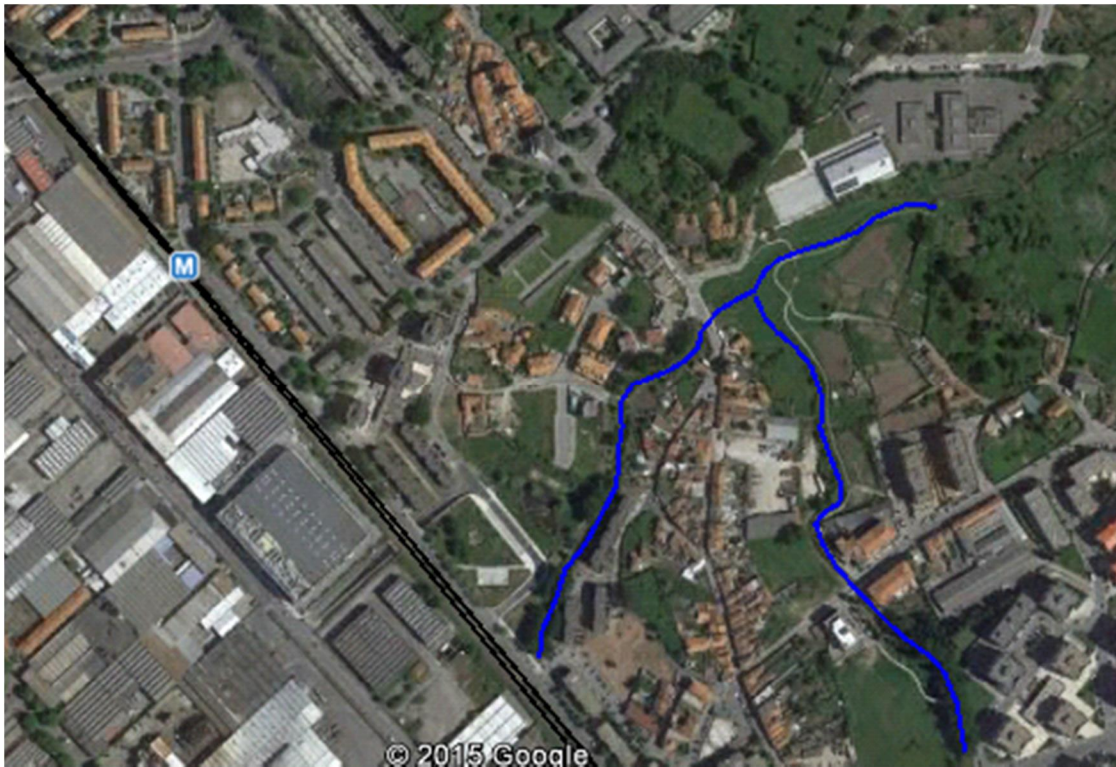
### Rio Úima



### Ribeira de Carnide

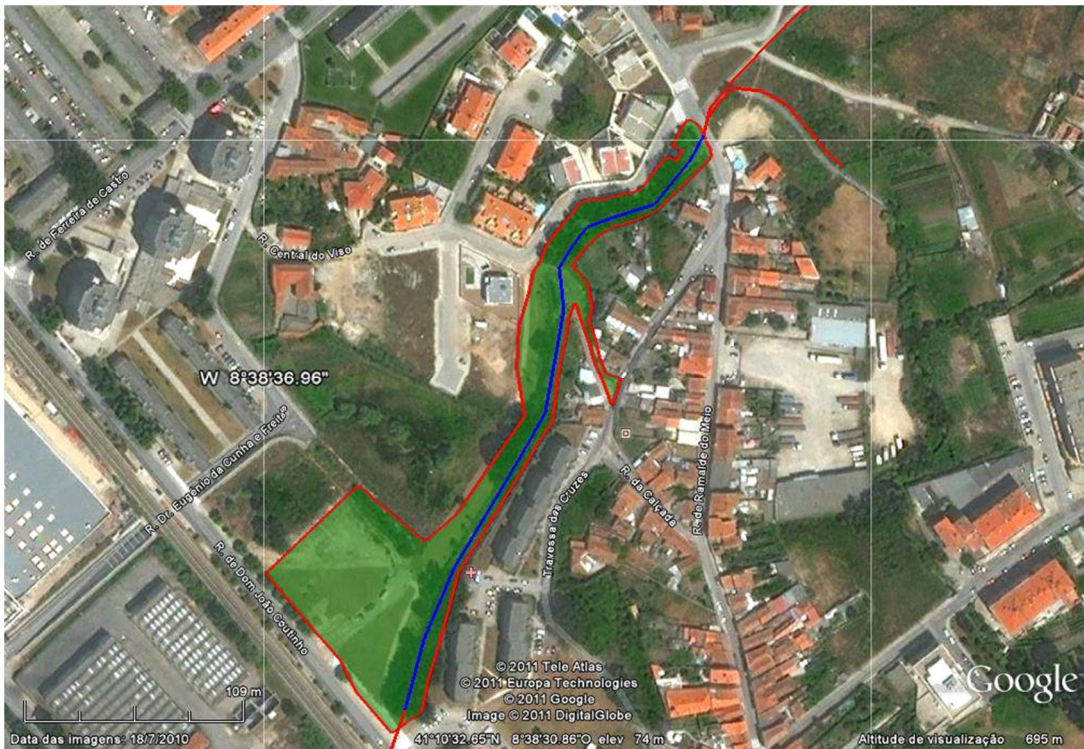


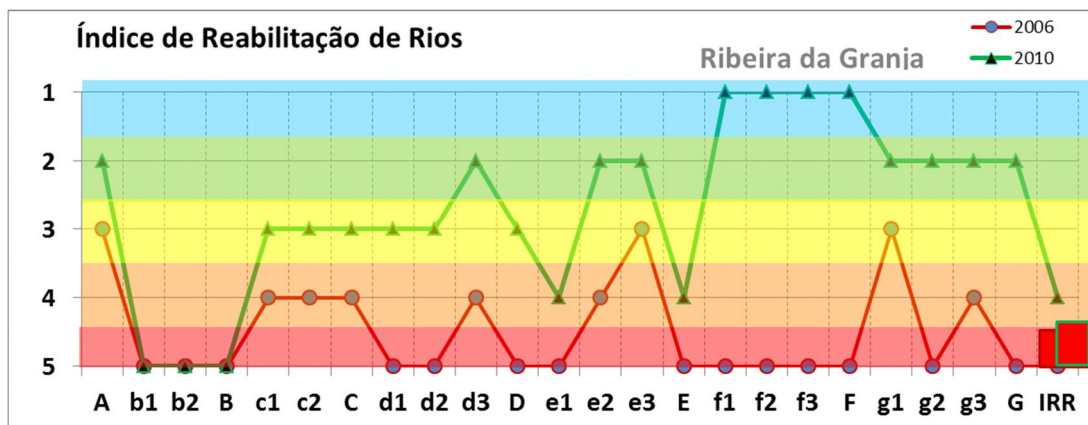




## Estudos de Caso

- Ribeira da Granja (Porto) - Fase 1







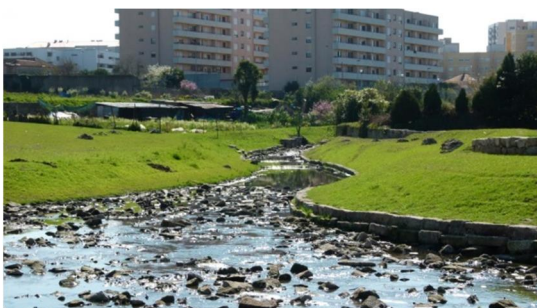


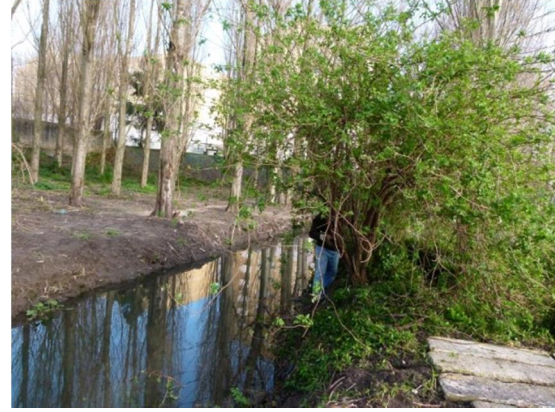
## Exemplo 2

### ➤ Ribeira da Granja (Porto) - Fase 2



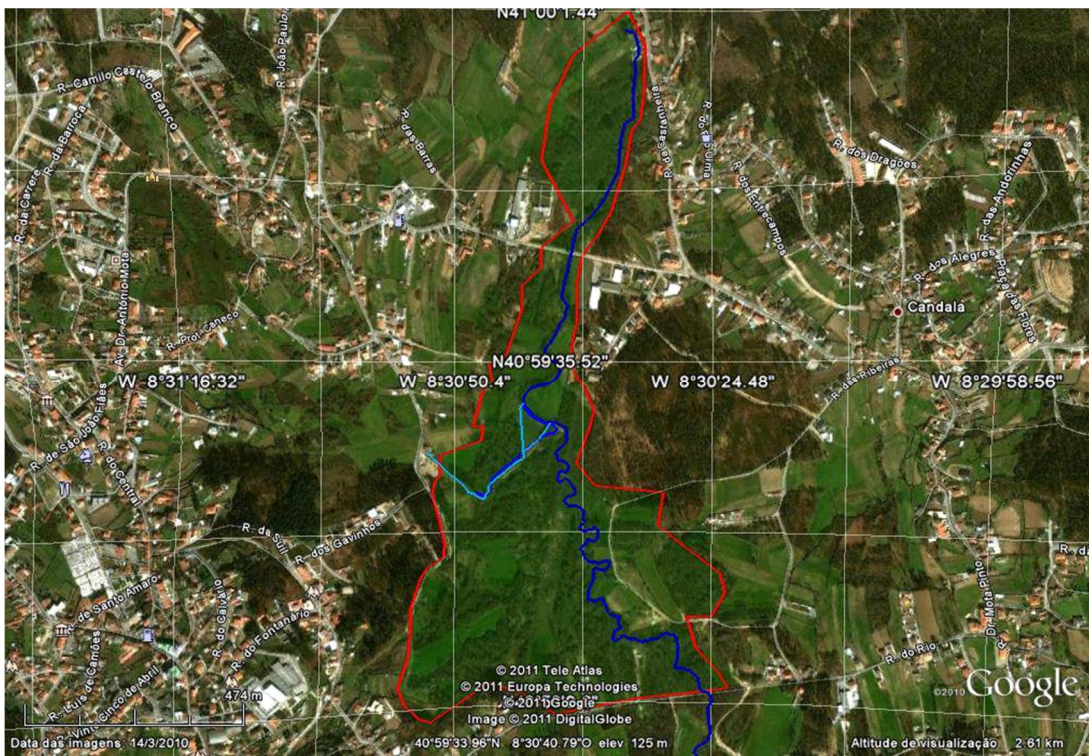
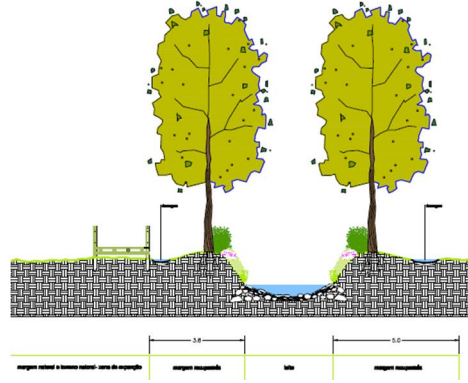


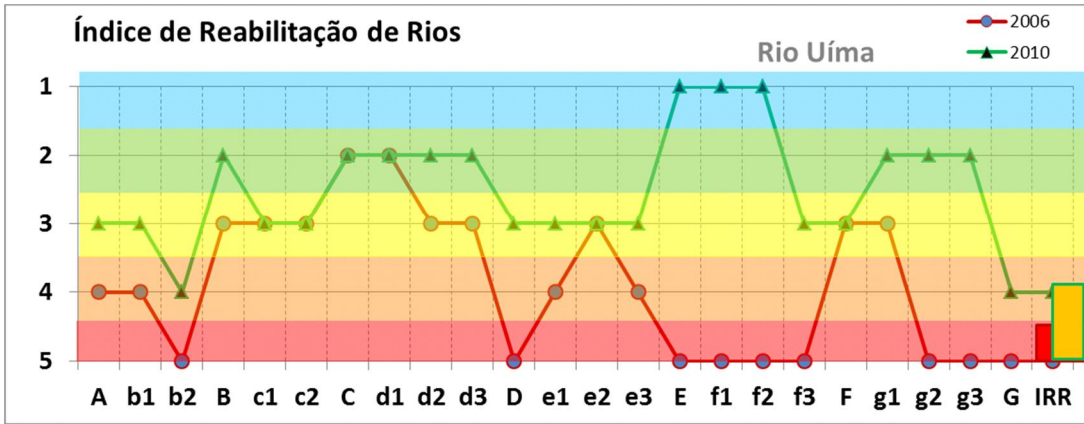




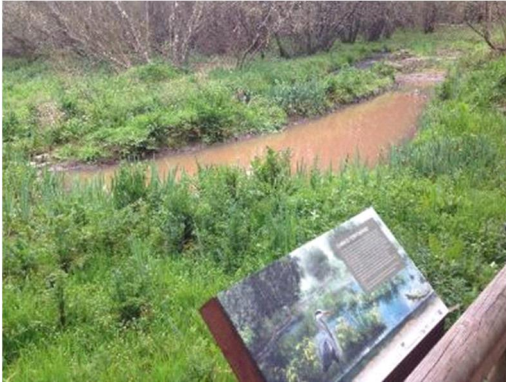
## Rio Uima - Santa Maria da Feira















# RIQUÍMA

parque das ribeiras

- PARQUE
- BIODIVERSIDADE
- ACESSIBILIDADE
- AGENDA
- GALERIA
- INFORMAÇÕES

» BIODIVERSIDADE



Biodiversidade ou diversidade biológica refere-se:

- À variedade de vida no planeta, ou num local específico, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies...

LER MAIS



## RIQUÍMA

parque das ribeiras

- PARQUE
- BIODIVERSIDADE
- ACESSIBILIDADE
- BOAS PRÁTICAS
- AGENDA
- GALERIA
- INFORMAÇÕES

O Manual de Boas Práticas 'Reabilitação de Rios' constitui-se como uma importante ferramenta de apoio a técnicos e gestores de intervenções no meio hídrico, perpetuando uma melhor conexão dos princípios da Diretiva do Quadro da Água e da Lei de Água. É nosso objetivo que este documento contribua para que as intervenções no meio hídrico respeitem os princípios hidrológicos e ecológicos dos ecossistemas ribeirinhos.

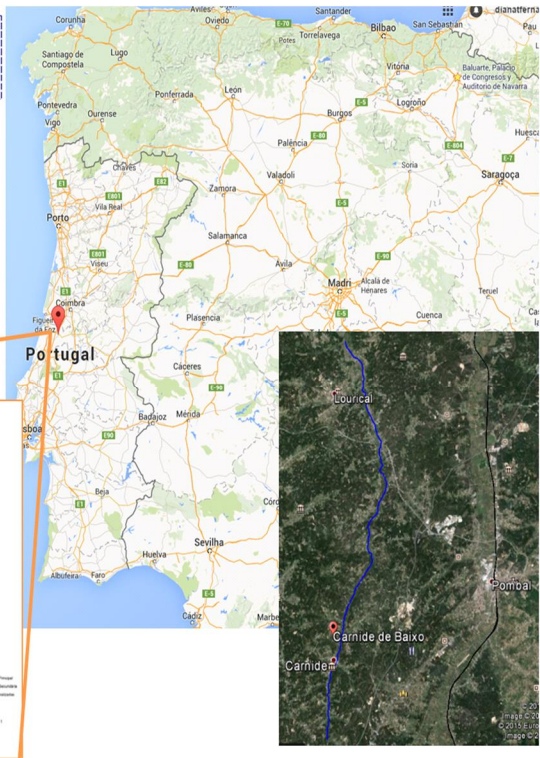
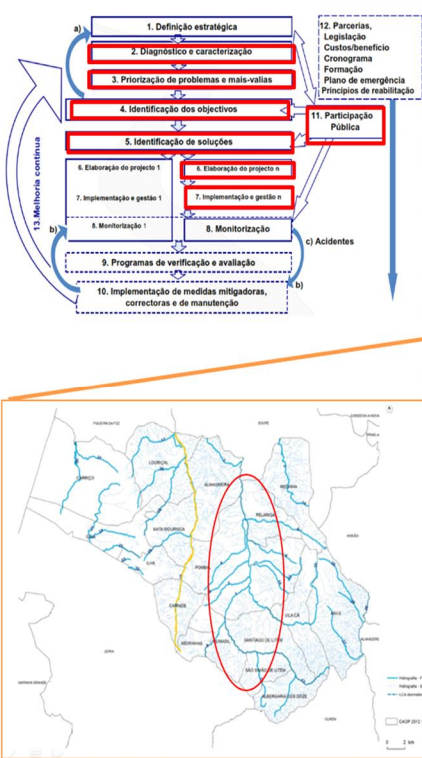


## Limpeza e Valorização da ribeira de Carnide (Rio Pranto)

- Pombal -



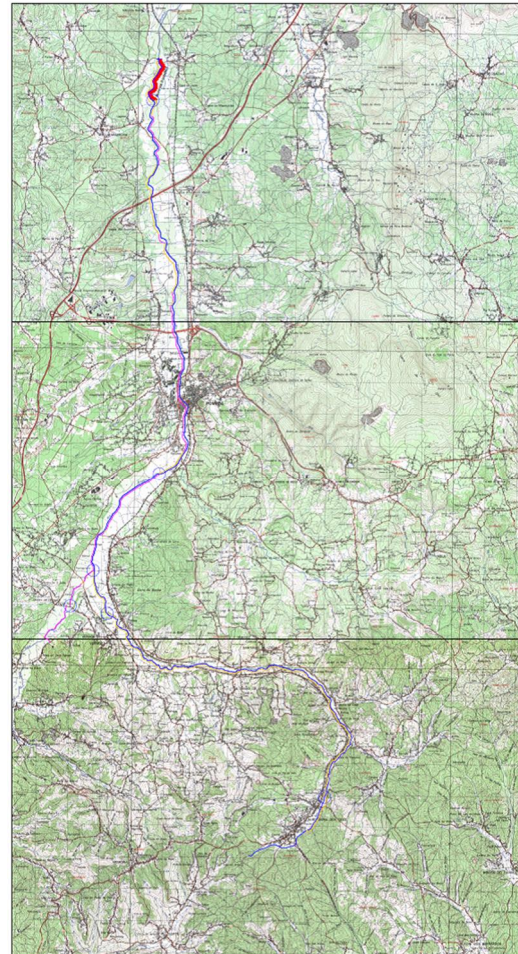
# Ribeira de Carnide



## 7. Limpeza de linhas de água - Algumas notas – Empreitada da Ribeira de Carnide

- 1. Limpeza e reabilitação das margens da linha de água e espaço envolvente
  - 1.1. Corte e Limpeza de Silvados;
  - 1.2. Corte seletivo e Limpeza de Canavial;
  - 1.3. Corte seletivo e limpeza de Acácias;
  - 1.4. Corte seletivo, poda de formação de árvores e arbustos;
  - 1.5. Remoção de material lenhoso do leito e margens;
  - 1.6. Remoção de resíduos domésticos e entulhos.
- 2. Estabilização de Margens
  - 2.1. Modelação de Margens com escavação;
  - 2.2. Desmatação, escavação e movimento de terras;
  - 2.3. Fornecimento e aplicação de enrocamento de pedra;
  - 2.4. Enrocamento vivo - Plantações
    - 2.4.1. Estacaria viva de espécies autóctones da região;
    - 2.4.2. Fornecimento e plantação de árvores autóctones da espécie Amieiro;
    - 2.4.3. Fornecimento e plantação de árvores autóctones da espécie Borrazeira-preta;
    - 2.4.4. Fornecimento e plantação de árvores autóctones da espécie Freixo;
    - 2.4.5. Fornecimento e plantação de arbustos autóctones da espécie Pilriteiro;
    - 2.4.6. Estabilização da margem com faxinas vivas;
    - 2.4.7. Estabilização da margem com entrançado vivo.
- 3. Construção de micro e mini-açude

- 3.1. Micro e mini-açude em madeira do local com um diâmetro mínimo de 0.50m;
- 3.2. Micro e mini-açude em pedra da região com um diâmetro mínimo de 0.50m.
- 4. Construção de bacias de retenção
  - 4.1. Modelação e construção de bacia de retenção.
- 5. Promoção da Participação Pública e sensibilização ambiental.





