
Processos Hidrológicos

CST 318

Tema 9 - Ecohidrologia
ANO 2017

Laura De Simone Borma
Camilo Daleles Rennó
<http://www.dpi.inpe.br/~camilo/prochidr/>

Evolução da Hidrologia

- ❑ Início do século 20:
 - ❑ foco no entendimento de alguns processos do ciclo da água
 - ❑ trabalhos de Horton em infiltração, Darcy na água subterrânea, etc.
 - ❑ evolução esparsa do conhecimento

- ❑ Meados do século até a década de 70
 - ❑ preocupação em obter vazões para projetos de obras hidráulicas - canaletas, tubulações, sistemas de drenagem e reservatórios
 - ❑ Modelos de previsão chuva-vazão (tipo caixa-preta)
 - ❑ Simplificações empíricas - o conhecimento do passado norteia as ações do futuro

Evolução da Hidrologia

- ❑ Final do século 20 e início do século 21
 - ❑ Mudanças no uso e ocupação da terra e influência na resposta hidrológica
 - ❑ Mudanças climáticas e aceleração do ciclo hidrológico: maior temperatura, maior chuva e maior escoamento superficial
 - ❑ Problema: escoamento rápido da água na bacia

Drainage basin x storage basin

Bacia Hidrográfica: Sistema de **infiltração e armazenamento** de água da chuva

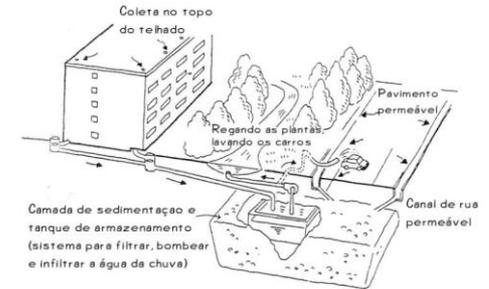
Quaisquer atividades devem **manter a capacidade de armazenamento** de água da chuva em bacias e solos.

Urbanização:

- retirada de vegetação e do solo
- revestimento do terreno com concreto e asfalto
- Rejeição da água (escoar a água da chuva o mais rápido possível)

Reruralização

- Convivência com plantas, terra e água de chuva
- Recuperar a vegetação, a terra e a água e viver em harmonia com elas

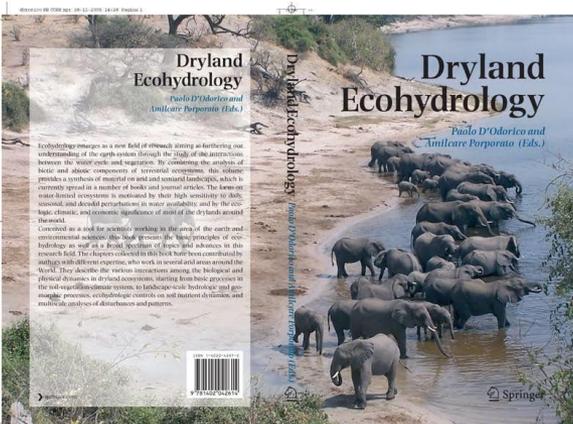
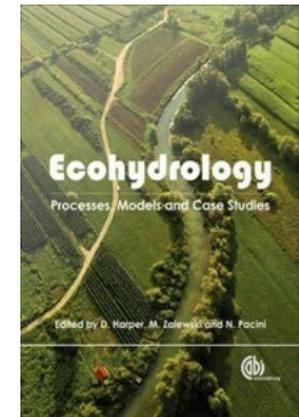
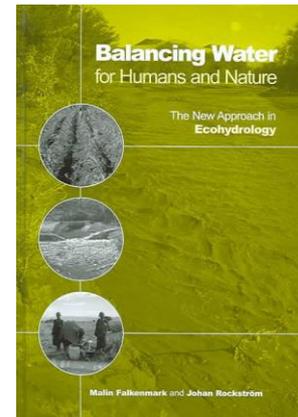
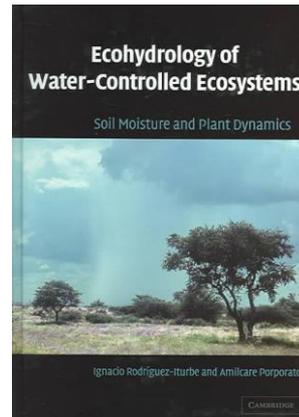
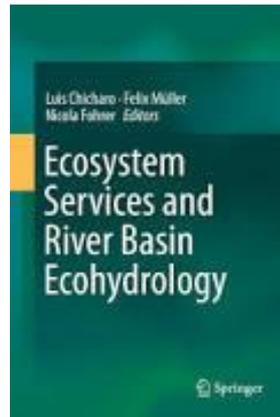
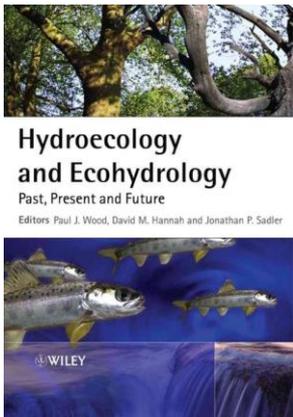


Utilização e Infiltração da água da chuva



Renaturalização do rio (espigões na margem do rio)

Ecohidrologia



May mean different
thinks to different people

Relação entre biota e água em uma via de duas mãos:
papal dos ecossistemas na regulação hídrica e vice-versa,
papal do ciclo hidrológico na manutenção dos ecossistemas