## Tipos de obstrução do leito



Perturbação ligeira



Com perturbação



Com grande perturbação



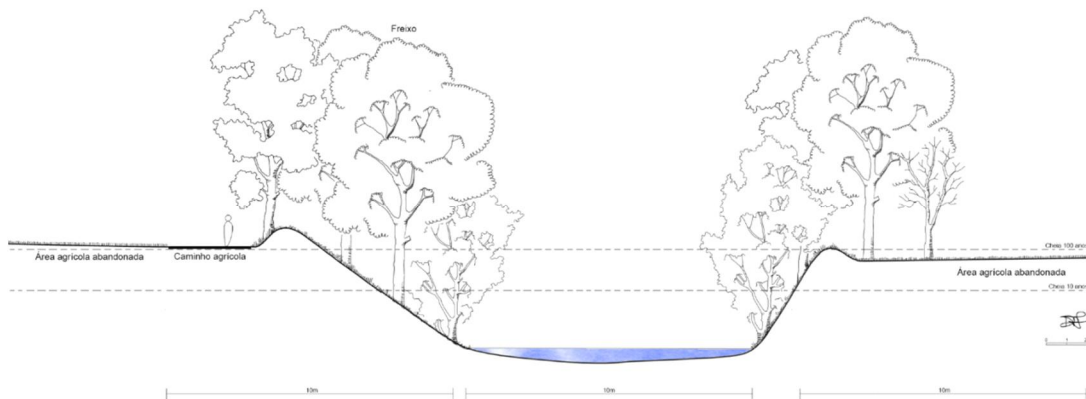
Com total obstrução

## Principais Problemas

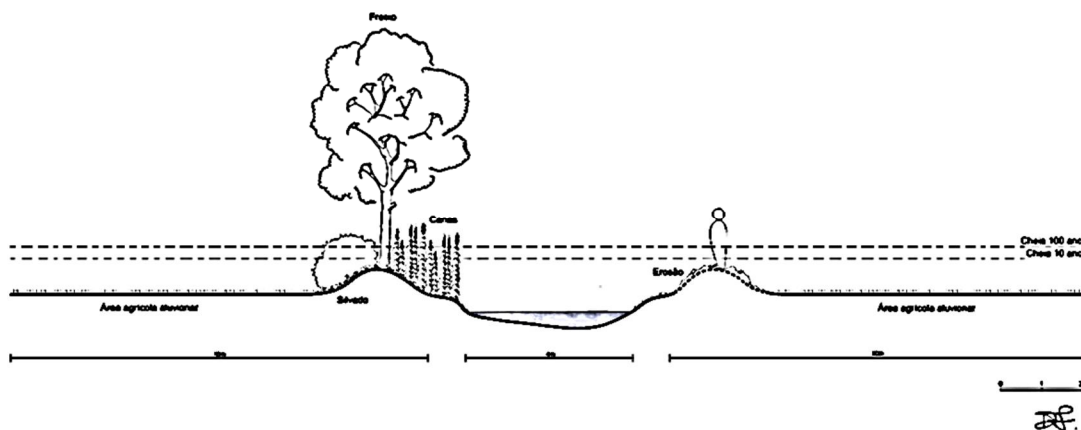
(Legenda: +++ Representatividade elevada; ++ Representatividade média; + Representatividade baixa)

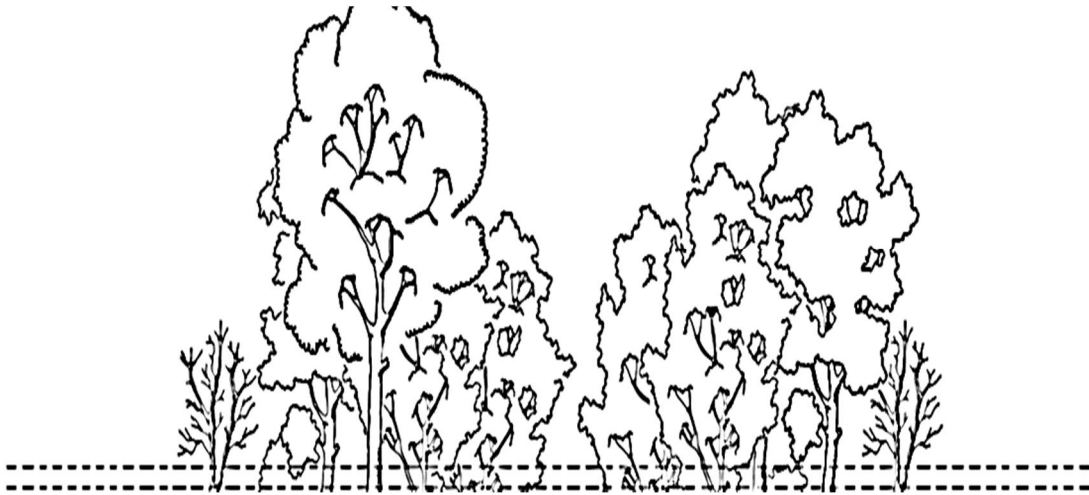
Problema	Troço				
	1	2	3	4	5
Risco de cheias	+++	+++	+++	+++	+++
Erosão	+++	+++	+++	++	+
Sedimentação do leito	++	+	+	+	+
Motas destruídas	+++	++	+	+	+
Obstrução parcial de leito	++	+++	+++	+++	+++
Obstrução total de leito	++	++	++	+++	+++
Inacessibilidade de leito e margens por vegetação exótica	+	++	++	++	+++
Qualidade da água: Turvação da água	+++	+++	+++	+++	+
Motores de rega e captações	+++	+++	+++	+++	+++
Depósitos de entulho	++	+	++	+	+
Pontos de descarga ilegais	++	++	+	++	+++
Qualidade da água: turvação e transparência	++	+++	+	+++	+
Açudes para rega construídos pelos agricultores	+++	+++	+++	+++	+++

## Caracterização e Tipologia



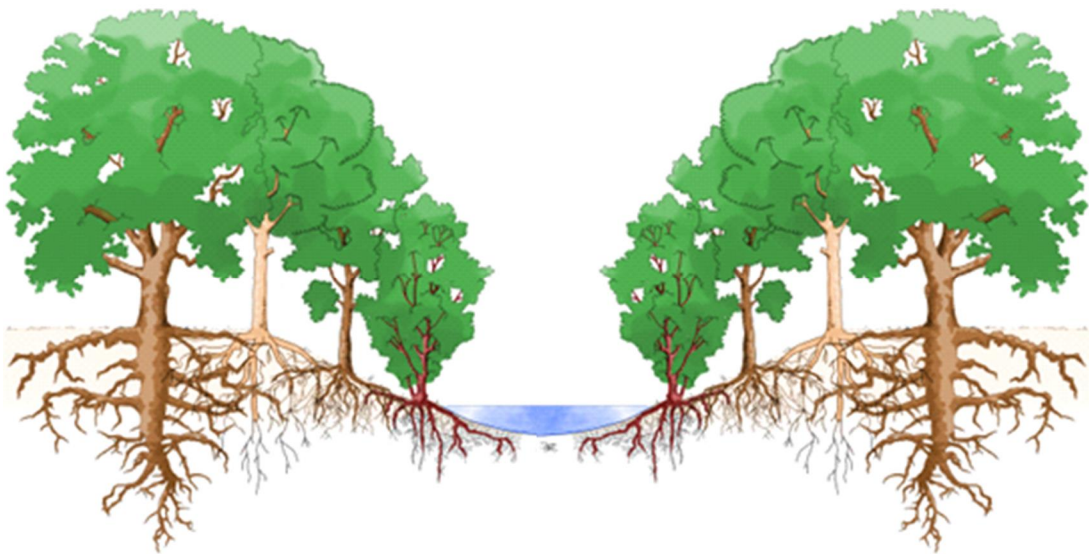
## Tipo de Solução





## Estabilização de margens

### Intervenções de Engenharia Natural





## 1. Limpeza e reabilitação das margens da linha de água e espaço envolvente

### 1.1. Corte e Limpeza de Silvados.



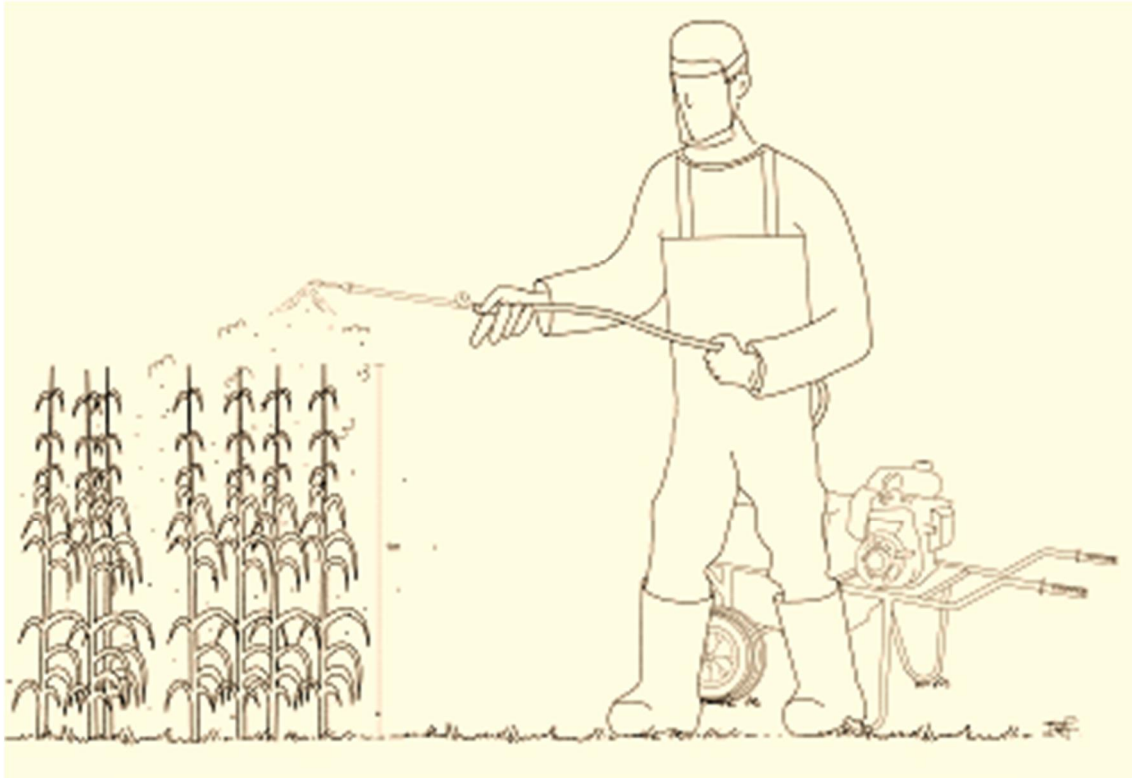


## Limpeza para levantamento topográfico



### 1.1. Corte e Limpeza de Canavial.

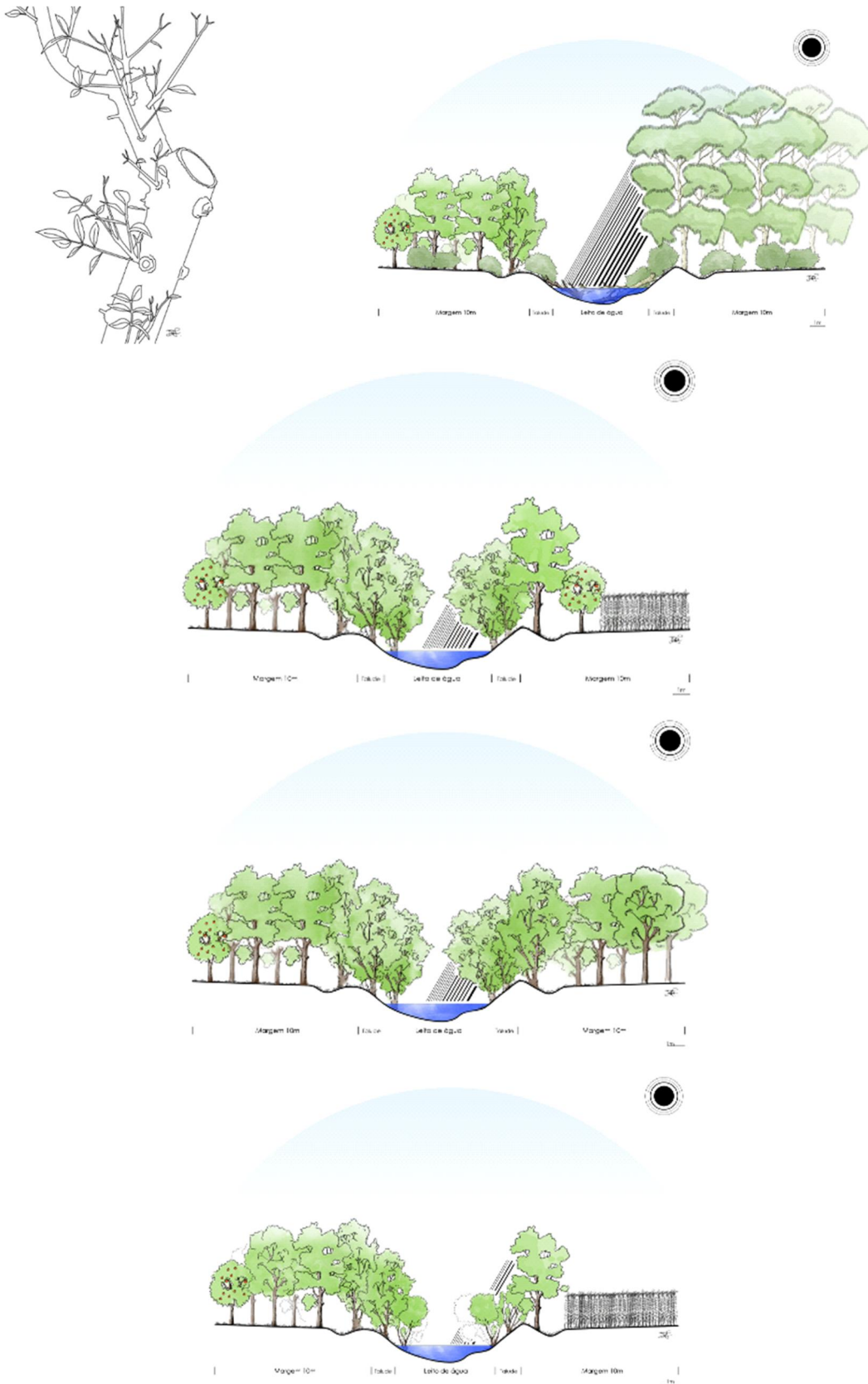




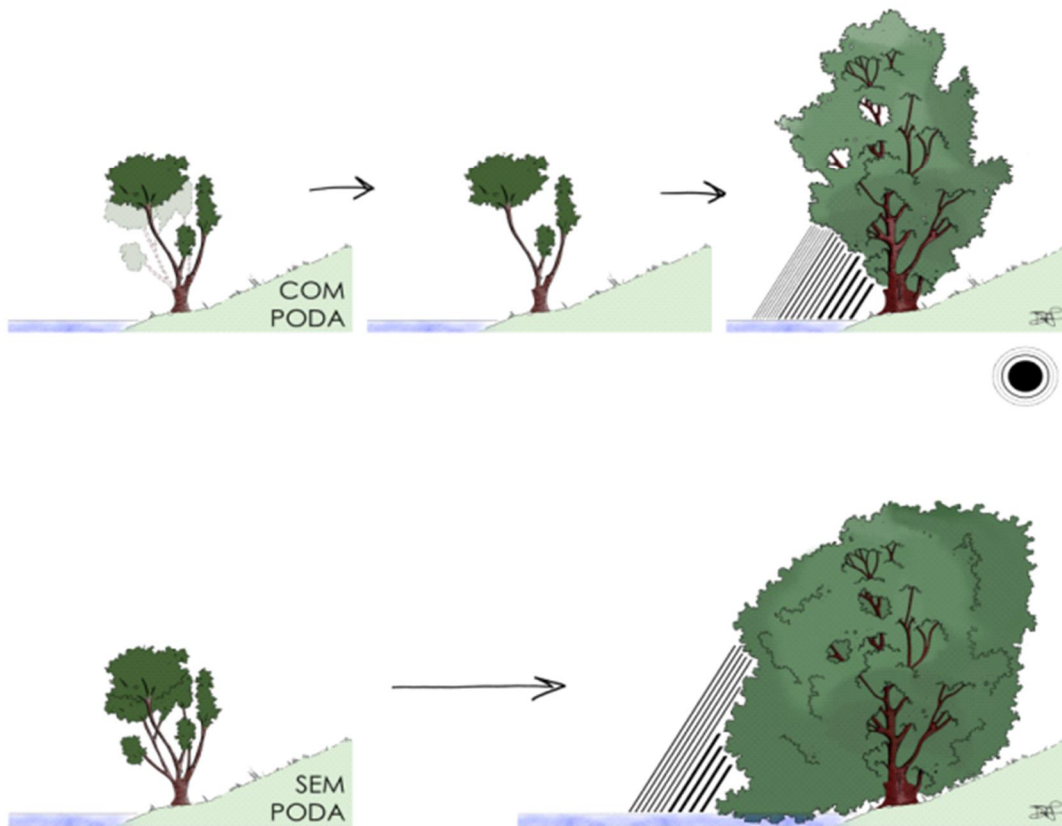
## Aplicação de herbicida sistêmico



### 1.4. Corte seletivo, poda de formação de árvores e arbustos.







### 1.5. Remoção de material lenhoso do leito e margens.

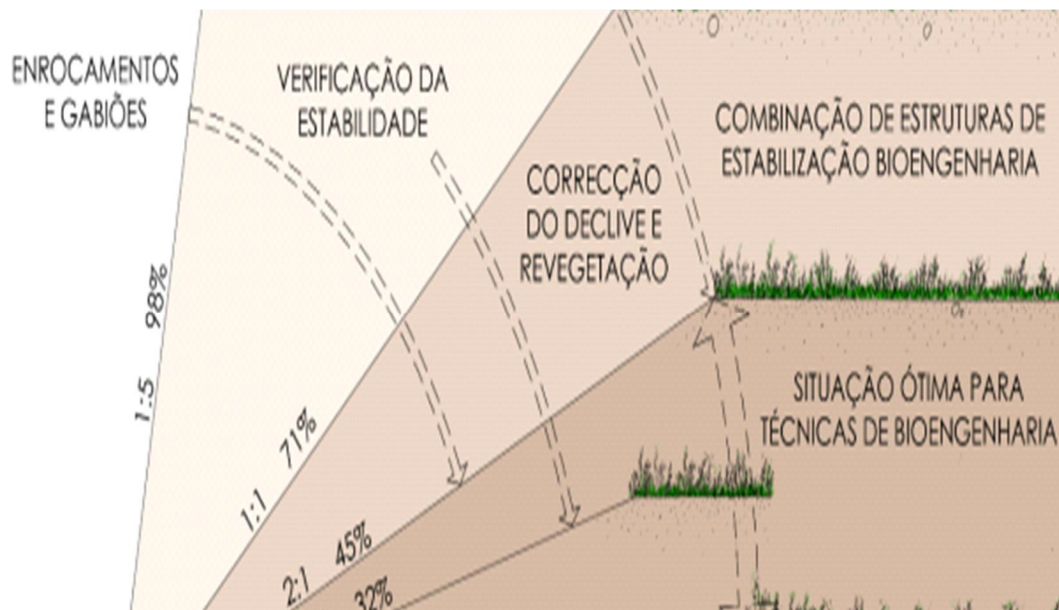


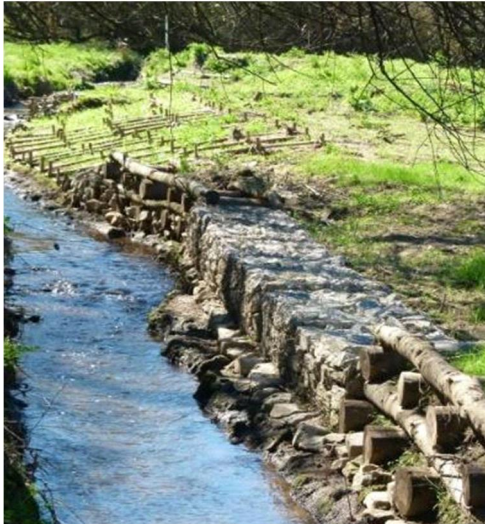
## 1.6. Remoção de resíduos domésticos e entulhos.



## 2. Estabilização de Margens

### 2.1. Modelação de Margens com escavação.

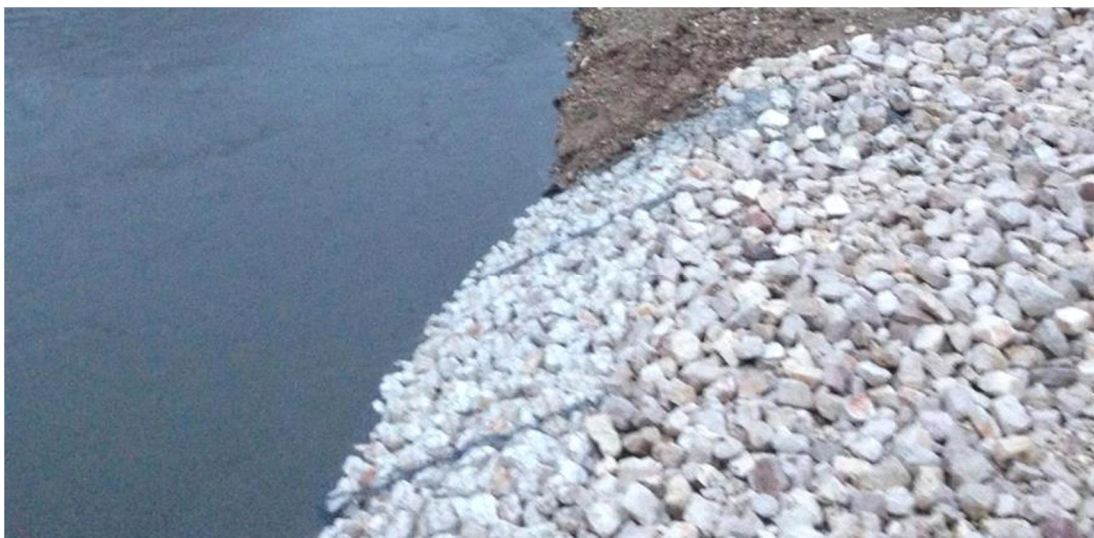




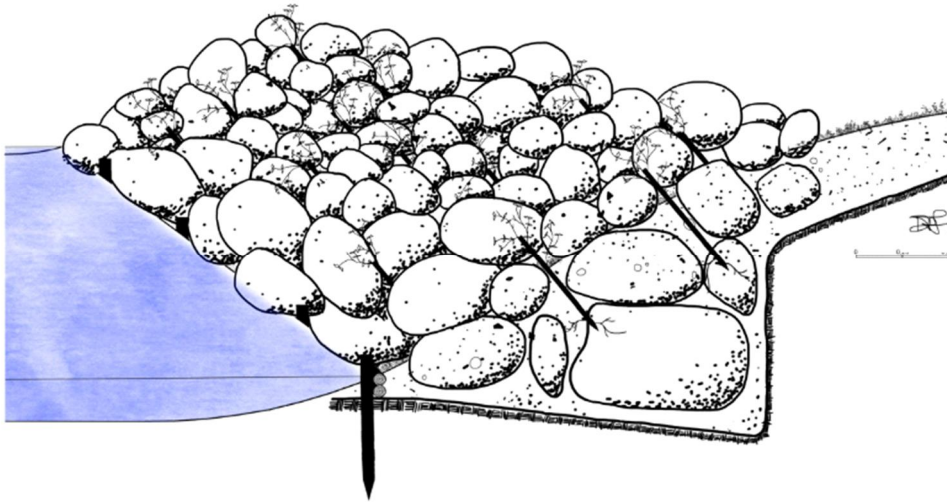
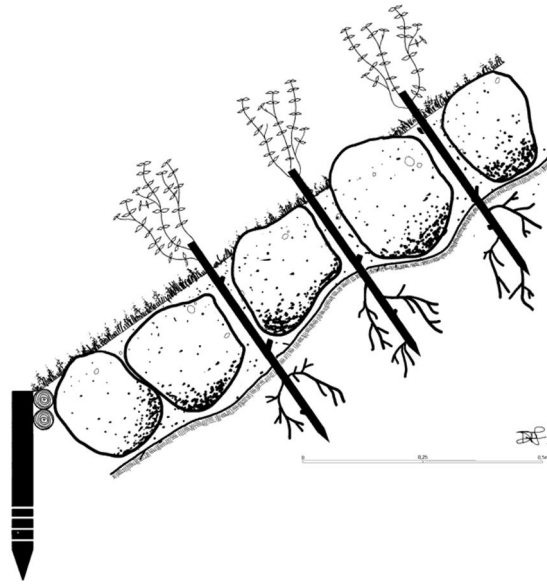
## 2.2. Desmatação, escavação e movimento de terras.



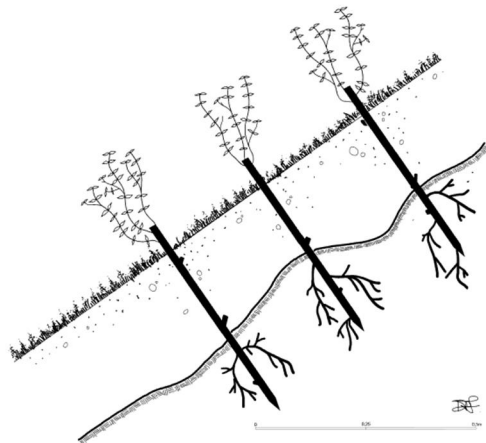
## 2.3. Fornecimento e aplicação de enrocamento de pedra.



## 2.4. Enrocamento vivo - Plantações.



### 2.4.1. Estacaria viva de espécies autóctones da região.



## 2.4.2. Fornecimento e plantação de árvores autóctones:

➤ Amieiro

2.4.3. Borracheira-preta .

2.4.4. Freixo.

2.4.5. Pilriteiro .





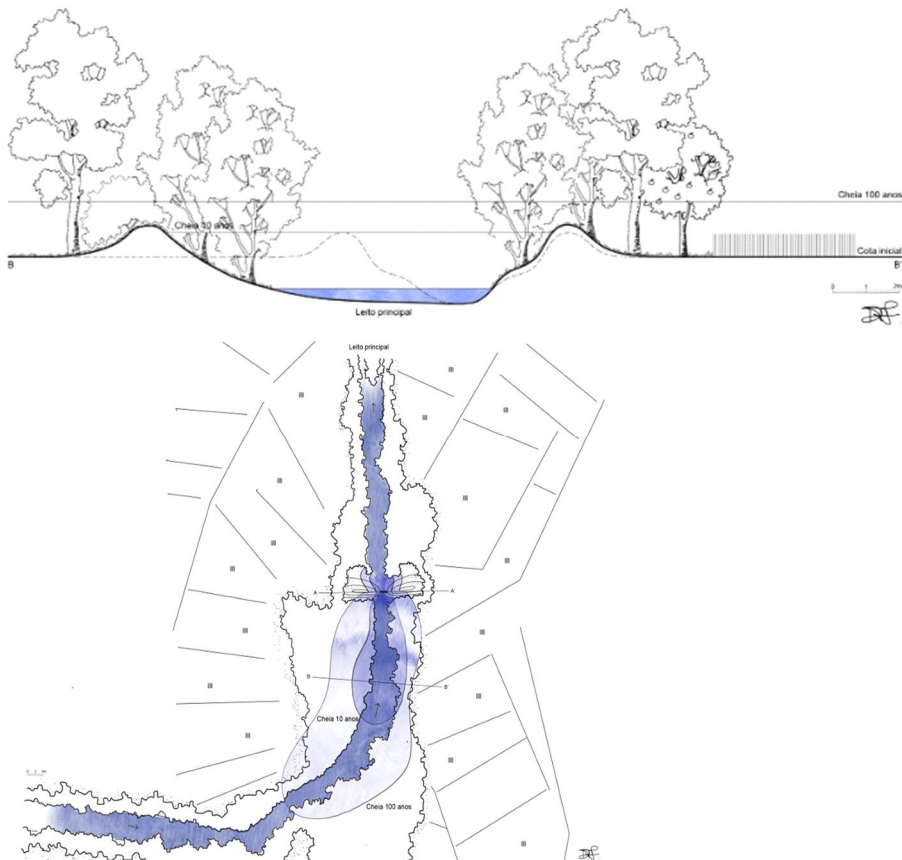
### 3. Construção de micro e mini-açude

3.1. Micro e mini-açude em madeira do local com um diâmetro mínimo de 0.50m.

3.2. Micro e mini-açude em pedra da região com um diâmetro mínimo de 0.50m.



## 4. Construção de bacias de retenção



### 4.1. Modelação e construção de bacia de retenção.





## 5. Promoção da Participação Pública e sensibilização ambiental



## Promoção da Participação Pública



POMBAL FREGUESIAS

MUNICÍPIO QUER IDENTIFICAR E INFORMAR PROPRIETÁRIOS

### Ribeira de Carnide ganha nova vida

A intervenção de limpeza e beneficiação da Ribeira de Carnide teve início no dia 26 de Junho. Antes disso, realizou-se uma sessão pública de esclarecimento, com o propósito de sensibilizar a população para a necessidade de se envolver num projecto "de todos".

Ana de Jesus

No passado dia 25 de Junho, Almogres recebeu uma sessão de apresentação do projecto de reabilitação e recuperação da Ribeira de Carnide, numa intervenção que será suportada pelo Município de Pombal. "Não nos vamos cuidar de tudo, vamos cuidar de uma parte principal", alertou Pedro Teiga, engenheiro responsável pelo projecto, firmando a necessidade de os proprietários conservarem as linhas que vão dar ao curso principal, as cortinas, segundo a lei, a responsabilidade de limpar e cuidar das margens, nas frentes fora dos aglomerados urbanos, cabe aos proprietários. "O Município assumiu que vai fazer esse trabalho pelos proprietários, mas com uma correspon-

bilização", assinalou Pedro Teiga, dando conta que este processo será iniciado pelo Município, mas que deverá ser continuado pelos confinantes.

É neste contexto que está prevista a realização de diversas acções de sensibilização, para que os proprietários conheçam as suas responsabilidades e a forma como poderão contribuir para a preservação da ribeira, numa adaptação entre a utilização humana e as características naturais do curso de água. "Aquilo que nós pretendemos é a reabilitação, melhorar este espaço para que tenhamos um sistema hidrológico, a comunidade envolvida e os ecossistemas a funcionar", resumiu o engenheiro, referindo que a proposta apresentada vai ao encontro de uma solução inovadora, em que se deixam de parte processos de artificialização. Assim, a acção passará pelo corte selectivo e poda, minimização dos efeitos da contaminação da água, estabilização das margens com técnicas de engenharia natural, limpeza de entulhos e resíduos domésticos, corte e controlo da vegetação exótica e invasora. Também será feito o levantamento e registo dos proprietários dos terrenos adjacentes à ribeira.



A segunda sessão pública sobre Limpeza, Reabilitação e Valorização da Ribeira de Carnide realiza-se no dia 15 de Julho (quarta-feira), a partir das 19 horas, na Junta de Freguesia de Lourizal.

04 89

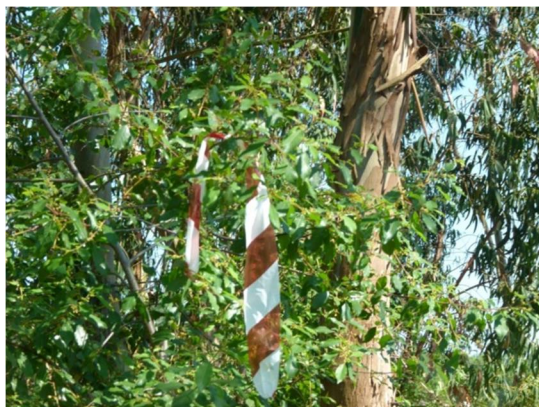
A intervenção a realizar na Ribeira de Carnide abarca as freguesias de Almogres, Carnide, Lourizal e Mata Mourisca (União de Freguesias de Gula, Iha e Mata Mourisca).

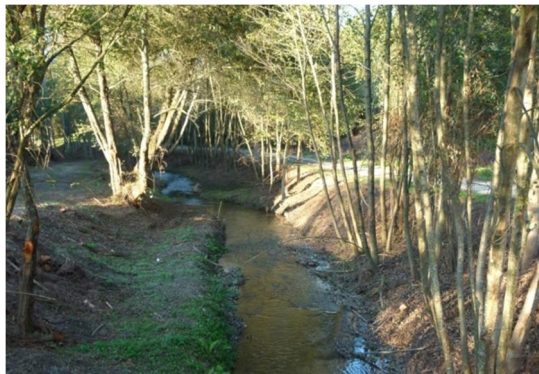
Entretanto também foi lançada a concurso a obra homologada de intervenção no Rio Arunca, nas freguesias de Almogres, Pombal, Vermil e União de Freguesias de Santiago e São Simão de Lillo e Albergaria dos Doze, tendo terminado a 3 de Julho o prazo para apresentação das propostas.

A obra foi lançada a concurso público com um valor base estimado de 148700 euros. Contudo, a proposta com melhor preço foi muito inferior, sendo que a obra foi adjudicada a uma empresa de Cantanhede por 82220 euros.



## Manutenção e fiscalização





## RESTAURAÇÃO FLUVIAL: ESTUDOS DE CASO NA REGIÃO DA BAÍA DE CHESAPEAKE, EUA

**SOLANGE FILOSO**

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Mestrado e Doutorado em Biologia Aquática pela Universidade da Califórnia/EUA, com Pós-doutorado em Biogeoquímica de Ecossistemas Aquáticos pela Cornell University. Atualmente é professora na Universidade de Maryland (EUA) e desenvolve pesquisa na área de restauração de bacias e sistemas fluviais nos Estados Unidos e no Brasil.



## Resumo

A Consultora introduz sua palestra mencionando as similaridades entre Baía de Guanabara e Baía de Chesapeake, nos EUA, para onde afluem os Rios Cypress, Saltworks e Broad, que se constituem nos estudos de caso ora apresentados. Além disso, informa sobre os programas governamentais nos Estados de Maryland e de Washington D.C. incentivando a restauração fluvial urbana, cujos principais objetivos são (i) melhorar a qualidade da água de rios urbanos, (ii) recuperar ecossistemas lóticos, e (iii) reduzir carga de poluentes transportadas para a Baía de Chesapeake. Em todos os casos apresentados a palestrante menciona os resultados e os prós e os contras do Projeto.

No Rio Cypress, em Maryland, os objetivos com relação à bacia foram reduzir o volume do escoamento superficial e melhorar qualidade dessas águas. No que se refere ao canal, os objetivos foram reduzir o fluxo de pico, a erosão e o assoreamento, promover retenção de nutrientes, melhorar qualidade da água, bem como a carga de poluentes transportadas para a Baía. As técnicas utilizadas na bacia, foram o sistema de biorretenção, criação de 2 ha de zona úmida permeável, sistema de transporte e tratamento de águas fluviais. No próprio canal foi feita a sua restauração com obras de pequenos represamentos com materiais locais, criação de meandros e de áreas de alagamento.

O segundo caso apresentado foi o do Rio Saltworks, também no Estado de Maryland, teve como foco as estruturas de manejo de águas pluviais, a reconfiguração do canal principal e o controle da erosão na zona de maré, com vistas aos seguintes objetivos: (i) reduzir o volume e melhorar qualidade de águas pluviais; (ii) atenuar vazão de pico no leito principal; (iii) reduzir erosão e assoreamento; (iv) melhorar qualidade da água; (v) reduzir carga de N e P transportadas para a Baía; (vi) controlar a erosão na zona de maré; e (vii) reduzir sedimentação na desembocadura do rio. Assim, o plano de restauração da bacia contemplou a substituição das estruturas de manejo de águas pluviais conectadas com o alto e baixo rio; a reconfiguração do canal principal desde a cabeceira até a zona de maré, com o alargamento do leito e a criação de áreas de alagamento nas margens; e o controle da erosão na zona de maré, com a plantação de vegetação nativa.