Segurança hídrica de ecossistemas

Manutenção, recuperação, restauração de
serviços ecossistêmicos

Quantidade e qualidade da água

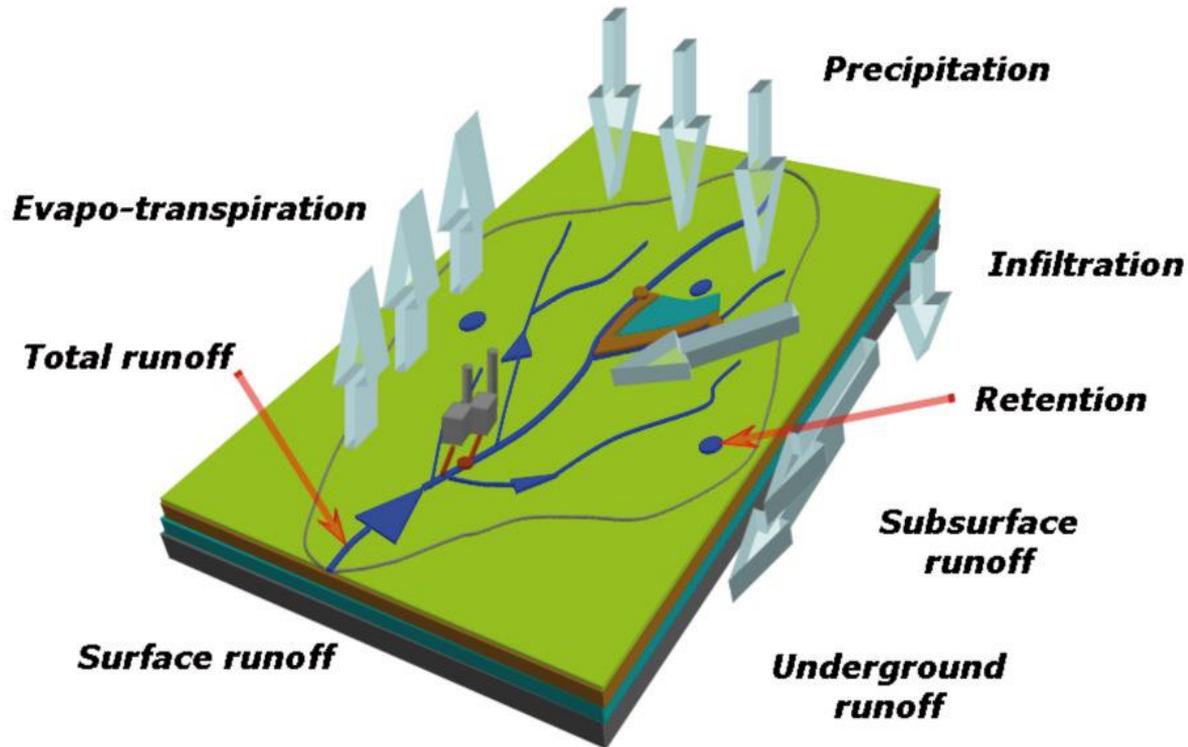
Inter-relação Hidrologia-Biota

- ❑ O ciclo hidrológico é intermediado pelos ecossistemas em inúmeros pontos. P.e.
 - ❑ **Transpiração da floresta** → fornece grande parte do fluxo de água para a atmosfera, que retorna sob a forma de chuva
 - ❑ A quantidade de água/sedimentos que atinge o lençol freático ou o corpo hídrico depende, dentre outros fatores, da **cobertura vegetal**
 - ❑ **Matas ripárias, áreas alagáveis, charcos, pântanos e planícies de inundação** são sistemas de amortização de água, sedimentos, nutrientes e contaminantes
- ❑ A Ecohidrologia é uma subdisciplina da Hidrologia que foca nos processos ecológicos que ocorrem dentro do ciclo hidrológico e visa utilizar esses processos para aumento da sustentabilidade ambiental

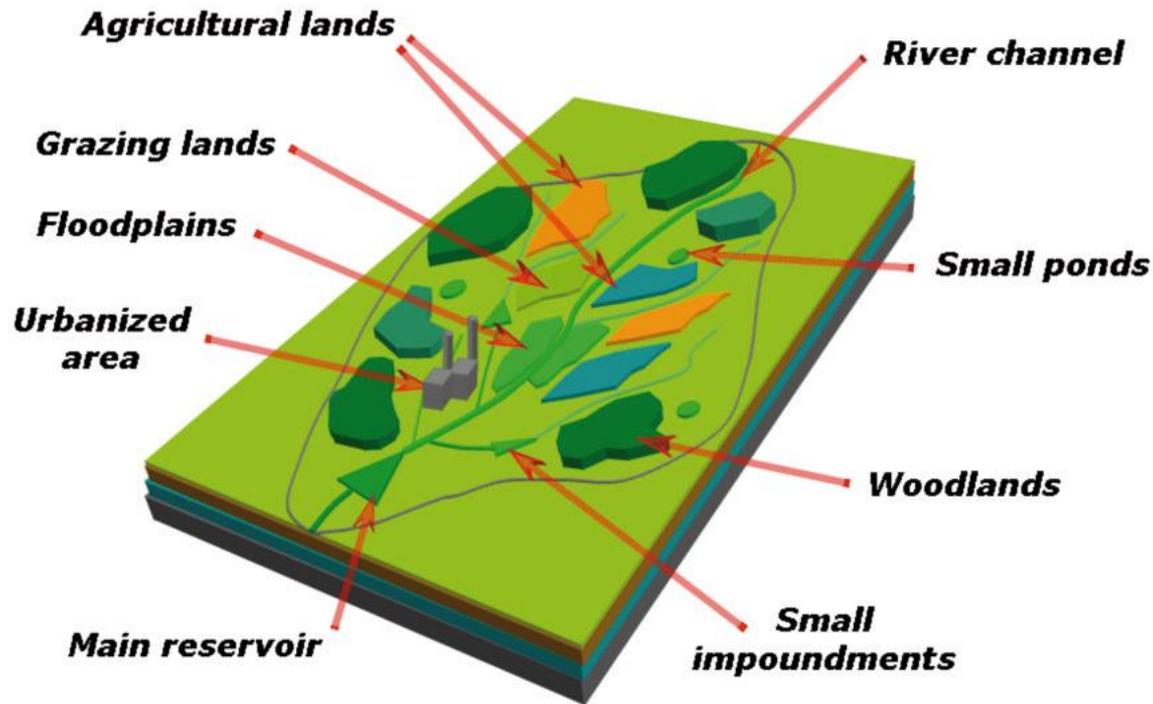
Enfoque Ecohidrológico da UNESCO

- ❑ Otimização da **capacidade de absorção dos ecossistemas** contra os impactos humanos
- ❑ Baseada no **entendimento dos padrões espaciais e temporais** da dinâmica da **biota** e da **água**, na escala de bacia
- ❑ **Enfoque hidrológico** - restauração e manutenção dos padrões de circulação de água e nutrientes
- ❑ **Enfoque ecológico** - aumento da capacidade dos ecossistemas de resistir aos impactos (carrying capacity) e de fornecer serviços ambientais
- ❑ **Enfoque integrado** - Ecohidrologia como ferramenta de gestão de recursos hídricos (restauração de reservas hídricas) e recuperação de áreas degradadas
- ❑ Desenvolvimento da ciência com foco na solução de problemas - interface com engenharias