O último caso teve como objetivos: (i) melhorar habitat lótico; (ii) estabilizar canal e eliminar erosão nas saídas de canos; (iii) melhorar qualidade da água; (iv) aumentar infiltração de água pluvial e fluxo de base; (v) diminuir carga de poluentes transportados a jusante; e (vi) criar área de lazer e recreação para a população local. As técnicas utilizadas foram a “descanalização”; o sistema de transporte e tratamento de águas pluviais, a criação de áreas alagáveis, implantação de pavimento permeável, de jardins de chuva, cisternas de água de chuva e a criação de áreas de lazer para a população local.

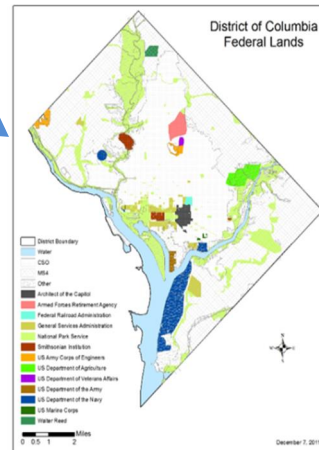
## Localização dos projetos

EUA

ANNE  
ARUNDEL



WASHINGTON, DC



## Baía de Chesapeake

- 320 km x 35 km;
- Profundidade média: 6,4 m;
- Urbanização, agricultura, poluição;
- > 14 milhões de pessoas.



## Baía de Guanabara



- 31 km x 28 km;
- Profundidade média: 3 m;
- Urbanização, agricultura, poluição;
- > 12 milhões de pessoas.



## Programas que incentivam restauração fluvial URBANA em Maryland e Washington DC

- Regulamentação para despejo de águas pluviais (MS4)
  - Municípios precisam de licença para despejo de cargas pontuais e água pluvial saindo de encanamentos é hoje considerada fonte pontual;
  - Licença estipula que municipalidades devem implementar planos de manejo nas bacias hidrográficas para melhorar a qualidade de águas pluviais;
  - Restauração fluvial é considerada como tipo de manejo de bacia hidrográfica.
  
- Implementação do programa TMDL
  - Estipula a carga máxima de poluentes (N, P) que podem ser despejadas por cada estado na Baía;
  - Planos de manejo de bacias hidrográficas são caminhos para reduzir cargas de poluentes;
  - Restauração fluvial é considerada como tipo de manejo de bacia hidrográfica.

### Objetivos principais dos projetos

- Melhorar qualidade da água de rios urbanos;
- Recuperar ecossistemas lóticos;
- Reduzir carga de poluentes transportadas para a Baía.

### Estudos de Caso

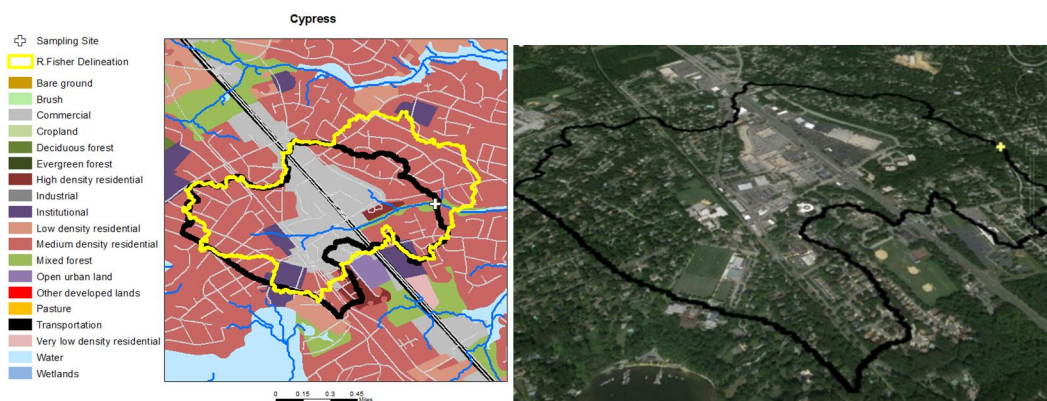
Para cada estudo de caso, pretendo abordar:

- Fatores que motivaram os projetos;
- Como os projetos foram desenvolvidos e implementados;
- Qual foi o papel da sociedade civil e de órgãos governamentais;

- Os objetivos principais dos projetos;
- Métodos de restauração utilizados;
- Avaliação científica dos projetos;
- Lições.

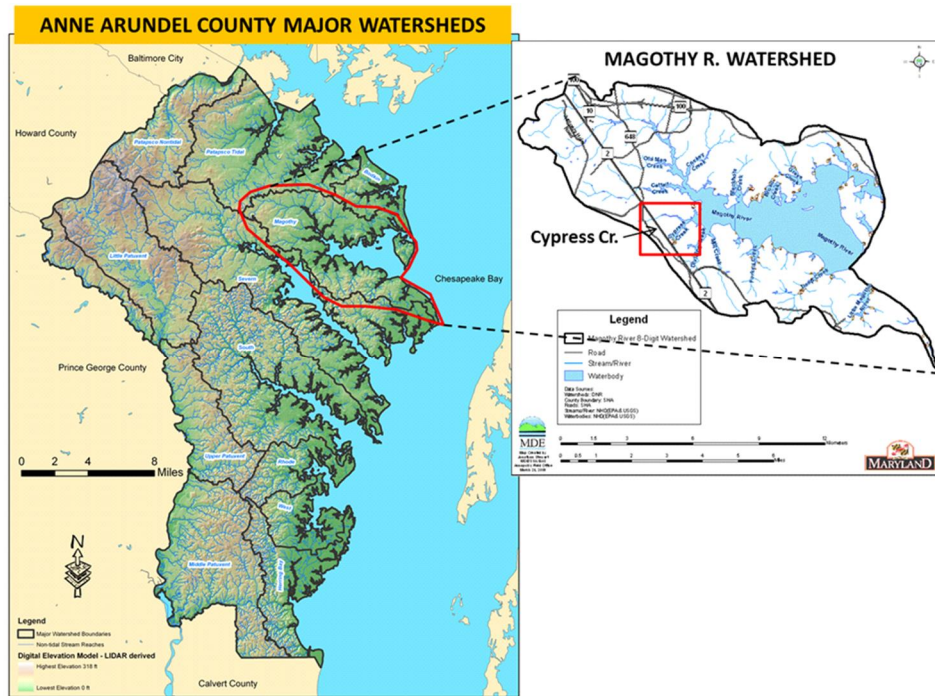
## Caso 1: Rio Cypress

- 5.2 km<sup>2</sup>;
- Uso da terra 40% comercial + transporte e 60% residencial de densidade média;
- Solo arenoso;
- Topografia de planície;
- Região costeira.



## O que motivou o projeto?

- Rio Magothy é um dos mais poluídos em Maryland e está na lista de prioridade de restauração do Dept do Meio Ambiente;
- Sub-bacia do Cypress é muito urbanizada e o rio degradado.



## Como o projeto foi desenvolvido e elaborado

- Levantamento de campo das condições do rio e área de drenagem – município de Anne Arundel;
- Com base em dados de uso da terra e planos de desenvolvimento, o município usa modelo hidrológico para simular quantidade e qualidade de água na bacia e no rio em cenários presente e futuro;
- Município determina áreas problemáticas e medidas necessárias e viáveis;
- Processo de licitação foi usado para escolher tipos de projetos;
- Projeto e implementação feitos por empresas diferentes.

## Plano de Restauração

- Implementar projetos na bacia



### ➤ Restauração no canal do rio



## Objetivos

- Projetos na bacia:
  - Reduzir volume de escoamento superficial;
  - Melhorar qualidade de águas pluviais.
- Restauração no canal do rio
  - Reduzir fluxo de pico;
  - Reduzir erosão e assoreamento;
  - Promover retenção de nutrientes;
  - Melhorar qualidade da água;
  - Reduzir carga de poluentes transportadas para a Baía.

## Técnicas usadas

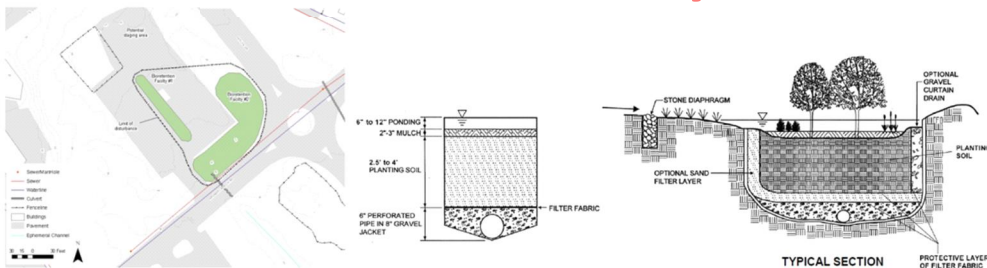
- Projetos na bacia
  - Sistema de Bioretenção;
  - Zona Úmida Permeável;

- Sistema de transporte e tratamento de águas fluviais.
- Projeto no leito do rio
  - Complexo fluvial com represamento, áreas alagadas e várzea.

## Projetos na bacia

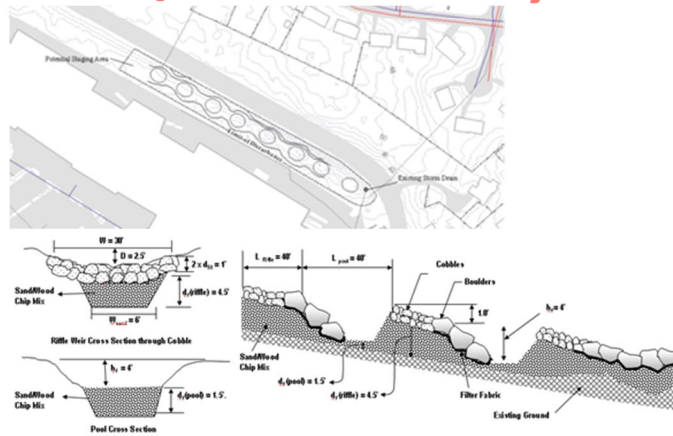
Sistema de Bioretenção em Canteiro de Estacionamento.

# US \$ 82.000,00



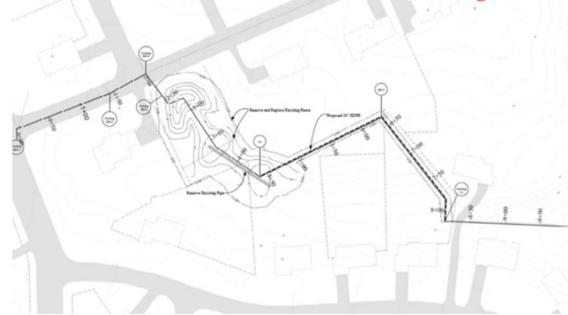
Sistema de transporte e tratamento de águas fluviais.

# US \$ 417.000,00



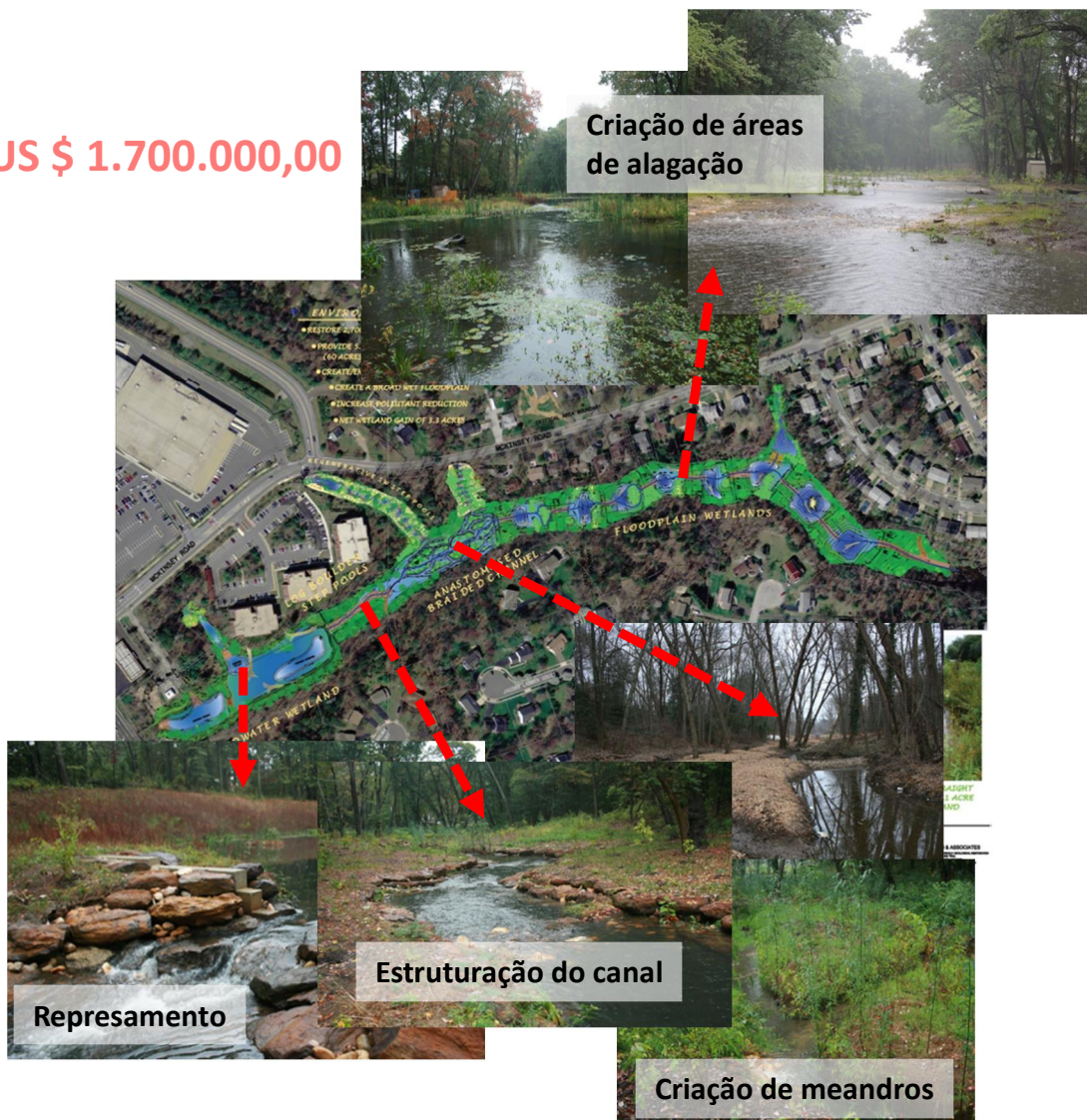
Zona Úmida Permeável.

**US \$ 260.000,00**



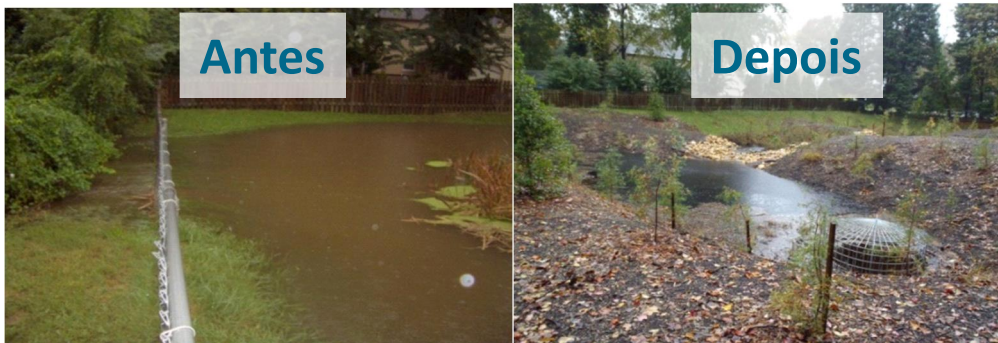
### Restauração no canal

**US \$ 1.700.000,00**



## Projetos na Bacia

Sistema de Bioretenção.

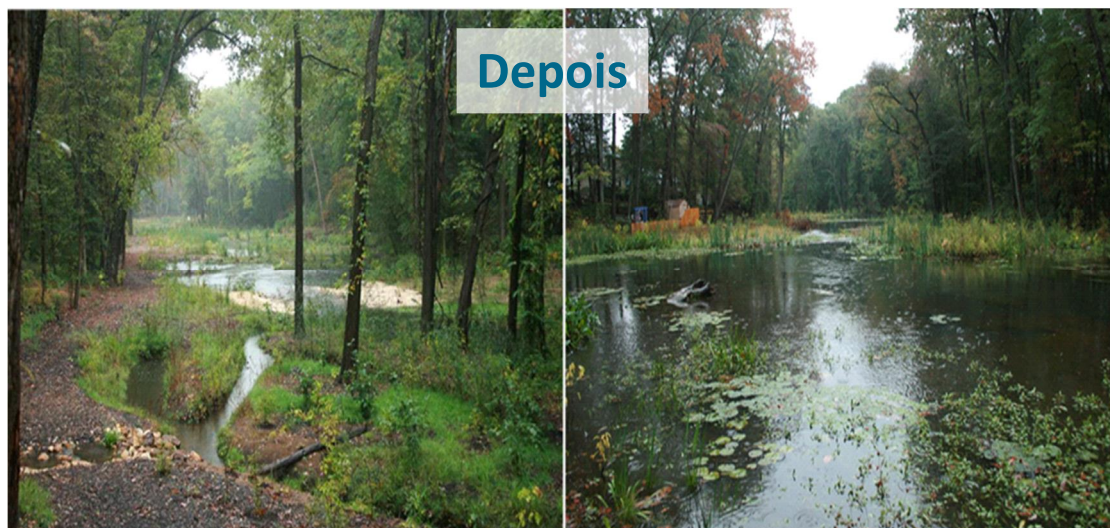


Sistema de transporte e tratamento de águas fluviais.



Zona Úmida Permeável.





## Monitoramento para verificar a eficácia da restauração

- Avaliação da qualidade da água (concentrações de N, P e sedimento em suspensão);
- Medidas de vazão e avaliação de regime hidrológico (tipo de escoamento dominante, magnitude de picos);
- Cálculo de redução de cargas diárias e anuais de poluentes (N, P, TSS);
- Metabolismo do ecossistema (produtividade primária & respiração).



## Métodos de Monitoramento

Escoamento de base.

- Medição de vazão quinzenal;
- Coleta quinzenal de amostras de água (manualmente).