Hidrologia - enfoque convencional

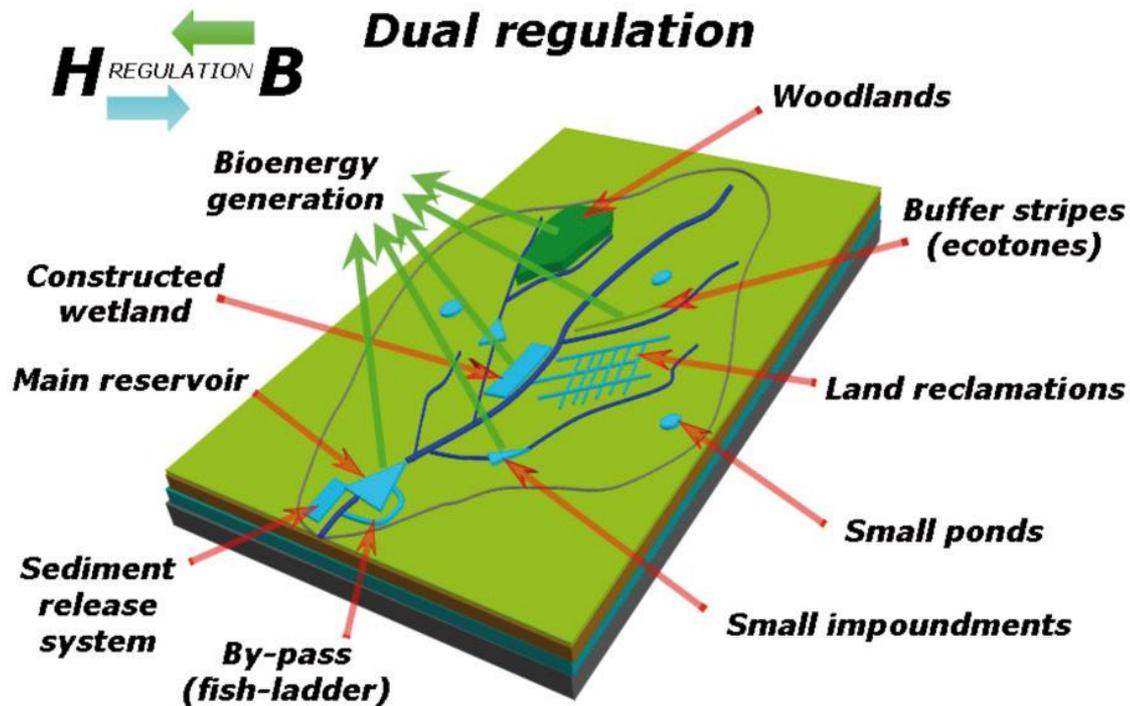


Biocenose



Biocenose - conjunto de populações interdependentes de um mesmo ecossistema, que ocupam a mesma área natural durante um mesmo período de tempo e que dependem dos mesmos fatores ambientais

Regulação dual



Uso da biota para controle dos processos hidrológicos e vice-versa
Prevê uma harmonização com as infraestruturas hídricas
existentes e/ou planejadas

Background metodológico

- Conhecimento científico: ecologia e hidrologia
- Enfoque multidisciplinar e transdisciplinar
- Foco na solução de problemas
- Ferramentas suporte: sensoriamento remoto, GIS e modelagem matemática (Jorgensen, 2002)
- Consideração de múltiplas trajetórias de processos precisamente quantificados ajudam a evitar o enfoque 'tentativa e erro'

Exemplo de solução

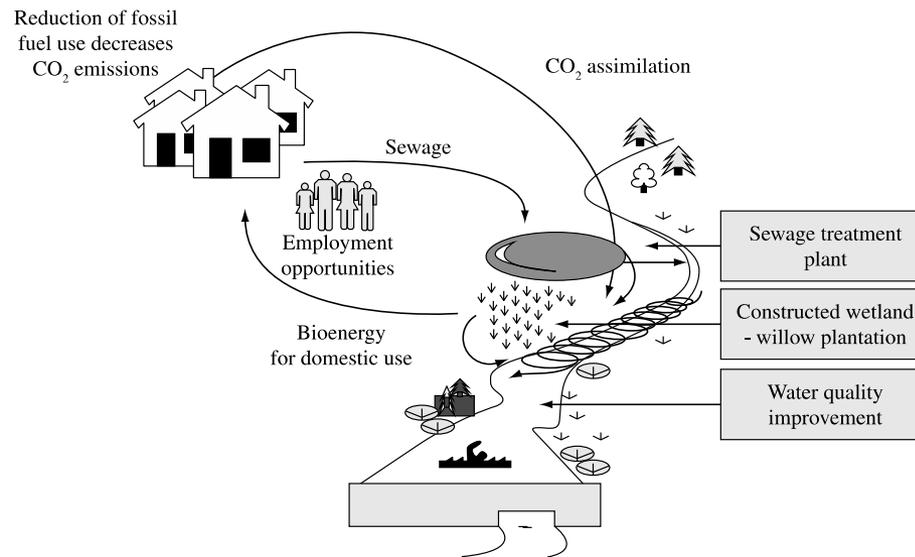


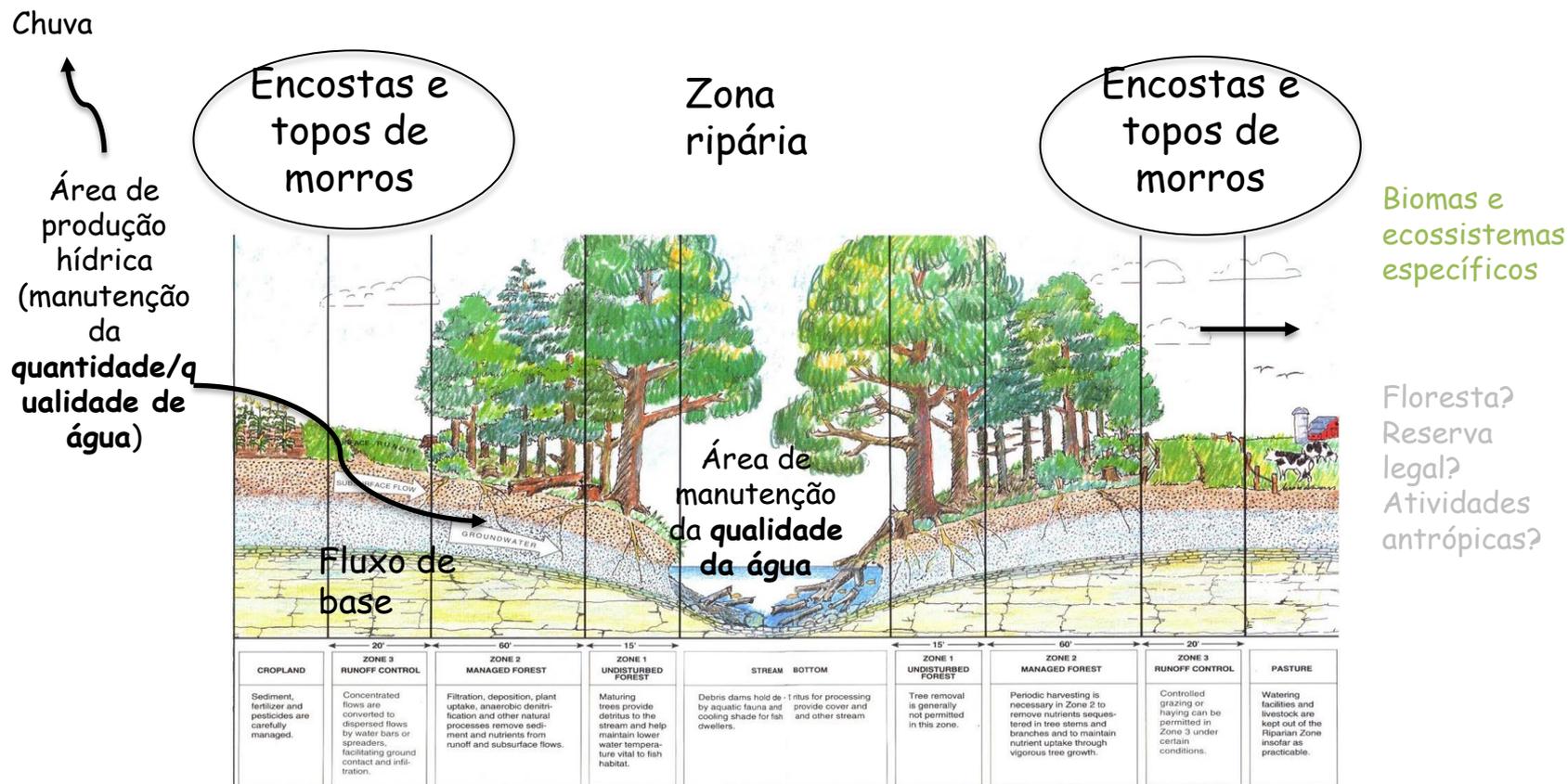
Figure 5. System solutions based on three principles - improvement of ecological flow, water quality, human health and quality of life (modified from Zalewski and Robarts, 2003).