24 MESES ANTES, 18 MESES DEPOIS.

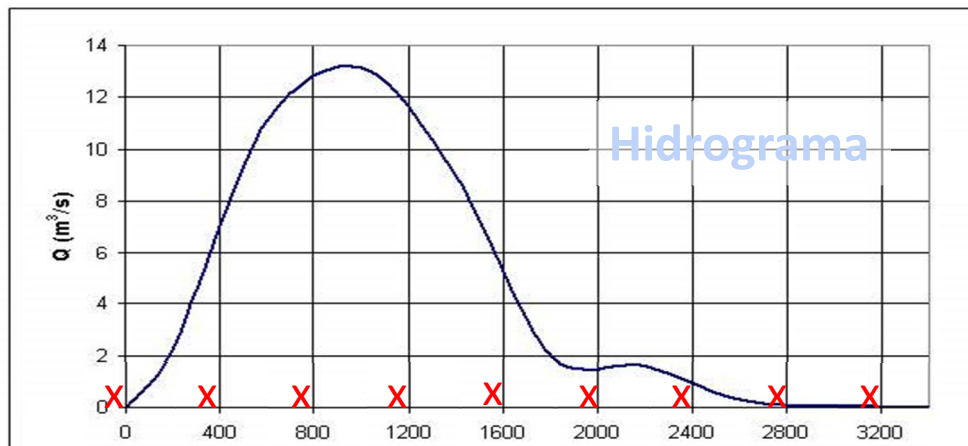


Escoamento superficial.

- Medição de vazão durante eventos de chuva para calcular vazão anual;
- Coleta automatizada de amostras de água durante eventos de chuva.

## Coleta Automatizada





Sampling in 10 to 15 minute intervals

## Resultados - Caso 1

- ↓ magnitude dos picos de vazão;
- ↓ contribuição do escoamento superficial em relação ao de base;
- ↓ concentrações de N e sedimento em suspensão (18% e 29%, respect.);
- ↑ concentrações de P (50%);
- ↓ cargas anuais de N e sedimento diminuíram (23% e 34%).

## Conclusões

### PRÓS

- Cargas de N e sedimento baixaram;
- Rio ficou com aspecto mais natural.

### CONTRAS

- O ecossistema lótico foi transformado em outro tipo de ecossistema (lótico-lêntico);
- O impacto da construção no canal foi grande, muitas árvores da mata ciliar foram retiradas;
- O custo-benefício das intervenções no leito do rio foi maior do que o dos projetos implementados na bacia – com referência a carga de poluentes;

- Projeto não incluiu participação pública e envolvimento comunitário.

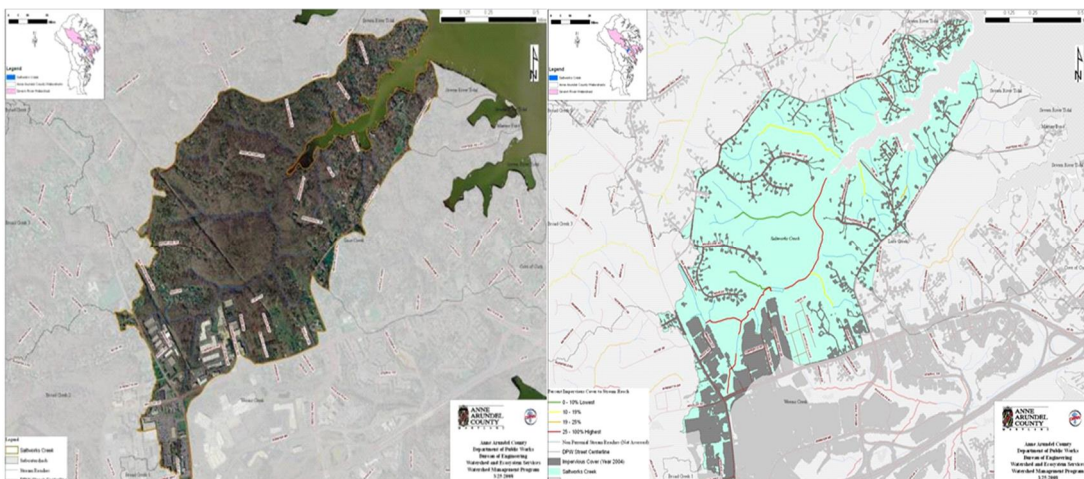
## Recomendação - Caso 1

- Projetos de controle de águas pluviais na bacia deveriam ser feitos em escala mais adequada;
- Menos intervenção drástica no leito do rio;
- Vetar projetos que retiram árvores da mata ciliar;
- Complementar projetos com programas públicos.

## Caso 2: Rio Saltworks

Afluente do grande Severn - MD

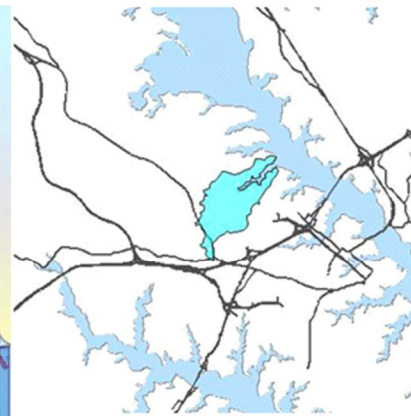
- 4 km<sup>2</sup> ;
- Solo arenoso e argiloso;
- Terreno de leve inclinação;
- Região de Planície Costeira.



## O que motivou o projeto?

- Excesso de urbanização na bacia;
- Ineficiência das estruturas de manejo de águas pluviais;

➤ Sedimentação na desembocadura do rio.





## Plano de Restauração

- Substituir estruturas de manejo de águas pluviais conectadas com o alto e baixo rio;



- Reconfigurar canal principal desde a cabeceira até a zona de maré;



- Controlar erosão na zona de maré.



## Objetivos

- Estruturas de manejo de águas pluviais
  - Reduzir volume e melhorar qualidade de águas pluviais.
- Reconfiguração do canal principal

- Atenuar vazão de pico no leito principal;
  - Reduzir erosão e assoreamento;
  - Melhorar qualidade da água;
  - Reduzir carga de N, P e TSS transportadas para a Baía.
- Controle de erosão na zona de maré
- Reduzir sedimentação na desembocadura do rio.

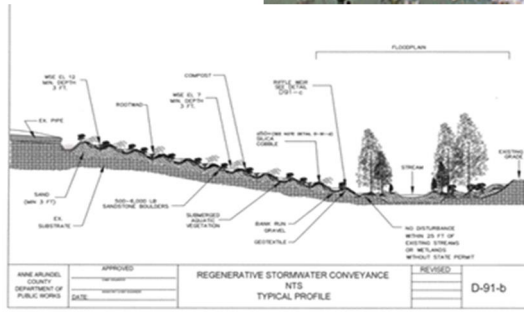
## Técnicas Usadas

- Estruturas de manejo de água pluvial
- Sistema de transporte e tratamento de águas pluviais.
- Projeto no canal principal
- Complexo lótico-lêntico, com alargamento do leito.
- Controle de erosão na zona de maré
- Plantação de vegetação nativa.



## Sistema de transporte e tratamento de águas fluviais





### Complexo lótico-lêntico no canal principal



**US \$ 1.700.000,00**

### Canal Principal





## Sistemas de transporte e tratamento de águas fluviais



### Monitoramento para verificar a eficácia da restauração

- Avaliação da qualidade da água (concentrações de nutrientes e sedimento em suspensão);
- Medidas de vazão e avaliação de regime hidrológico (tipo de escoamento dominante, magnitude de picos);
- Cálculo de redução de cargas diárias e anuais de poluentes (N, P, TSS);
- Oxigênio, metabolismo do ecossistema (produtividade primária & respiração).

### Resultado - Caso 2

- ↓ magnitude dos picos de vazão para eventos de chuva < 25mm;
- ↔ contribuição do escoamento superficial em relação ao de base;
- ↓ concentrações de N e P em escoamento de base; ↑ durante chuva;
- ↑ concentrações de TSS;
- ↑ cargas anuais de TSS; ↔ cargas anuais de N e P.

## Conclusões - Caso 2

### PRÓS

- Projeto teve grande participação pública e comunitária;
- Planejamento baseado em levantamento de campo completo e seleção de pontos problemáticos;
- A qualidade da água melhorou em escoamento de base;
- Canal foi estabilizado.

### CONTRAS

- Implementação de projetos demasiadamente focada no canal;
- Pouco feito para reduzir volume de escoamento superficial na bacia;
- Alvo de restauração foi baseada em oportunidade de implementar desenho específico (RSC);
- Construção no canal principal provocou impacto e aumento de sedimento em suspensão;
- Alto custo-benefício para a melhoria na qualidade da água observada.

## Lições - Caso 2

- Mais projetos de controle e infiltração de águas pluviais na bacia;
- Menos intervenção no leito principal do rio;
- Avaliar *trade-offs* de transformar sistema lótico em lêntico-lótico.

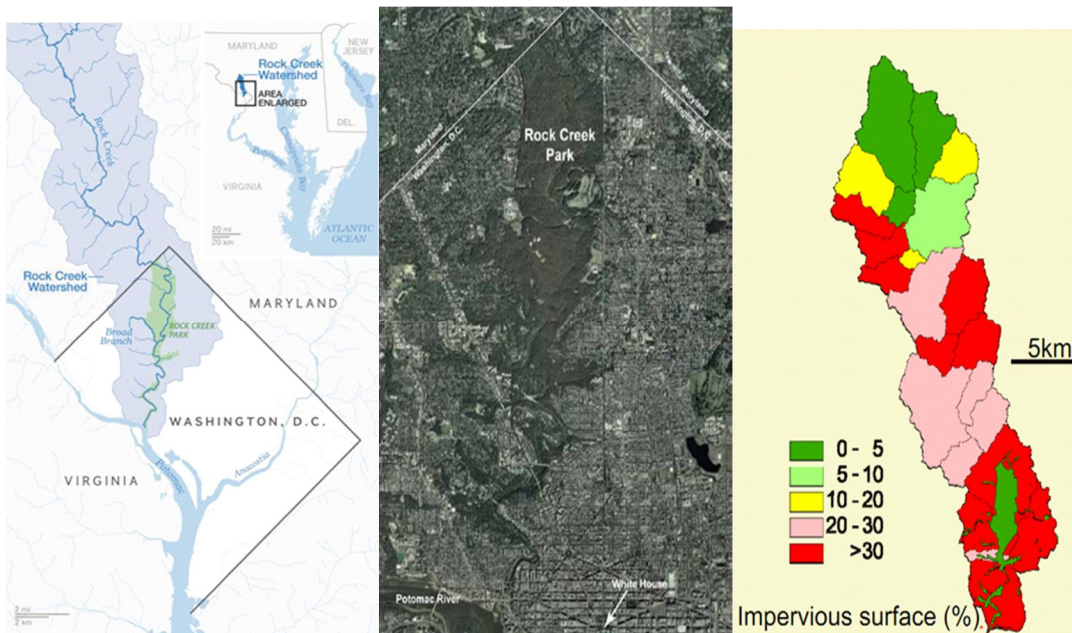
## Caso 3: Rio Broad - Washington DC

- 4.5 km<sup>2</sup>;
- Uso da terra 30% impermeável, 15% parques, 55% residencial e comercial;
- Estruturas de manejo de águas pluviais antigas;
- Infraestrutura de esgoto antiga com vazamentos;
- Região de Piedmont.



## O que motivou o projeto?

- Rio Broad é tributário do Rio Rock, o qual corta o parque mais popular de DC;
- Sub-bacia do Rio Broad é altamente urbanizada, com sistema de esgoto quebrado e rio degradado - subterrâneo em alguns trechos;
- Interesse do Dept. Do Meio Ambiente de DC avaliar a eficácia de novos métodos de restauração fluvial.



## Como o projeto foi desenvolvido e elaborado

- A restauração do Rio Broad faz parte do plano de gestão da bacia do Rio Rock, elaborado pelo Dept. do meio Ambiente de DC para cumprir com o TMDL;
- Planejamento baseado em dados de uso da terra, % de cobertura impermeável e condições do rio;
- Fator de impacto social potencial foi altamente importante;
- Processo de licitação foi usado para escolher medidas e tipos de projetos;
- Implementação feita usando manejo adaptativo com feedback de dados de monitoramento.

## Plano de restauração

- Implementação de projeto integrado
  - Daylighting do Rio Broad;
  - Restauração do rio de cabeceira (Linnean);
  - Redução de escoamento superficial e aumento de infiltração de águas pluviais na bacia.
- Componente social - Educação, extensão e participação comunitária.

## Projeto integrado

Descanalização do Rio Broad.





Restauração do rio de cabeceira.



Redução de escoamento superficial e aumento de infiltração.





## Objetivos

- Melhorar habitat lótico;
- Estabilizar canal e eliminar erosão nas saídas de canos;
- Melhorar qualidade da água;
- Aumentar infiltração de água pluvial e fluxo de base;
- Diminuir carga de poluentes transportados a jusante;
- Criar área de lazer e recreação para a população, comunidade.

## Técnicas usadas

- “Daylighting” ou descanalização;
- Sistema de Transporte e Tratamento de Águas Pluviais;
- Área alagável;
- Pavimento permeável;
- Jardins de chuva;
- Cisternas de água de chuva;
- Criação de áreas de lazer.

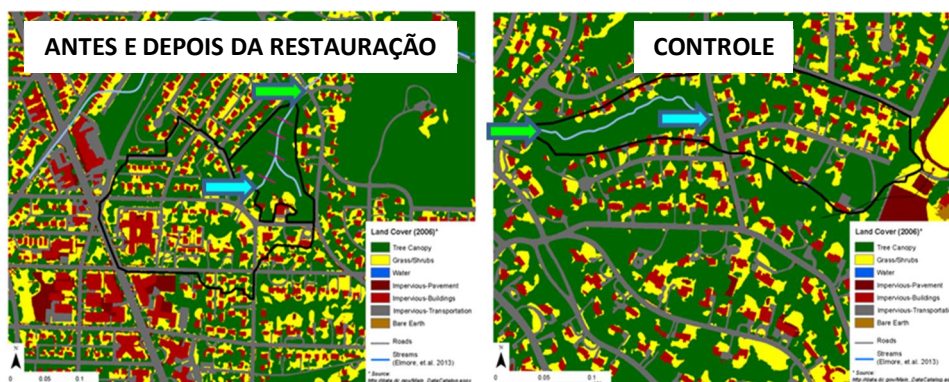


**Custo: ~ US \$ 2.000.000,00**

## Monitoramento para verificar a eficácia da restauração - LINNEAN

- Avaliação da qualidade da água (concentrações de nutrientes e sedimento em suspensão);
- Medidas de vazão e avaliação de regime hidrológico (tipo de escoamento dominante, magnitude de picos);
- Cálculo de redução de cargas diárias e anuais de poluentes (N, P, TSS);
- Outros.

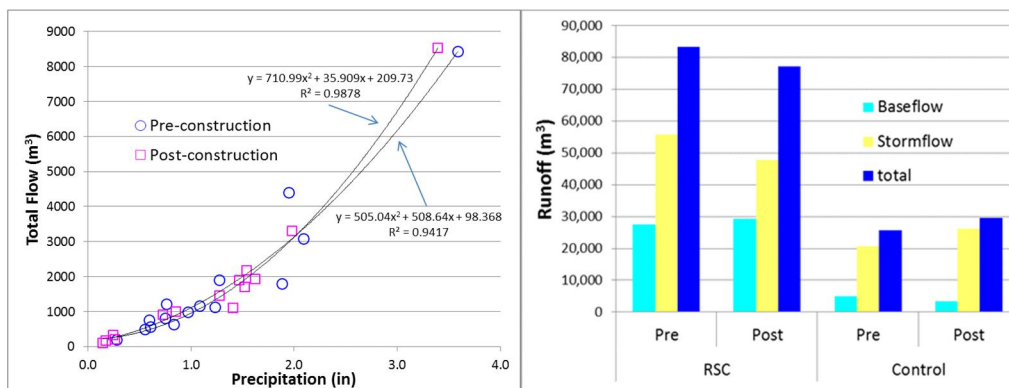
## Estratégia de estudo e monitoramento



## Monitoramento de vazão



## Resultados hidrológicos



## Monitoramento de qualidade da água

Coletas quinzenais de amostras de água (manualmente em fluxo de base)





## Coleta automatizada de amostras de água durante eventos de chuva



## Water quality results

Parameter	RSC			Control		
	Pre	Post	+/-	Pre	Post	+/-
Area (ha)	13.44	14.73		7.8	7.8	
Runoff (L)	83,401,862	77,304,637	-6,097,225	25,599,261	31,765,921	6,166,660
TSS	620.9	169.4	-451.5	599.2	560.1	-39.1
NO <sub>3</sub> -N	4.91	0.88	-4.03	3.91	4.88	0.97
NH <sub>4</sub> -N	0.48	0.63	0.15	0.11	0.11	0.00
DON	2.29	2.09	-0.20	1.28	1.78	0.50
TDN	7.6	3.52	-4.08	5.38	6.76	1.38
PN	3.9	1.40	-2.50	4.43	2.55	-1.88
TN	11.96	5.14	-6.82	9.63	9.50	-0.13
PO <sub>4</sub>	0.64	0.10	-0.54	0.31	0.39	0.08
TDP	0.72	0.23	-0.49	0.37	0.47	0.10
PP	0.86	0.61	-0.25	0.97	0.69	-0.28
TP	1.58	0.84	-0.74	1.34	1.17	-0.17
Cl	455.7	566.8	111.1	238.4	287.4	49.0
SO <sub>4</sub>	155.0	74.4	-80.6	75.1	94.3	19.2
PC	44.7	14.0	-30.7	58.6	31.9	-26.7

<b>DOC</b>	<b>NA</b>	<b>29.1</b>	<b>29.1</b>	<b>NA</b>	<b>27.6</b>	<b>NA</b>
<b>Cd</b>	<b>1.5</b>	<b>30.8</b>	<b>29.3</b>	<b>1.02</b>	<b>22.3</b>	<b>21.2</b>
<b>Cu</b>	<b>49.4</b>	<b>40.2</b>	<b>-9.2</b>	<b>13.9</b>	<b>44.3</b>	<b>30.4</b>
<b>Fe</b>	<b>465.6</b>	<b>2,111.7</b>	<b>1646.1</b>	<b>218.8</b>	<b>383.1</b>	<b>164.3</b>
<b>Pb</b>	<b>11.9</b>	<b>189.8</b>	<b>177.9</b>	<b>0.9</b>	<b>126.2</b>	<b>125.3</b>
<b>Zn</b>	<b>58.3</b>	<b>43.5</b>	<b>-14.8</b>	<b>37.5</b>	<b>54.2</b>	<b>16.7</b>
<b>Enterococci</b>	<b>975,666</b>	<b>538,491</b>	<b>-474,777</b>	<b>640,654</b>	<b>1,185,270</b>	<b>544,616</b>

## Conclusões - Caso 3

### PRÓS

- Cargas de poluentes foi reduzida;
- Qualidade de água melhorou;
- Canal foi estabilizado;
- Volume de escoamento superficial foi reduzido;
- Fluxo de base aumentou.

### CONTRAS

- Mesmo com redução de N, P e TSS, comunidade de macroinvertebrados permaneceu pobre;
- Aumentou hipóxia no rio após restauração;
- Material usado na construção de RSC levou a floculação de ferro e mudança no ambiente bentônico do rio.

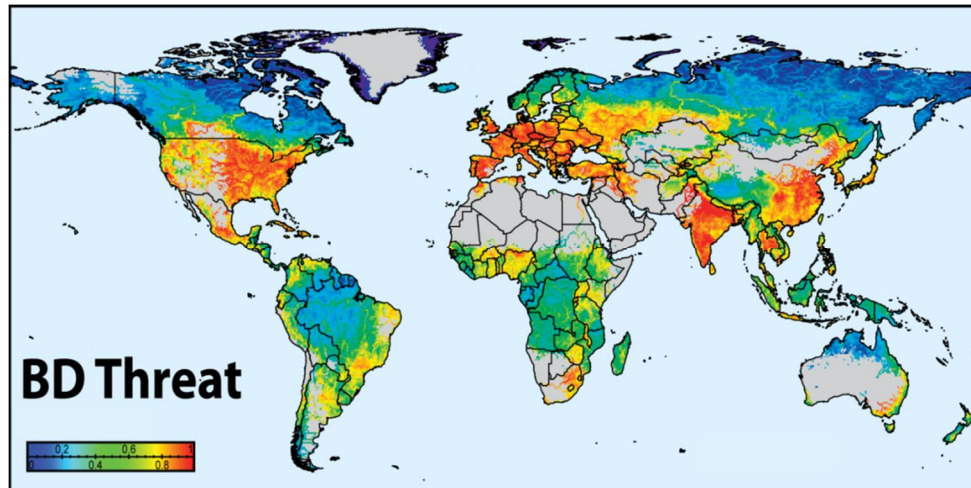
## Lições - Caso 3

- Projeto de descanalização visto como altamente positivo pela comunidade e população de DC;
- Projetos na bacia integrados com restauração no leito dão resultados mais positivos;

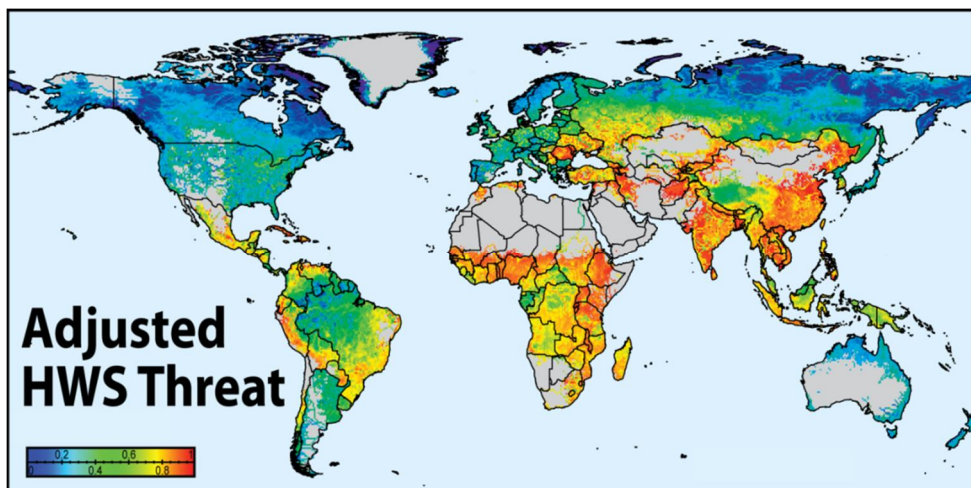
- Restauração no alto da bacia é mais eficaz para diminuir carga poluidora do que na baixada (em região urbana);
- Objetivos claros ajudam alcançá-los através de manejo adaptativo (Ex: fluxo de base);
- Imprevistos fazem parte do processo. Orçamento deve ter reserva;
- Material usado no leito deve ser nativo da região.

## Situação dos rios no mundo

Ameaça a biodiversidade.



Ameaça a disponibilidade de água para consumo humano



## RENATURALIZACIÓN DE RÍOS URBANOS EN ESPAÑA

### FERNANDO MAGDALENO (ESPAÑA)

Doutor em engenharia florestal, conselheiro técnico no Centro de Estudos e Experimentação de Obras Públicas da Espanha - CEDEX. Professor associado da Escola de Engenharia Civil da Universidade Politécnica de Madrid. Pós-doutorado na Universidade de Berkeley/Califórnia. Coordenador de estudos e projetos, gestão da água, restauração e melhoria ambiental de rios e zonas úmidas. Fundador e membro do Centro Ibérico de Restauração Fluvial - CIREF.





## Resumo

A apresentação transcorreu via *Skype* e os *slides* foram apresentados simultaneamente à fala do apresentador.

Foi feita contextualização do planejamento e gestão dos rios urbanos na Espanha e apresentados os casos da: Renaturalização das Margens do Rio Arga, em Pamplona; Renaturalização das Margens do Rio Manzanares, em Madrid – Parque Madrid Río; Adequação Ambiental e Cênica do Río Huécar, em Cuenca. Por fim, faz algumas recomendações.

O palestrante menciona que no contexto atual do planejamento e gestão dos rios urbanos na Espanha, convivem boas práticas com outras inadequadas. No primeiro caso, cita a Estratégia Nacional para a Restauração de Rios, os Planos de Gestão de Bacia Hidrográfica, os projetos europeus de melhoria ambiental desenvolvidos por fundos nacionais ou cofinanciamento, bem como as ações menores desenvolvidas por ONGs e fundações públicas e privadas. Como práticas inadequadas, cita as dragagens e limpezas do leito dos rios que em muitos casos continuam sendo realizadas de modo danoso, a artificialização da rede de drenagem urbana e periurbana, as práticas agrícolas negativas e a urbanização de áreas hidrologicamente impróprias. Contudo, é evidente a evolução com as mudanças regulatórias que passaram a estabelecer a gestão baseada na percepção dos rios e zonas úmidas como ecossistemas; a mudança nos procedimentos técnicos e científicos com um melhor conhecimento sobre o funcionamento dos rios e sua importância para o meio ambiente e a sociedade, o aumento da consciência social, com articulação comunitária justificando a valorização de rios e, conseqüente, interesse dos políticos pela melhoria dos rios.

O palestrante enumera os principais procedimentos para a renaturalização de rios: restauração hidrológica (fluxo e sedimentos); restauração geomorfológica; restauração de habitat e estabelecimento de conectividade entre ecossistemas; melhoria da paisagem e dos ecossistemas.

Com relação ao Rio Arga e ao Rio Manzanares, foram apresentados os objetivos, a cronologia da implantação dos projetos do bem como fotos, gráficos e desenhos. No caso do Rio Arga foram indicadas as medidas adotadas para a recuperação: recuperação do leito do rio e margens do rio com a reintegração de meandros abandonados, a implantação de trilhas de pedestres e ciclovias, o plantio de árvores e a recuperação do patrimônio histórico ligado ao rio. No que se refere ao Manzanares, em Madrid, as ações ocorreram em trecho densamente urbanizado, onde foi removida a, então, principal via de circulação na cidade e criado um parque urbano com cerca de 150 ha.

No caso do Rio Huécar, foram mencionados as limitações e condicionantes do projeto: rio atravessando área urbana consolidada atravessando cidades históricas; risco de inundação, e leito seco no verão dificultando a recuperação cênica e paisagística. Foram apresentadas informações sobre a duração e os custos do projeto, bem como um quadro síntese com as medidas adotadas e seus efeitos quanto aos aspectos hidráulico, ambiental, cênico e social. O palestrante mencionou, ainda, as atuações específicas para a recuperação do rio, tal como a renaturalização de trechos do leito do rio, aporte de água e revegetação das margens.



Foram mencionados outros exemplos como os Rios Ebro, em Logroño, Tejo, em Toledo, Río Congost e outros no entorno de Barcelona.

Por fim, o palestrante apresenta conclusões e recomendações: a recuperação de rios urbanos requer estudos integrados - hidrológico, ecológico, socioeconômico, etc; em todas as ações deverá ser incorporada análise de custo-benefício; exigir que em cada intervenção tenha plena participação pública, entre outras.

# Renaturalización de ríos urbanos en España



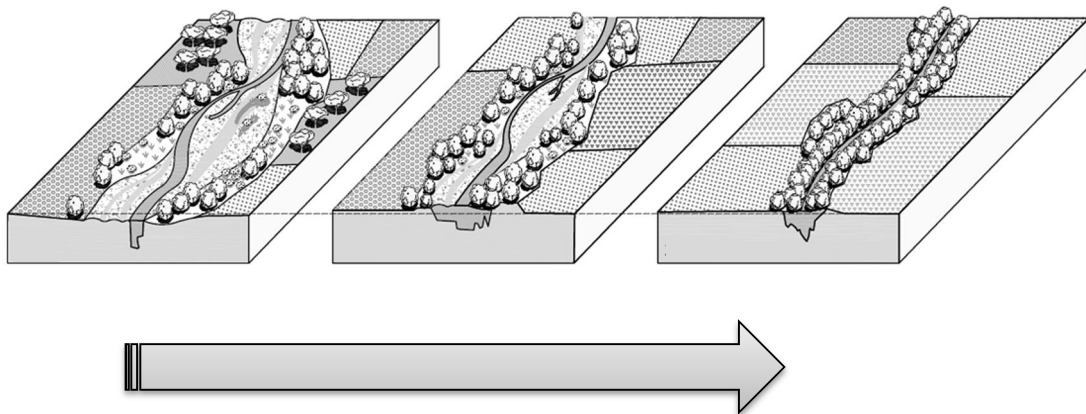
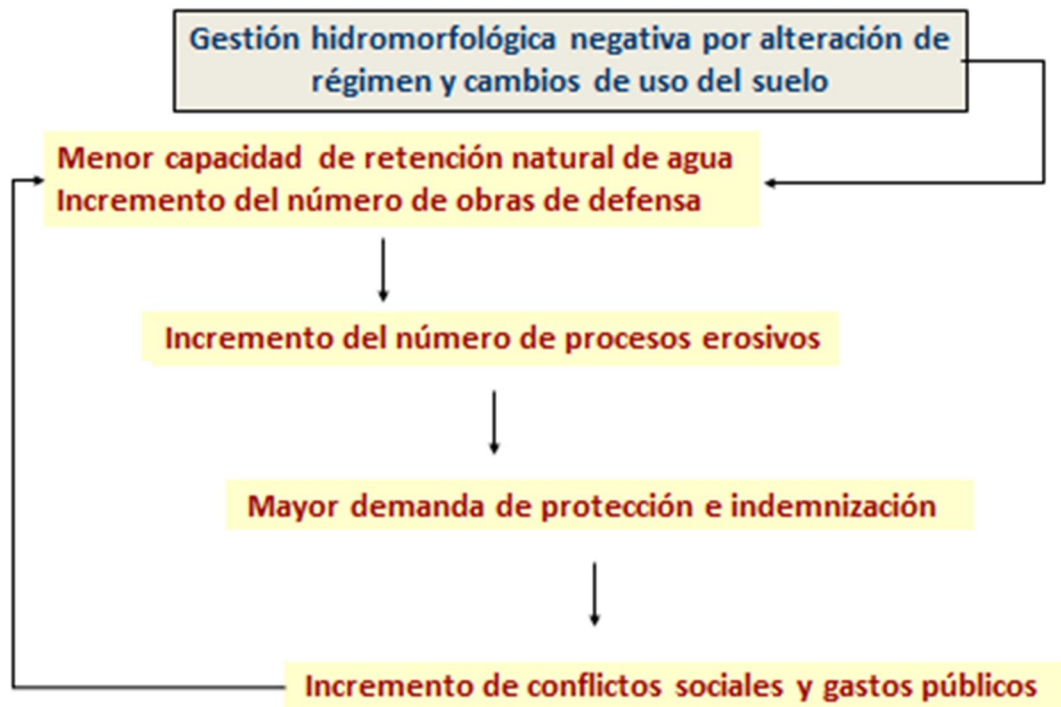
## Esquema

1. Contexto - planificación y gestión de los ríos urbanos en España;
2. Renaturalización de las márgenes del río Arga en Pamplona;
3. Renaturalización de las márgenes del río Manzanares en Madrid – Parque Madrid Río;
4. Adecuación ambiental y escénica del río Huécar en Cuenca;
5. Conclusiones y recomendaciones.

### **1. Contexto - planificación y gestión de los ríos urbanos en España**

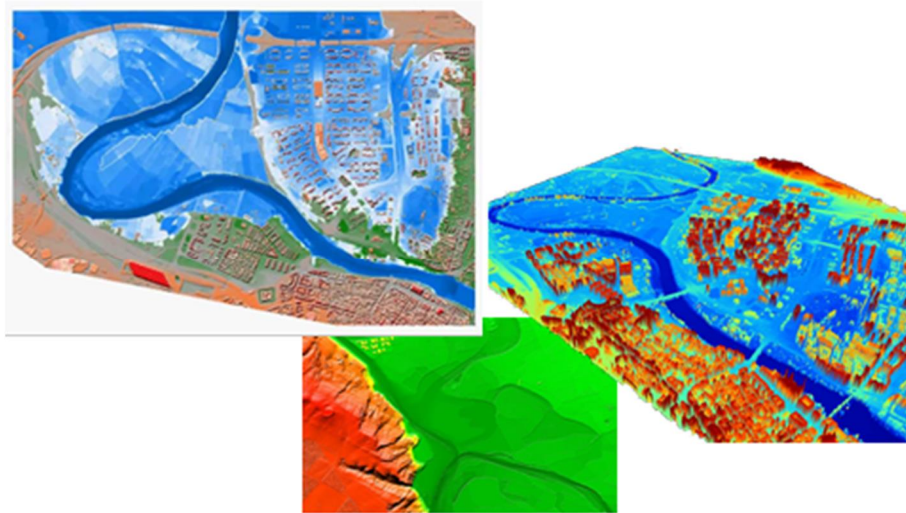
- Gestión del riesgo de inundación – normalmente T500;
- Usos recreativos / aspectos estéticos;
- Mantenimiento y limpieza del cauce;
- Integración de WFD, FRD y otras normativas;
- La calidad del agua no es hoy en día el obstáculo esencial, pero debe ser mejorada en segmentos fluviales específicos;
- Buenas prácticas:
  - Proyectos de mejora ambiental desarrollados mediante fondos nacionales o co-financiación europea;
  - Estrategia Nacional para la Restauración de Ríos;
  - Medidas de los nuevos Planes de Gestión de cuencas;
  - Acciones más pequeñas desarrolladas por ONGs y fundaciones públicas/privadas.
- Prácticas inadecuadas:
  - Continuación con el dragado de secciones críticas, limpieza de cauces, artificialización de tramos urbanos y peri-urbanos;
  - Excesiva regulación hidrológica, prácticas agrícolas negativas, urbanización de zonas críticas.





Evolución de ríos...**contraria** a la generación de **funciones y servicios ambientales**

- Cambios normativos: Directivas sobre Agua, Inundaciones, Hábitat, Aguas Subterráneas y Aguas Residuales – cambio completo de paradigma, hacia una gestión ecosistémica de los ríos y humedales;
- Cambios técnico-científicos: mejora en el conocimiento sobre el funcionamiento de los ríos, y sobre su importancia para el medio ambiente y la sociedad;
- Cambios sociales: incremento de la sensibilización social, articulación del tejido comunitario que reivindica el valor de los ríos;
- Redescubrimiento por parte de los políticos del interés que pueden tener la mejora de los ríos .



Creación de humedales para la mejora de la biodiversidad y tratamientos terciarios (río Congost, Barcelona).



## Río Besòs (Barcelona)



## Río Ebro (Logroño)

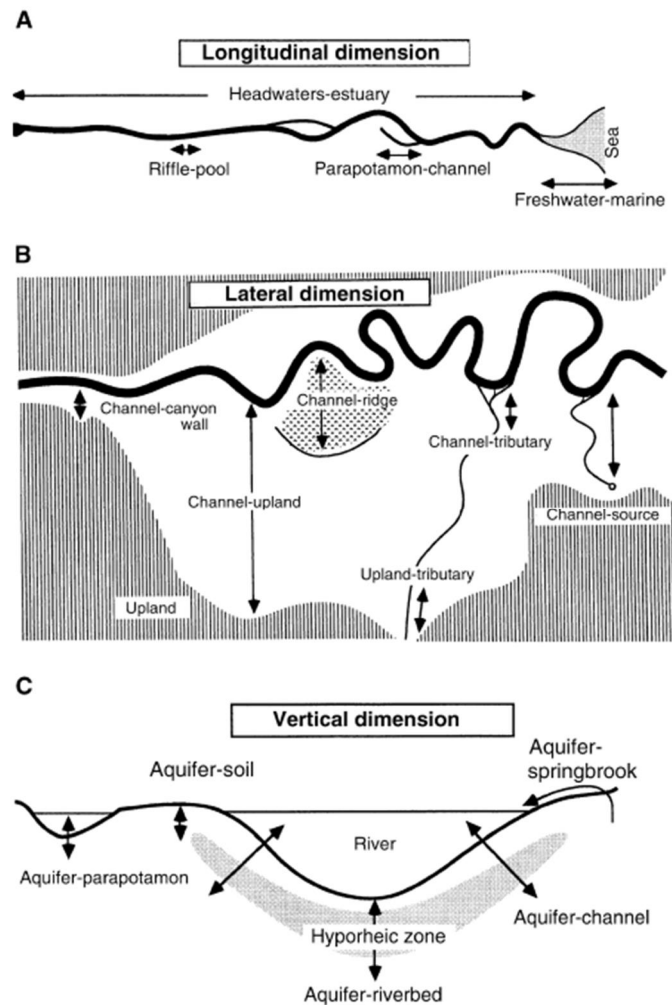


European RiverPrize: el ganador y uno de los finalistas en 2015 son tramos urbanos en España.



Si realmente queremos restaurar de manera funcional y efectiva, el diseño y ejecución debieran estar dirigidos a la generación de:

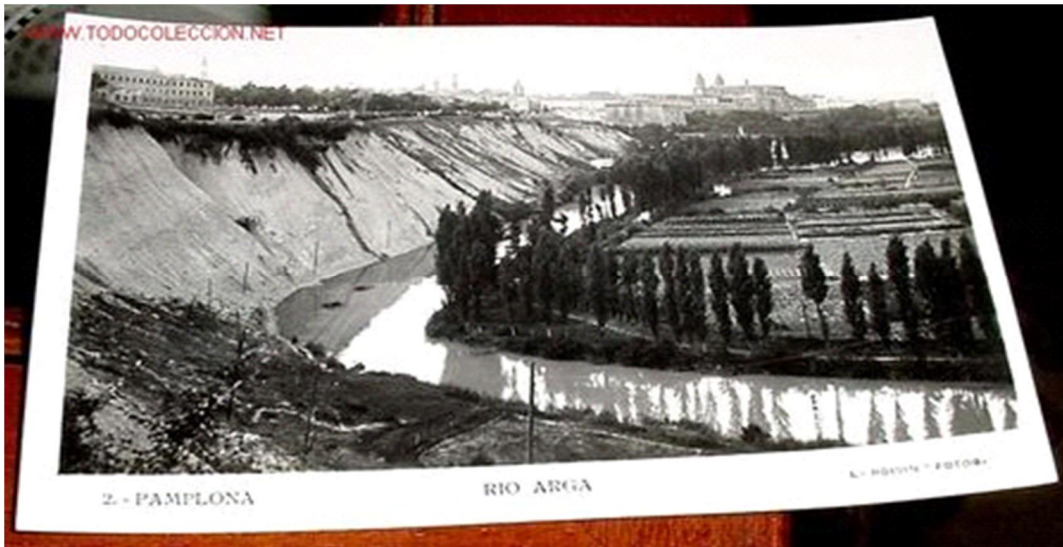
- Dinamismo;
- Heterogeneidad;
- Conectividad;
- Calidad funcional;
- Multiplicidad de servicios ambientales.