Dimensão terrestre e aquática

- Duas grandes 'vertentes':
 - Dimensão terrestre:
 - vegetação como moderadora da quantidade e qualidade da água
 - Principal pergunta: como as mudanças no uso e cobertura da terra influenciam o ciclo hidrológico e o fluxo de sedimentos e nutrientes para os sistemas aquáticos (superficiais e subterrâneos)
 - Dimensão aquática:
 - Papel das áreas de transição entre os ecossistemas terrestres e aquáticos (zonas ripárias/áreas úmidas) na purificação dos sistemas aquáticos superficiais

Biota como moderador da dinâmica hídrica

Ecohidrologia em bacias hidrográficas



Manutenção da quantidade e qualidade da água



Fase aquática e fase terrestre do ciclo hidrológico

Dimensão aquática

Processos físicos, biológicos e químicos interagem de forma a manter a quantidade e qualidade da água dentro dos limites aceitáveis para a maioria dos organismos

□ McClain (2010) - *IPS - Intrinsic Purification Systems*

The Ecohydrological Approach as a Tool for Managing Water Quality in Large Tropical Rivers

Michael E. McClain

Department of Environmental Studies, Florida International University
Miami, FL 33199 USA

INTRODUCTION

A guiding hypothesis of the UNESCO Ecohydrology programme is that “the ecohydrological approach can be a tool towards the sustainable use of aquatic resources by enhancement of the resistance, resilience and buffering capacity of fluvial corridors” (Zalewski et al., 1997). This hypothesis stems from our understanding that aquatic ecosystems contain intrinsic water purification systems wherein physical, biological, and chemical processes interact to maintain water quantity and quality within ranges acceptable to the majority of organisms. These intrinsic services of water purification function to some extent throughout river corridors, but they tend to be accentuated in specific features such as riparian zones, wetlands, and floodplains. Ecohydrologists strongly believe that by improving our understanding of natural water purification processes, humans can make use of these features as explicit tools in larger water management programs, serving to compliment and enhance engineering plans. This improved understanding would also enable humans to better preserve critical ecosystem components and to ensure that they continue to fulfil their ecological roles.

sistemas
aquáticos contém
mecanismos
intrínsecos de
purificação de
água, os quais
podem ser
utilizados,
juntamente com
as obras de
engenharia, como
ferramenta de
gestao para
melhoria da
quantidade e
qualidade da
agua

In this chapter I examine the utility of the ecohydrological approach to managing water quality in large tropical river basins. I believe that ecohydrology should play an

Sistemas naturais que atuam na proteção dos sistemas aquáticos

- ❑ Atuam ao longo de todo o canal
- ❑ São mais acentuados nas **regiões de interface entre os sistemas terrestres e aquáticos**
 - ❑ **Zonas ripárias**
 - ❑ **Áreas úmidas** (*wetlands*) - swamps, marshes and bogs (pântanos e charcos) - p.e. Pantanal
 - ❑ **Áreas de alagamento** (*floodplains*)
 - ❑ Sedimentos de fundo dos rios

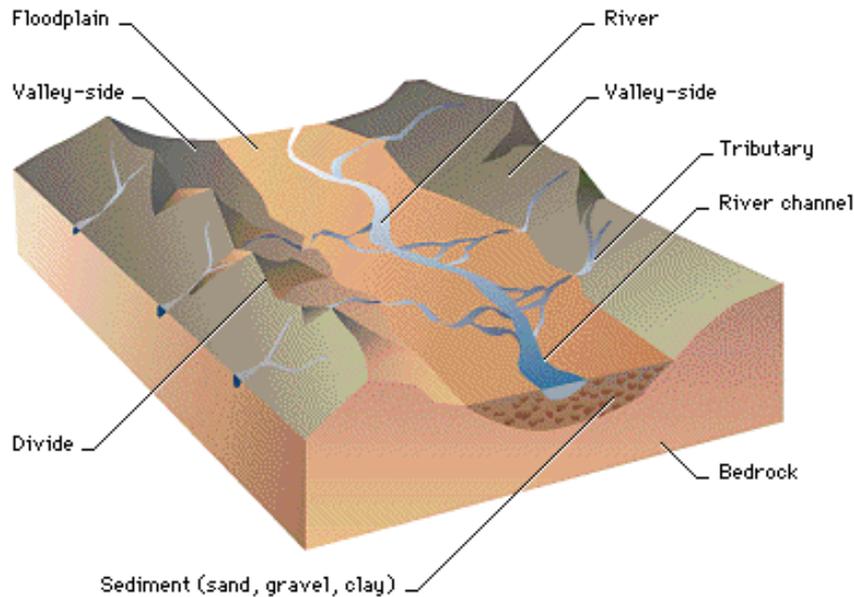


Zonas ripárias

Zonas ripárias

- Plantas tolerantes aos alagamentos frequentes e lençol freático raso
- Os solos frequentemente inundados e anóxicos, criando um ambiente distinto daquele das áreas mais elavadas
- Recuperação de matas ripárias tende a ser feita com espécies de crescimento rápido
- Atuam como uma barreiras naturais situadas entre os ambientes aquático e terrestre - tamponamento efetivo de material particulado e dissolvido que se move do ambiente terrestre para o aquático
- Remoção de sedimentos, nutrientes, acidez e substâncias químicas
- Processos de sedimentacao, adsorcao, assimilacao pelas plantas e denitrificacao
- Areas florestadas e gramineas retiveram 80-90% dos sedimentos provenientes de areas agricolas no sul dos EUA (Cooper et al., 1987; Gilliam, 1994)
- Cerca de 90% de reducao na concentracao de nitratos foi observada nessa mesma área (Jacobs & Gilliam, 1985), por meio de assimilacao pelas plantas e denitrificacao