Principales mecanismos de aplicación de la restauración en el ámbito fluvial:

- Restauración hidrológica (caudales y sedimentos);
- Restauración geomorfológica;
- Restauración de hábitats y conectividad;
- Mejora paisajística;
- Mejora de servicios ecosistémicos o ambientales.

## 2. Renaturalización de las márgenes del río Arga en Pamplona



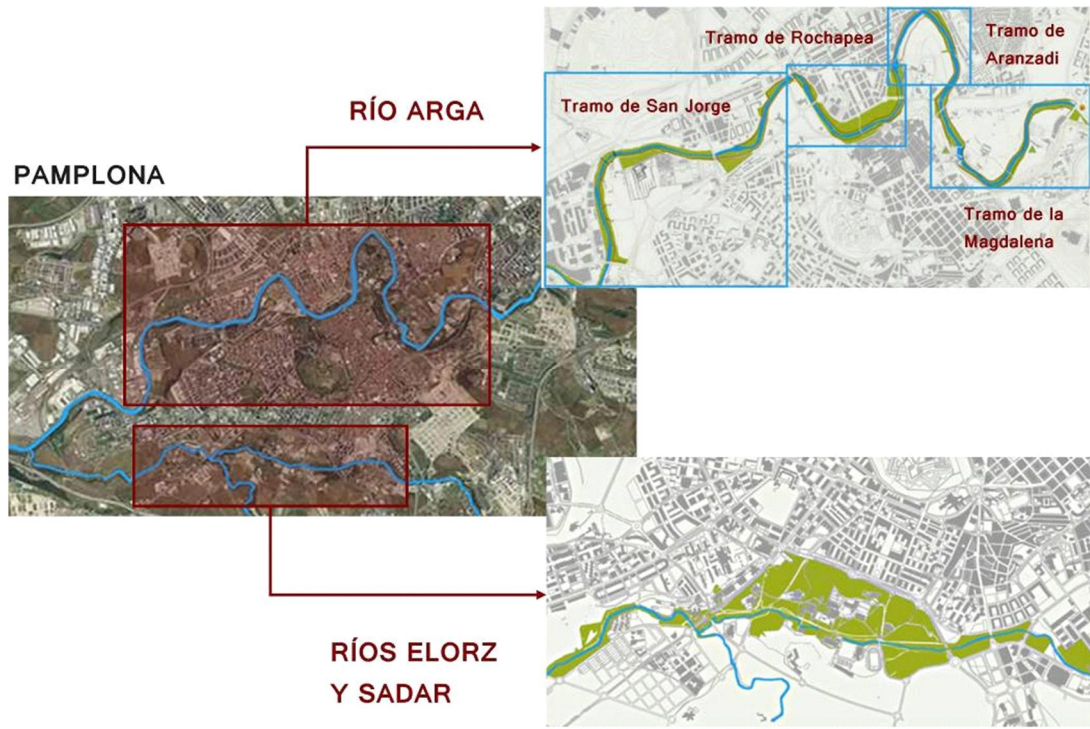
- Inicialmente dirigido al tramo urbano del río Arga en Pamplona.
- Su éxito ha permitido su extensión a 70 km de río en 17 municipios distintos.



### Objetivos:

- Recuperar áreas de la ciudad situadas en el entorno de los ríos, degradadas en la actualidad por usos urbanos e industriales.
- Conseguir la accesibilidad de todas las riberas.
- Creación de corredores naturales en un medio eminentemente urbano.
- Adecuar mediante actuaciones blandas el curso del río.
- Minimizar los efectos de las inundaciones que se producen.
- 1982: constitución de la *Mancomunidad de la Comarca de Pamplona*, que aglutinó las competencias en materia del ciclo integral del agua de los municipios comarcales.
- 1984: Plan General de Ordenación urbana de Pamplona, plantea la recuperación del espacio fluvial para el recreo de sus ciudadanos.
- 1999: Tras varios planes de saneamiento y depuración, financiados por el *Gobierno de Navarra* y la *Unión Europea*, se alcanza la completa depuración de los ríos que atraviesan la Comarca de Pamplona.
- 1998-2001: Plan Integral del río Arga.

- 2003-2009: Plan Integral de los ríos de Pamplona: Arga (segunda fase), Elorz y Sadar.
- Consolidación de un Parque lineal de más de 17 km de longitud.



#### Actuaciones:

- Recuperación del cauce y de las orillas del río;
- Creación de un paseo peatonal y ciclable;
- Integración en el conjunto de nuevos parques, pasarelas y embarcaderos;

- Recuperación del patrimonio histórico ligado al río (antiguos molinos de agua y puentes);
- Algunas cifras: 28.000 metros lineales de orilla, una superficie de casi 800.000 m<sup>2</sup> y se han plantado más de 17.000 árboles.

El Paseo Fluvial del Arga es un camino de 11 kilómetros de longitud que discurre a orillas del río Arga.

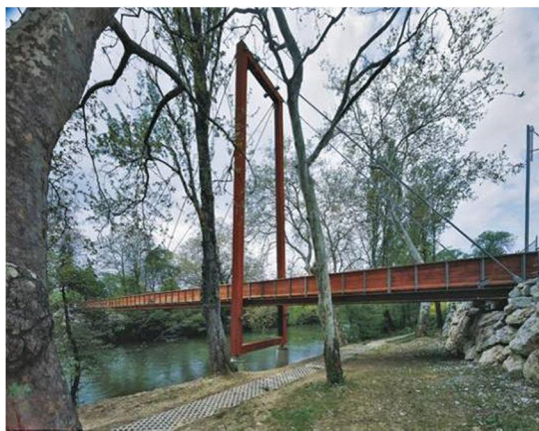
Algunos elementos de interés:

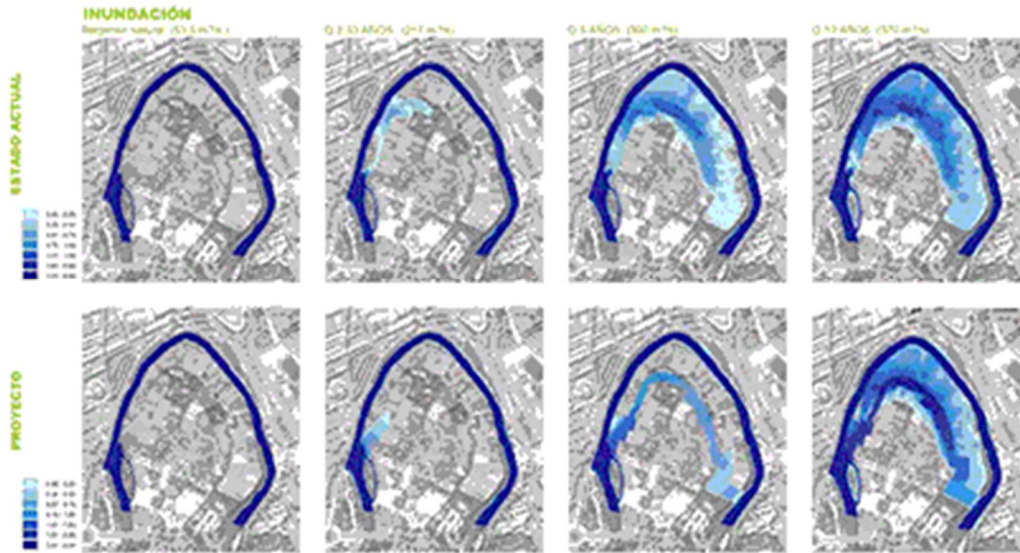
- Huertas.
- Entrada del Camino de Santiago;
- Puentes (siglo XII y siglo XIX);
- Muralla;
- Pasarelas;
- molinos recuperados.



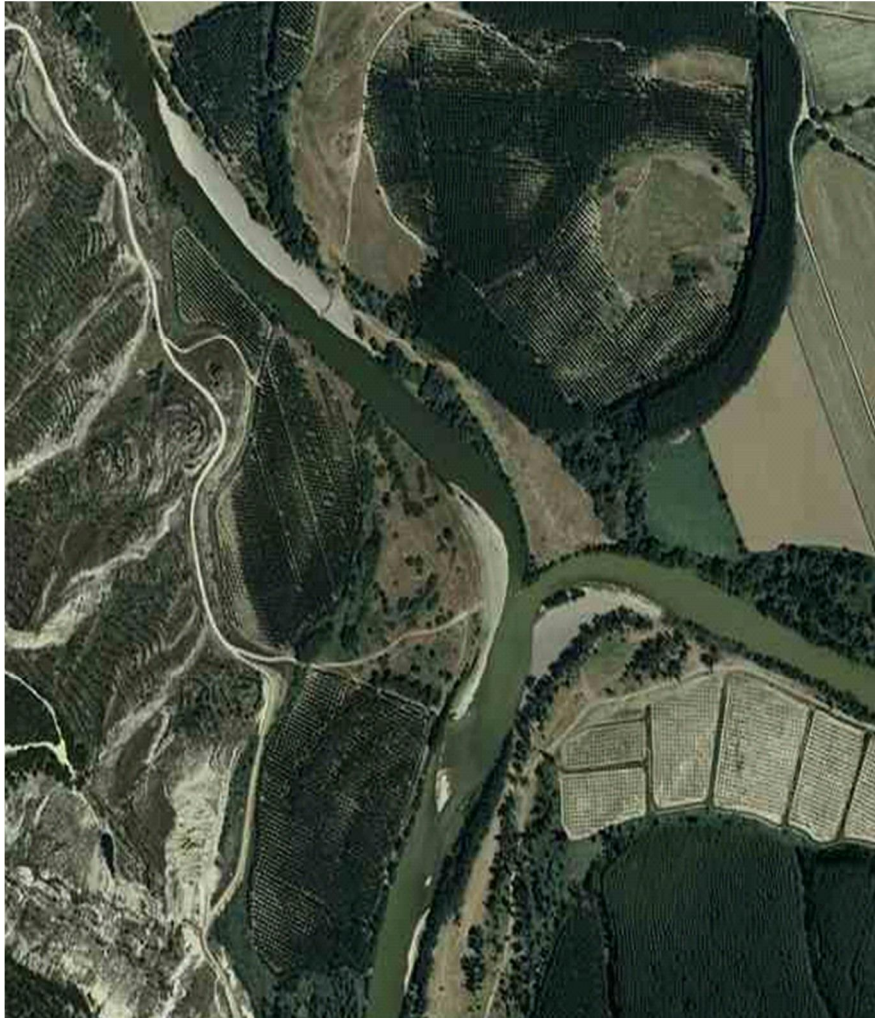






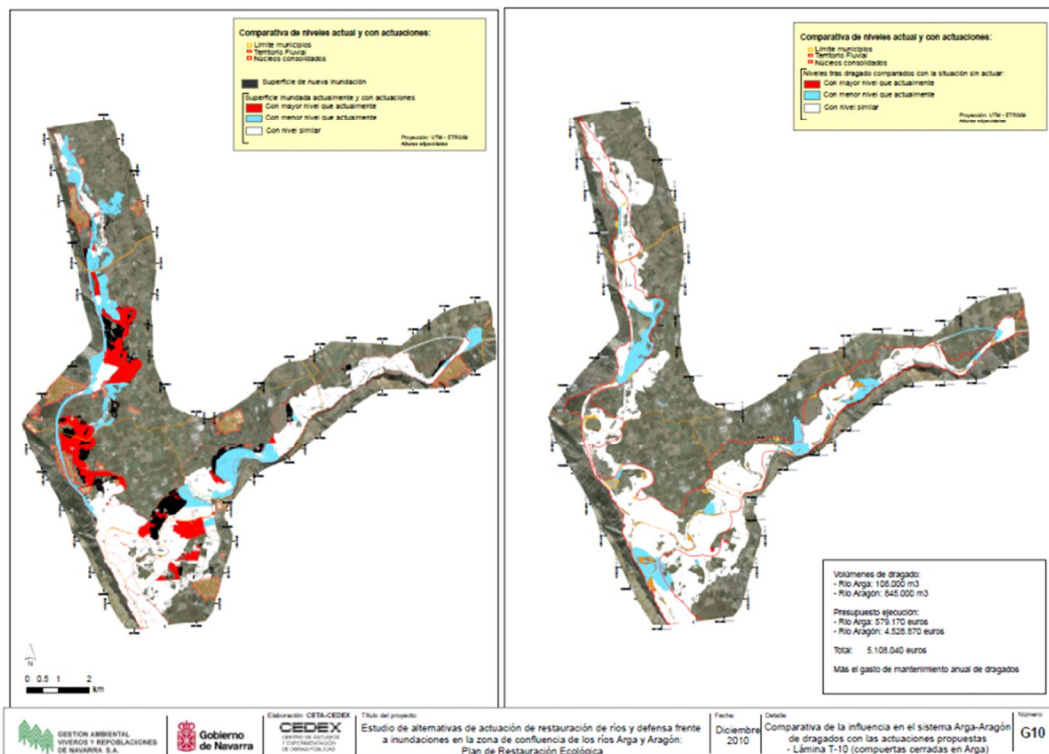
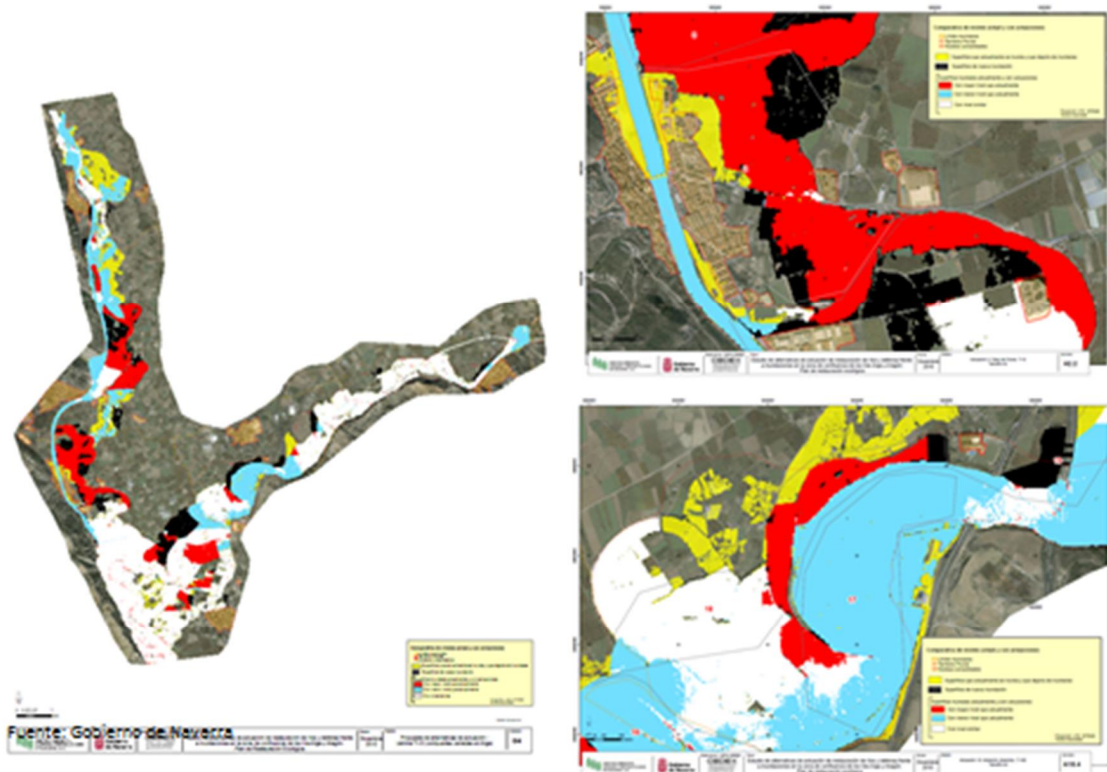






# Objetivo: restauración de hábitats y protección frente a crecidas T-100

Proyecto Life + “Territorio Visión” y otros



Restauración de >10 ha de hábitat específico  
para visión

Situación de referencia



Situación post-proyecto



Construcción de humedales como hábitat de especies de interés para la conservación, y para la mejora de los procesos eco-hidrológicos (retención, infiltración, etc.)

Restauración de >10 ha de hábitat específico  
para visión

Situación de referencia



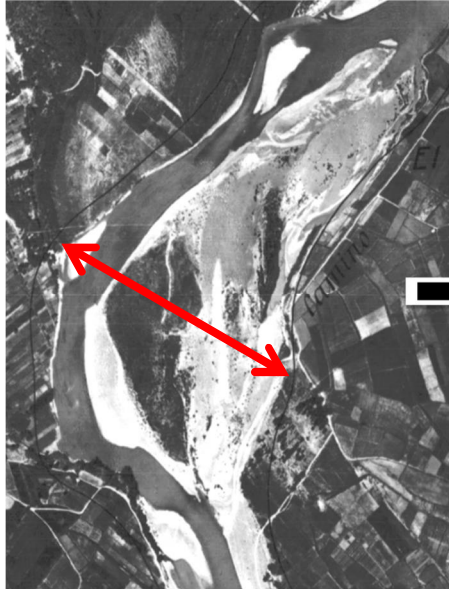
Situación post-proyecto



Reintroducción/mantenimiento de LWD para hábitat, trampa de agua y sedimentos, mejora de redes tróficas, etc.

## Restauración de >100 ha de territorio fluvial

### Situación de referencia



### Situación post-proyecto



Mejora de la conectividad espacial para hábitat, disminución del riesgo de inundación, incremento del ratio W/D, infiltración, reducción de estrechamiento e incisión.

## Eliminación de >6km de motas y diques

Mejora de la conectividad espacial para hábitat, disminución del riesgo de inundación, incremento del ratio W/D, infiltración, reducción de estrechamiento e incisión.





Mejora de la conectividad espacial para hábitat, disminución del riesgo de inundación, incremento del ratio W/D, infiltración, reducción de estrechamiento e incisión.