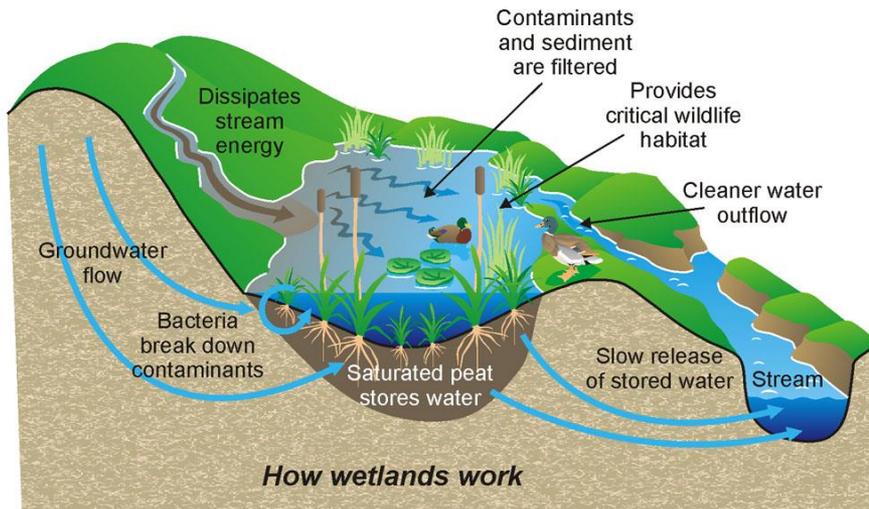
Áreas sazonalmente alagáveis



Floodplains - planícies de deposição ao longo das margens dos rios e canais que são sazonalmente ou esporadicamente alagáveis

Buffering capacity dessas áreas é mais efetiva nas partes baixas do curso dos rios

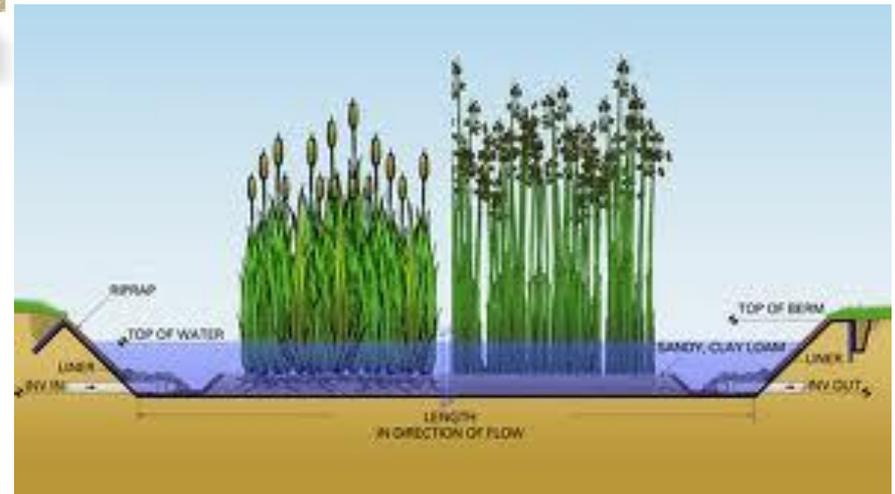
Áreas úmidas, pântanos, charcos



Wetlands - Ficam saturadas praticamente o ano todo

Zonas ripárias: plantas de crescimento rápido, tolerantes a enchentes frequentes e lençol freático raso

Buffering capacity das zonas ripárias e áreas úmidas tende a ser mais efetiva na proximidade das cabeceiras dos rios



Mecanismos de tamponamento

❑ Mecanismos de tamponamento

- ❑ Sedimentação - diminuição da velocidade de escoamento (retenção de fosfatos e outros nutrientes) - mecanismo de longo prazo mais eficiente
- ❑ Adsorção - nas partículas sólidas do solo
- ❑ Assimilação pelas plantas
- ❑ Desnitificação
- ❑ Retenção de pesticidas - poucos estudos

❑ **Bacias naturais** - esses sistemas estão localizados no caminho natural das águas

❑ **Bacias antropizadas** - sistemas **restaurados** ou **construídos**, para auxiliar na purificação da água que atinge o sistema fluvial

Ecohidrologia aquática em regiões tropicais

Biogeochemistry 38: 67–102, 1997.

© 1997 Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

Solute export from forested and partially deforested catchments in the central Amazon

MICHAEL R. WILLIAMS¹ & JOHN M. MELACK²

¹Center for Estuarine and Environmental Studies, Horn Point Laboratories, Cambridge, MD 21613, USA (Current address: Institute for Computational Earth System Science, University of California, Santa Barbara, CA 93106, USA); ²Department of Ecology, Evolution and Marine Biology, and Institute for Computational Earth System Science, University of California, Santa Barbara, CA 93106, USA

- Pequena bacia na Amazônia Central:
- Aumento de NO_3^- , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , Al, Fe, Mn e DOC na **água do solo** em uma área experimental submetida a desmatamento e queima;
- O **escoamento superficial** e a **água dos rios** apresentou aumento na concentração desses elementos, bem como em fósforo dissolvido, nitrogênio total dissolvido, carbono inorgânico
- No entanto, foi verificada uma significativa redução das cargas de sedimentos e de NO_3^- nas águas superficiais e subterrâneas após o runoff atravessar a zona ripária vegetada

Ecohidrologia aquática em regiões tropicais

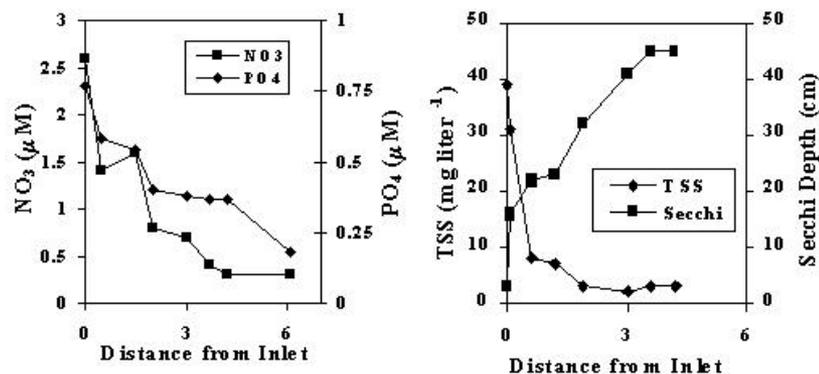


Figure 2: Plots illustrating the decreasing levels of nutrients (a) and sediments (b) in river waters passing through a floodplain lake of the Amazon river. Increasing water clarity reported as Secchi depth is also shown. Data adapted from Engle and Melack (1993).

- Cerca de 90% de todo sedimento transportado pelo rio Solimões/Amazonas origina-se nos Andes;
- Dos cerca de 1400 Mt.ano^{-1} , 200 Mt.ano^{-1} (14%) ficam depositados na área alagável ou dentro do canal (Dunne et al., 1998)
- Da água que atravessa a planície de alagamento, cerca de 90% do material em suspensão fica depositado, conduzindo a um aumento da transparência da água e crescimento do fitoplâncton (Engle & Melack, 1993)
- Decréscimos expressivos de nutrientes são também observados a medida que a água se move através da planície de alagamento
- Além dos efeitos de depuração da qualidade da água, as planícies de alagamento são importante habitat para espécies comerciais e não comerciais de peixes, que servem de proteína para as populações locais

Ecohidrologia aquática em regiões tropicais

Propostas

- IPS - *Intrinsic Purification Systems*
- Como podem ser integrados às ações e políticas de gestão de recursos hídricos?
- IPS podem ser explicitamente identificadas nas políticas e planos como ferramentas a serem utilizadas na manutenção da qualidade da água e minimização dos riscos de enchentes
- Serviços ecossistêmicos dessas IPS devem ser quantificados para justificativa econômica da sua preservação
- Outros serviços devem ser incluídos (habitat de peixes, preservação da biodiversidade)
- IPS não devem ser tratadas isoladamente, mas como parte fundamental de um sistema mais complexo
- Nas áreas rurais, elas exercem função mais importante do que nas áreas industriais e urbanas (podendo, eventualmente, serem consideradas como elemento único)
- Áreas antropizadas: Reabilitação das UPS ou construção de áreas artificiais
- Instituição das IPS's na cultura local - múltiplos serviços devem ser demonstrados às comunidades locais através de programas de educação e projetos

Demonstração em projetos de Ecohidrologia

- ❑ Lago Naivasha, Kenya
- ❑ Planície alagamento do alto rio Paraná
- ❑ Potencialidade das regiões tropicais

Lago Naivasha, Kenya

❑ Degradação da bacia

- ❑ Desflorestamento nas cabeceiras
- ❑ Erosão intensa dos taludes mais inclinados no curso médio da bacia e perda de matas ripárias
- ❑ Retirada em excesso da água superficial e subterrânea
- ❑ Desmatamento para implantação de horticulturas em escala industrial (produção de flores)
- ❑ Destruição das margens pela população local - inchaço de cerca de 300 mil habitantes pela oferta de emprego na produção de flores - demanda excessiva por água para abastecimento e lançamento de esgotos



Lago Naivasha, Kenya

❑ Degradação do lago

- ❑ Condições ecológicas tem se deteriorado desde a década de 80
- ❑ Vegetação ripária (*Cyperus papyrus*) que protegia lago da poluição difusa diminuiu de 60 km² para menos de 10 km²
- ❑ A água do lago é turbida, devido ao aumento do nível de nutrientes e aumento do fitoplâncton

❑ Aspectos sócio econômicos

- ❑ Valor econômico do lago é derivado da horticultura, turismo e pesca



Lago Naivasha, Kenya

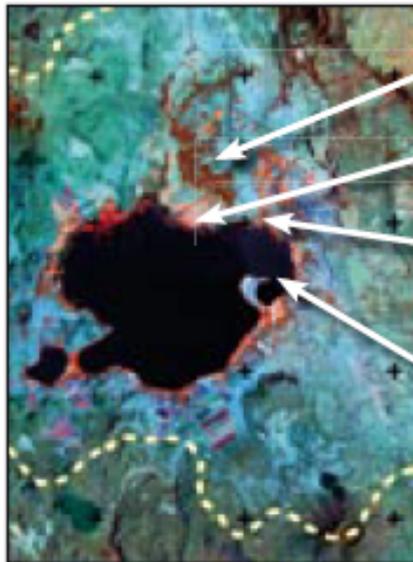
□ Ecohidrologia

- 1) reflorestamento das cabeceiras da bacia feito pela indústria da horticultura, para restaurar o runoff
- 2) Re-criação das matas ripárias com o *papyrus* na região do delta, contemplando projeto de novas áreas alagáveis para captura de nutrientes e sedimentos em diferentes regimes de descarga
- 3) Plantação de espécies nativas de crescimento rápido (*Acácia*) nas zonas ripárias para restauração da biodiversidade



Lago Naivasha, Kenya

turbid, due to



ECOHYDROLOGICAL SOLUTIONS

replanting of head-water forests

creation of sequential wetlands at the inflowing delta

off-channel dam construction for domestic use and stock drinking water

riparian ecotone restoration along the Gilgil and Malewa rivers

ENVIRONMENTAL BENEFITS

greater retention of nutrients and water in the catchment during storms and slow release throughout the year

trapping of nutrients in plant biomass (seasonally removed)

highest flows diverted over grassland to dissipate river erosive power and sediment

intermediate flows diverted into Acacia xanthophloea plantations to utilise nutrients in wood fuel growth

normal flows diverted from channel across riparian lake edge to encourage re-germination of papyrus and wetland species for trapping and slow release of nutrients and organic matter into the lake

SOCIO-ECONOMIC BENEFITS

employment in forestry

sustainable supply of fuel wood

safe domestic water supply

more reliable domestic water supply to downstream communities

sustainable supply of fuel wood and fodder employment in forestry and sustainable charcoal

Área alagável no Paraná, Brasil

❑ Problema ambiental

- ❑ Regime do rio alterado pela construção de 26 grandes reservatórios (> 100 km²) para produção de energia
- ❑ Redução da variabilidade natural do rio
- ❑ restrição da conectividade com a área alagável
- ❑ diminuição das trocas de águas e nutrientes e eutroficação
- ❑ Extração de areia e drenagem para plantio de arroz e pastos - degradação adicional da área alagável e instabilidade das margens