Fuente: Gobierno de Navarra & MN Consultors

Restauración de >100 ha de territorio fluvial

Situación de referencia



Situación post-proyecto



Elevada diversidad, densidad baja y nuevas estrategias de revegetación para optimizar el rol de la vegetación en la retención de agua y en la dinámica de hábitats.

### 3. Renaturalización de las márgenes del río Manzanares en Madrid



#### Objetivos:

- Renaturalización del río Manzanares a lo largo del tramo urbano de Madrid;
- Conexión de la ciudad con los territorios exteriores que la rodean, y que cuentan con enormes valores ambientales (como el monte de El Pardo al norte y las fértiles vegas al sur);
- Creación de un corredor vegetal en sus riberas;
- Construcción de diferentes puentes y pasarelas que conectan transversalmente los barrios y superan las antiguas desconexiones ligadas a las infraestructuras viarias y urbanas pre-existentes.

#### Cronología:

2003: el Ayuntamiento de Madrid desarrolla un proyecto de remodelación urbana, soterrando la principal vía de circunvalación de Madrid: la autovía M-30.

2003-2007: soterramiento de la parte oeste de la M-30, eliminándose el tráfico en superficie y liberándose más de 50 ha previamente ocupadas por las calzadas de la autovía. Adicionalmente se recuperaron otras 100 ha previamente cubiertas por suelos infrautilizados en las inmediaciones de la autovía.

2005: el Ayuntamiento de Madrid convoca un Concurso Internacional de Ideas.

2005-2010: creación de un gran Parque urbano de 6 km de longitud y 1.500.000 m<sup>2</sup> de superficie, en ambas márgenes del río.

- Cuenta con una extensión de 121 hectáreas;
- Se han plantado más de 30.000 árboles, 450.000 arbustos y 20 hectáreas de pradera;
- Se han construido 33 pasos sobre el río.






 **Matadero Madrid** 

2004

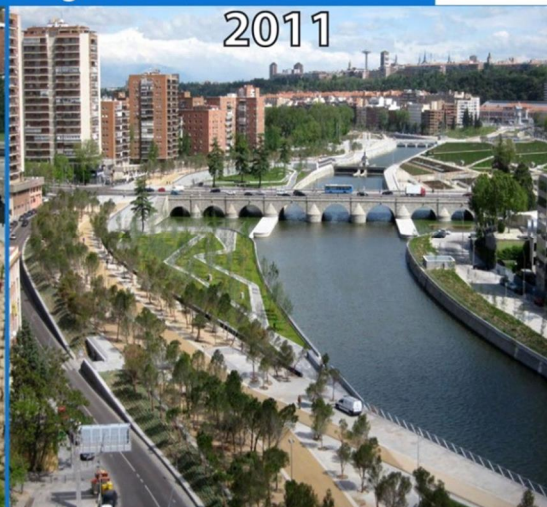
2011



 **Puente de Segovia** 

2004

2011



Munimadrid





#### 4. Adecuación ambiental del río Huécar en Cuenca



## Objetivos:

- Generar biotopos acuáticos diversos y adecuados para la implantación de vegetación autóctona y para la presencia de fauna;
- Adecuar la morfología en planta del lecho
  - Mejorar la calidad escénica del río, considerando el esquema patrimonial de la ciudad.

La ciudad de Cuenca es desde 1996 Ciudad Patrimonio de la Humanidad por UNESCO, y que este hecho, unido a la difícil orografía y a la larga historia de la trama urbana, imponían muchos condicionantes en el diseño de las actuaciones sobre el río.

La ciudad se encuentra rodeada por los cañones de los ríos Júcar y su afluente el Huécar, y su fundación se remonta a la época musulmana.

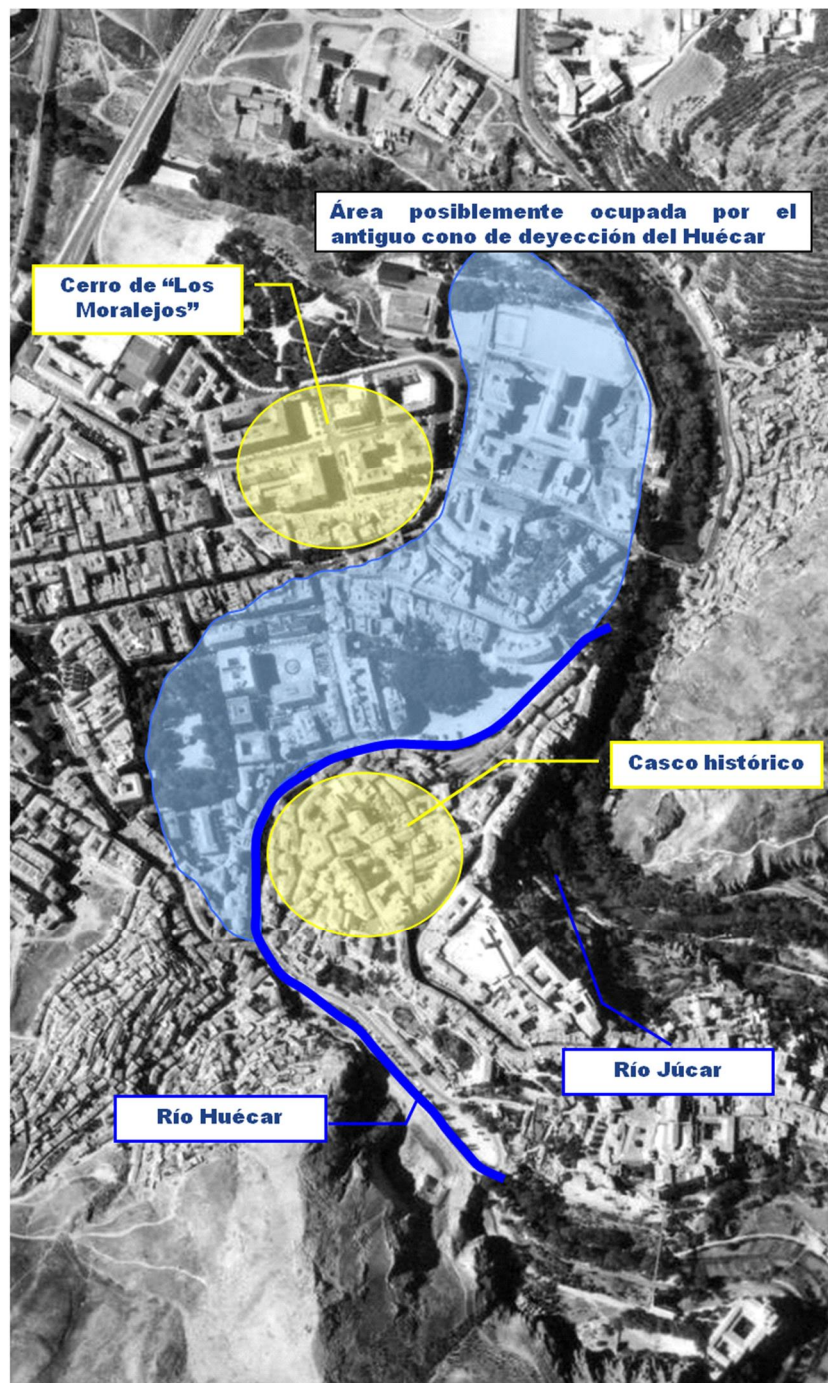
El río Huécar forma, a su paso por la ciudad y prácticamente a lo largo de todo su curso, la llamada Hoz del Huécar, garganta de unos 100 metros de profundidad sobre la que se sitúan edificios históricos como las Casas Colgadas.

A comienzos del siglo XX el río tuvo varios desbordamientos, por lo que a mediados del siglo se procedió a encauzar su último kilómetro, que es el que discurre dentro de la ciudad de Cuenca.

La actuación de renaturalización se centró en este kilómetro encauzado.







## Limitaciones y condicionantes del proyecto

- La falta de espacio. Es río circula constreñido por una trama urbana consolidada y, hoy por hoy, no es posible plantear una recuperación completa de un espacio ribereño adecuado al ecosistema fluvial;
- El riesgo de inundación. No es aceptable, bajo ningún concepto, plantear actuaciones que reduzcan la capacidad hidráulica del tramo;

- El hecho de que el río se seca con frecuencia en verano limita considerablemente su componente escénica y paisajística.

## Datos del proyecto:

Longitud: 1 km

Plazo de ejecución: 9 meses

Presupuesto: 780.000 €

Origen de la financiación:

70% Ministerio de Medio Ambiente (autoridad estatal),

25% Administración regional,

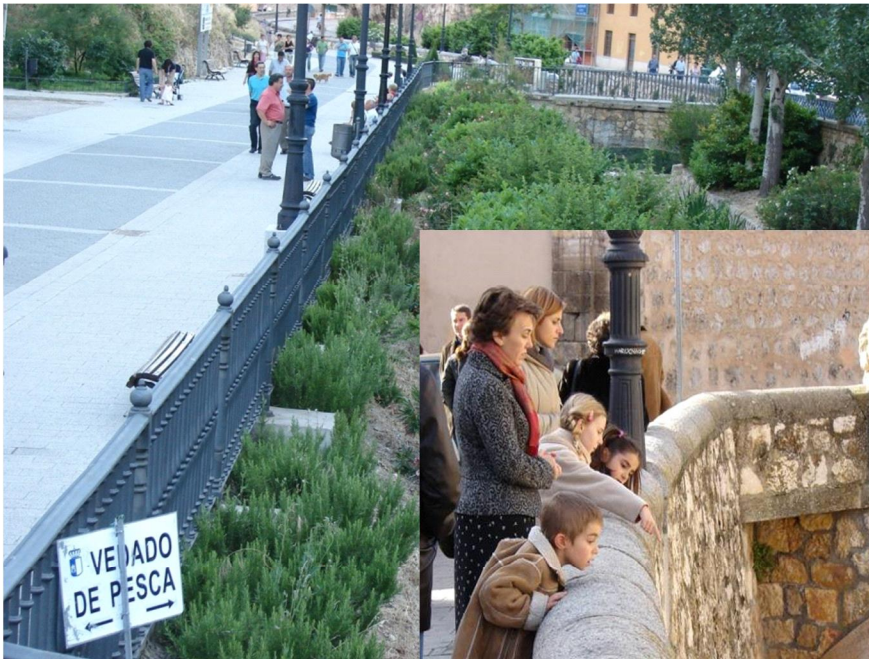
5% Ayuntamiento de Cuenca (autoridad local).

ACTUACIÓN	EFECTOS			
	Hidráulico	Ambiental	Escénico	Social
<b>NATURALIZACIÓN DEL LECHO</b>	Aumento de la rugosidad. Necesario rebajar la cota del lecho para mantener la capacidad de evacuación	Recuperación del lecho como soporte de vida (macroinvertebrados y macrófitas)	Recuperación de la imagen natural del río	
<b>SUCESIÓN DE RÁPIDOS Y REMANSOS</b>	Disipación de la energía	Generación de diversidad de biotopos. Asegurar la transitabilidad del tramo para la ictiofauna	Aportar diversidad escénica a la lámina de agua.	
<b>ADECUACIÓN DE LA VEGETACIÓN</b>	Ordenar ambientalmente las terrazas del cauce de avenida	Incorporación de vegetación al lecho y orillas	Recuperar la vegetación ribereña	
<b>ASEGURAR FLUJO PERMANENTE DE AGUA</b>			Mantener la impronta fluvial a lo largo de todo el año.	Evitar malos olores
<b>PARTICIPACIÓN PÚBLICA</b>				Educación, concienciar e implicar a la sociedad en el cuidado del río

## Actuaciones:

- Conformar el lecho con cantos rodados:
  - Eligiendo un tamaño adecuado para soportar los esfuerzos cortantes;
  - Aumentando la rugosidad y reduciendo la sección, por lo que fue necesario demoler en algunos puntos la solera existente.
- Disponer pequeños azudes con los bolos de piedra más grandes para generar una adecuada sucesión de rápidos y remansos con:
  - Un vertedero naturalizado que asegurara la transitabilidad del tramo;
  - El remanso debía ocupar aproximadamente la mitad de la distancia entre azudes.
- Para cumplir con el objetivo escénico, se realizó un bombeo desde el Júcar a través del tramo de alivio y bajo el lecho hasta el comienzo del tramo;
- También se introdujo vegetación más adecuada a la orla ribereña natural;
- Una parte del proyecto incluía incorporar elementos escultóricos a lo largo del tramo y relojes de agua que convirtieran el recorrido del río en una senda cultural.



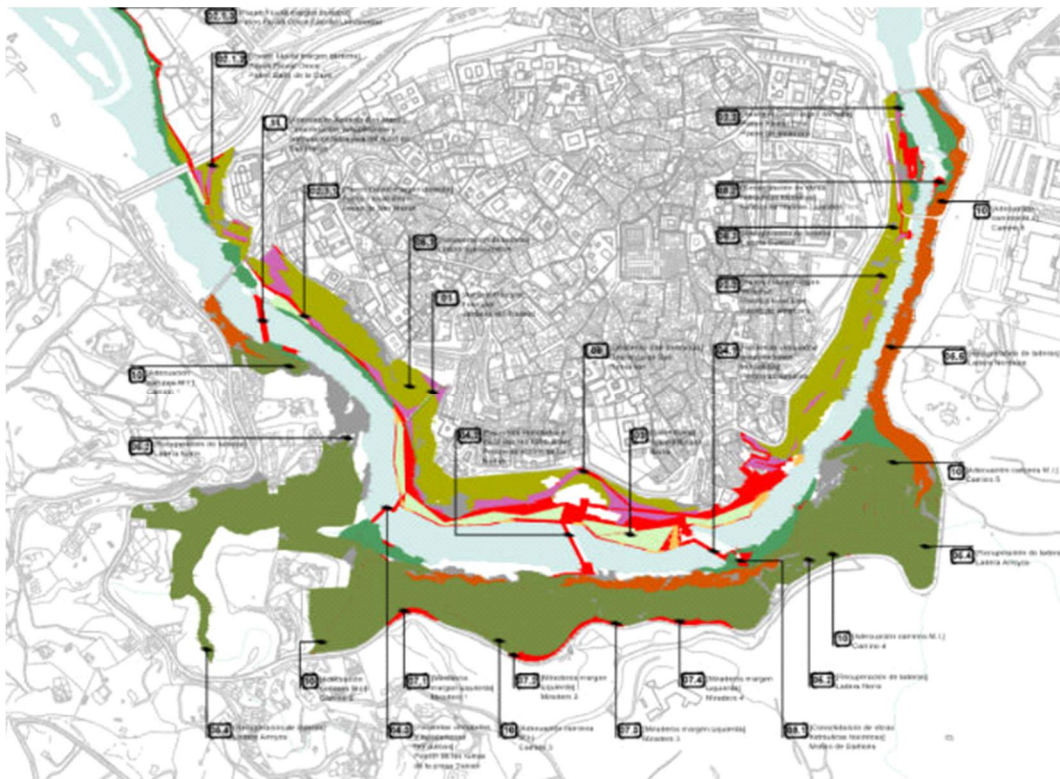


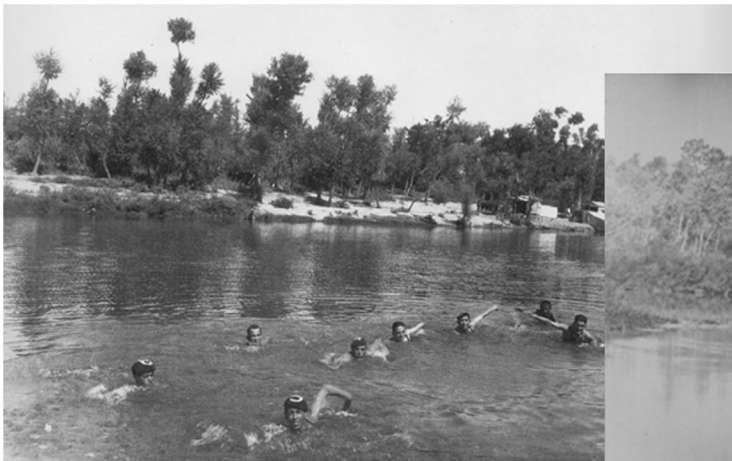
## Otros ejemplos

### Río Ebro en Logroño



# Río Tajo en Toledo





## Ríos en el entorno de Barcelona (Río Congost)



## Ríos en el entorno de Barcelona (río Congost)





## Ríos en el entorno de Barcelona



## Ríos en el entorno de Barcelona



## Ríos en el entorno de Barcelona



### 5. Conclusiones y recomendaciones (I)

- Incrementar el reconocimiento sobre los servicios ecosistémicos de los ríos urbanos;
- Exigir en cada intervención procesos completos de participación pública;
- Requerir que las intervenciones consideren WFD, FRD & BHD, y otros aspectos como NWRMs o LSS;
- Demandar que todas las actuaciones incorporen análisis reales coste-beneficio;
- Favorecer la colaboración público/privada en aspectos técnicos y económicos, pero bajo escenarios de planificación y gestión por cuenca.

### 5. Conclusiones y recomendaciones (II)

- La recuperación de los tramos urbanos requiere estudios integrados – hidrológicos, ecológicos, socio-económicos, etc;
- La reducción del riesgo de inundación admite muy diversas estrategias y deben adoptarse planteamientos que apuesten por la multi-funcionalidad del sistema;



- El diseño urbano no debe suponer un obstáculo para la recuperación de procesos fluviales críticos;
- Debe prestarse mucha atención a la sensibilización sobre el papel de los ríos en las ciudades, planteando soluciones a largo plazo para problemas complejos y cambiantes.



**Prefeito Municipal de Niterói**

Rodrigo Neves Barreto

**Vice-Prefeito**

Axel Schmidt Graef

**Coordenador Geral do Convênio pela Prefeitura Municipal de Niterói**

Axel Schmidt Graef

**Diretor Representante da CAF no Brasil Banco de Desenvolvimento da América Latina**

Victor Rico Frontaura

**Executivo Principal Setor Privado- CAF**

Marcelo dos Santos

**Coordenadora Executiva do Convênio pela Prefeitura Municipal de Niterói**

Dionê M. Marinho Castro

**Organizadora do Relatório**

Dionê M. Marinho Castro

**Colaboradoras**

Clarissa Terezinha Nabuco

Juliana Baptista Silva

Letícia da Cunha Mose Ferreira

Luize de Oliveira Ferraro Mello

**Reitor da Universidade Federal Fluminense**

Sidney Luiz de Matos Mello

**Chefe de Gabinete da UFF**

José Rodrigues

**Pró-Reitor de Planejamento**

Jailton Gonçalves Francisco

**Pró-Reitor de Extensão**

Wainer da Silveira e Silva

**Diretor do Instituto de Geociências**

Reiner Rosas

**Diretora do Departamento de Biologia Geral**

Denise Fedder

**Coordenador Geral do Convênio pela Universidade Federal Fluminense**

Reiner Rosas

**Coordenador Executivo do Convênio pela UFF**

Sergio Ricardo Barros

**Colaboradoras**

Renata Barbosa

Vivianne Ramos Lima