LOCALIZAÇÃO DO TRANSECTO



DETALHAMENTO DA ÁREA ATRAVÉS DE MOSAICO DE AEROFOTOS

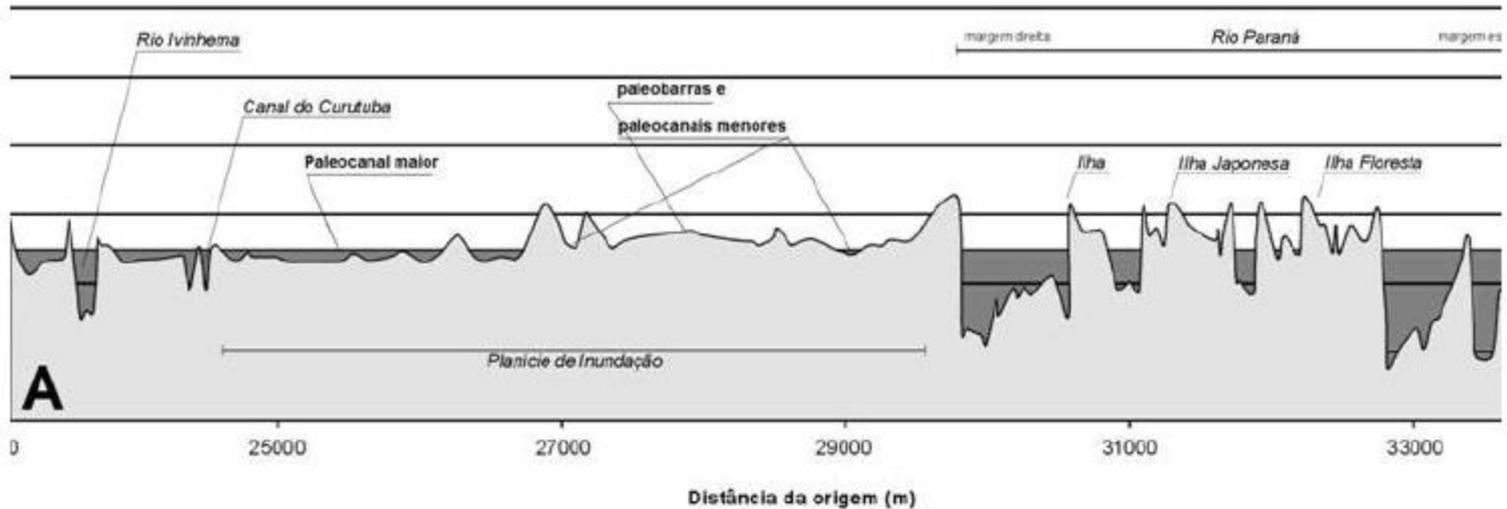


Figura 4 - Perfil transversal topo-batimétrico do rio Paraná e detalhes das feições na planície de inundação adjacente. Fonte: adaptado de Comunello (2001).

Área alagável no Paraná, Brasil

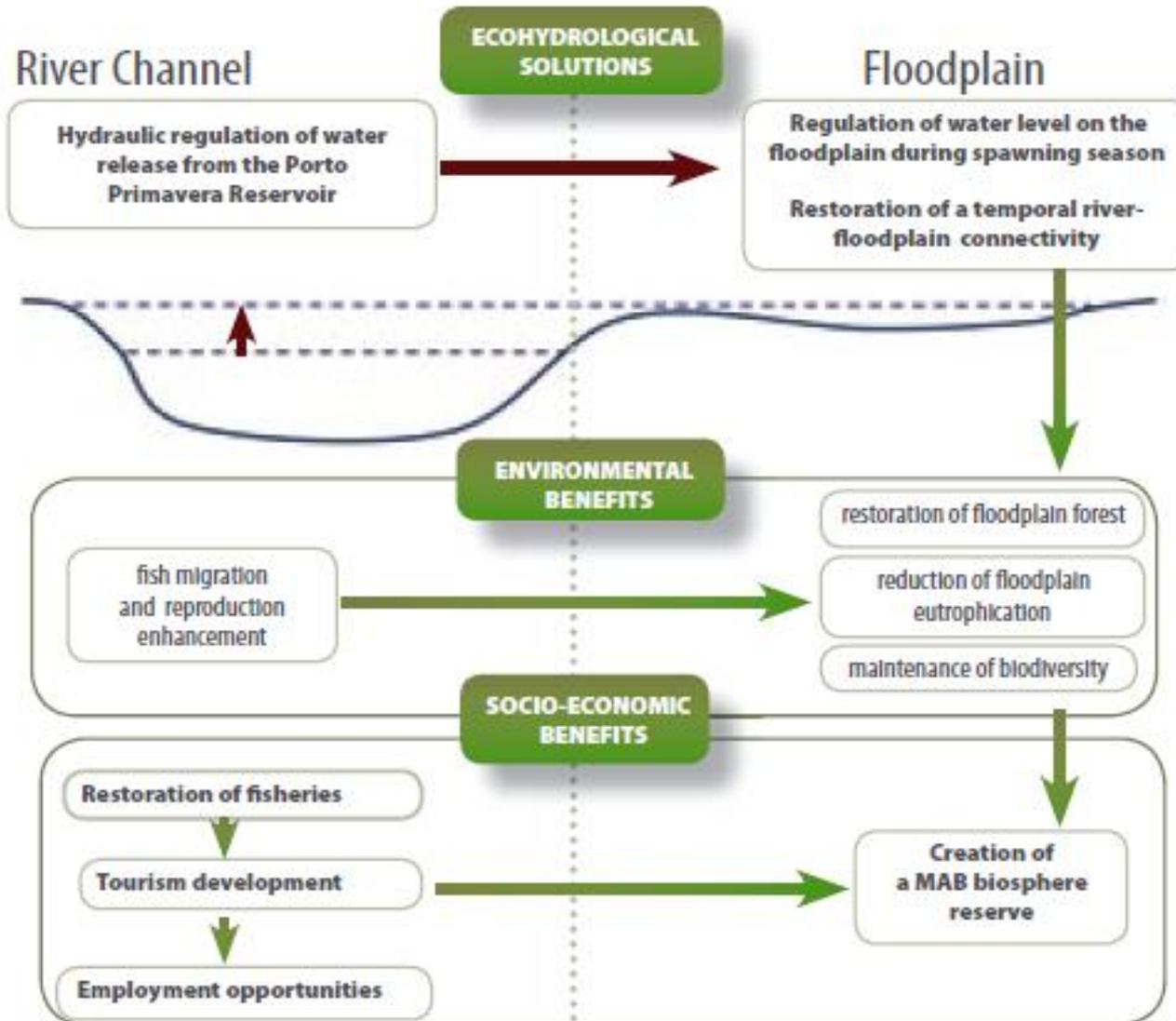
❑ Ecohidrologia

- ❑ Elaboração de planos operacionais para a infraestrutura hidrotécnica de forma a manter o pulso de inundação próximo do regime natural do rio e melhorar a conectividade entre rio e planície de alagamento a jusante do reservatório

❑ Regime ótimo

- ❑ Garantir a produção de energia elétrica, considerando o ciclo ecológico, aumentando a disponibilidade de peixes e preservando a biodiversidade

Área alagável no Paraná, Brasil



Dimensão terrestre

Dinâmica da água no sistema solo-
vegetação- clima

nuctuations and vegetation dynamics in space and time. The soil moisture balance equation at a site is shown to be the keystone of numerous fundamental questions which may be instrumental in the quantitative linkage between hydrologic dynamics and ecological patterns and processes. Some of those questions are outlined here, and possible avenues of attack are suggested. The space-time links between climate, soil, and vegetation are also explored from the hydrologic perspective, and some exciting research perspectives are outlined.

It is a great thing for us to carry on the tradition of holding nature up to examination, of asking again and again why it is the way it is.

[Weinberg, 1994, p. 275]

Imagination is more important than knowledge.

[Einstein, 1996, p. 223]

1. Introduction

To write about the future of hydrologic research is a challenge that makes one think beyond short-term issues related to funding and popularity. It is obviously impossible to be very specific when guessing where the excitement is

another. The interplay between climate, soil, and vegetation cannot be one of general and universal characteristics. The dynamics of the interactions is crucially influenced by the scale at which the phenomena are studied as well as by the physiological characteristics of vegetation, the pedology of the soil, and the type of climate. This obvious fact is, nevertheless, one that is seldom made explicit in hydrologic research. Moreover, not only the temporal aspects but also the spatial aspects of the dynamics are crucially dependent on the above factors. Thus the climate-soil-vegetation dynamics, the core of hydrology itself, is funda-

eco-hydrology; instead, I will concentrate on the climate-soil-vegetation interaction in regions where water is a controlling factor.

2. Hydrology's Most Basic Equation: Questions and Challenges

The fundamental equation in hydrology is likely to be the soil moisture balance equation which in absence of pronounced topographical effects can be written at a point as

$$ds = I(s, \theta) - E(s, \theta) - I(s, \theta)$$

As relações solo-planta-clima não são universais e variam em função:

- das características fisiológicas das plantas
- do tipo de solo
- do clima
- da escala espacial e temporal considerada

Diferenças cruciais ocorrem entre áreas de floresta, cerrado e gramíneas

Clima e ecossistemas

Existem muitas evidências que indicam a forte relação entre clima e a distribuição de ecossistemas

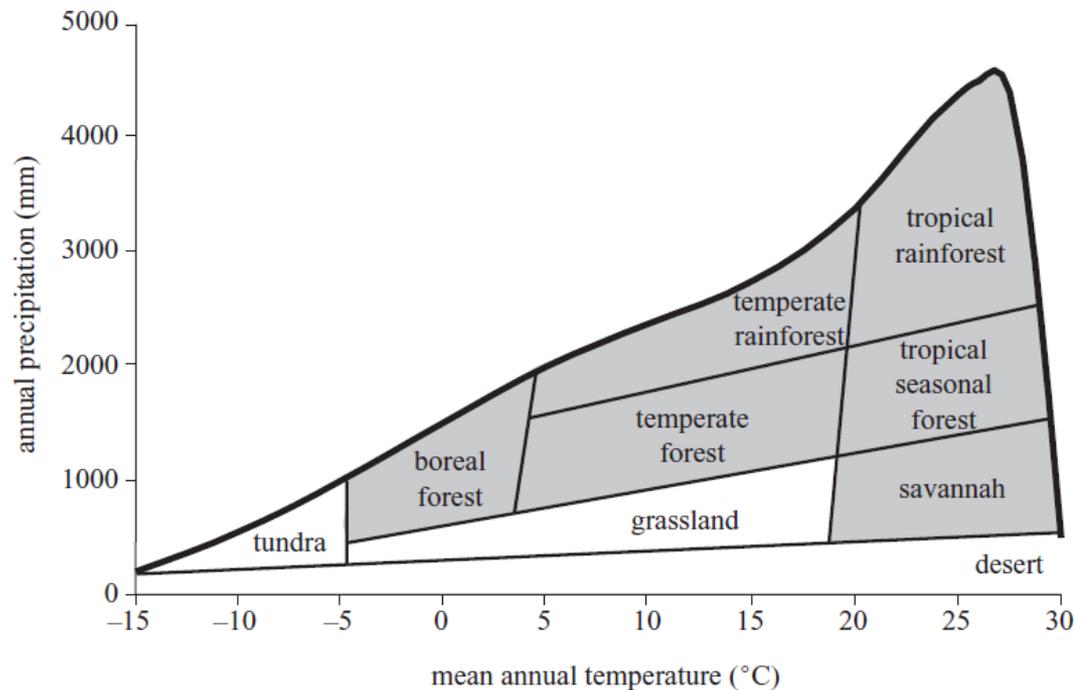
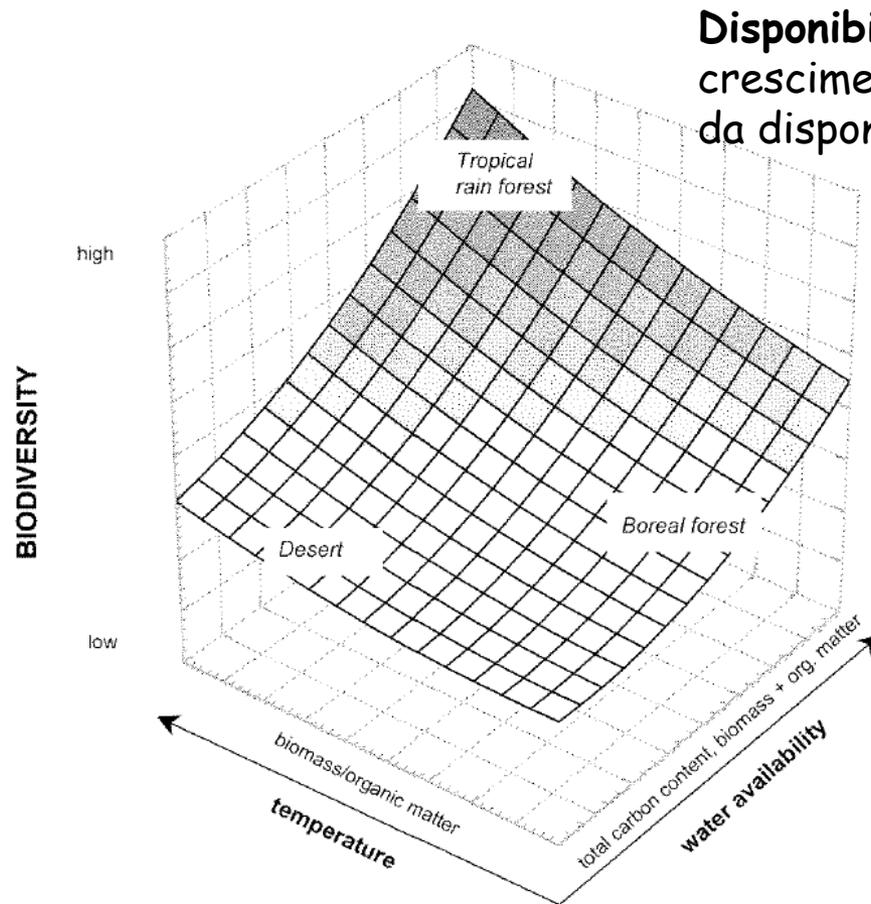


Figure 1. The distribution of traditionally defined biomes in terms of annual temperature and precipitation. The shaded area includes all biomes that contain trees. (Modified from Woodward & Lomas 2004.)

Biodiversidade, temperatura e disponibilidade hídrica



Disponibilidade hídrica - crescimento das plantas depende da disponibilidade de nutrientes

Escassez hídrica - crescimento das plantas depende da disponibilidade de água

Umidade do solo como um aspecto chave

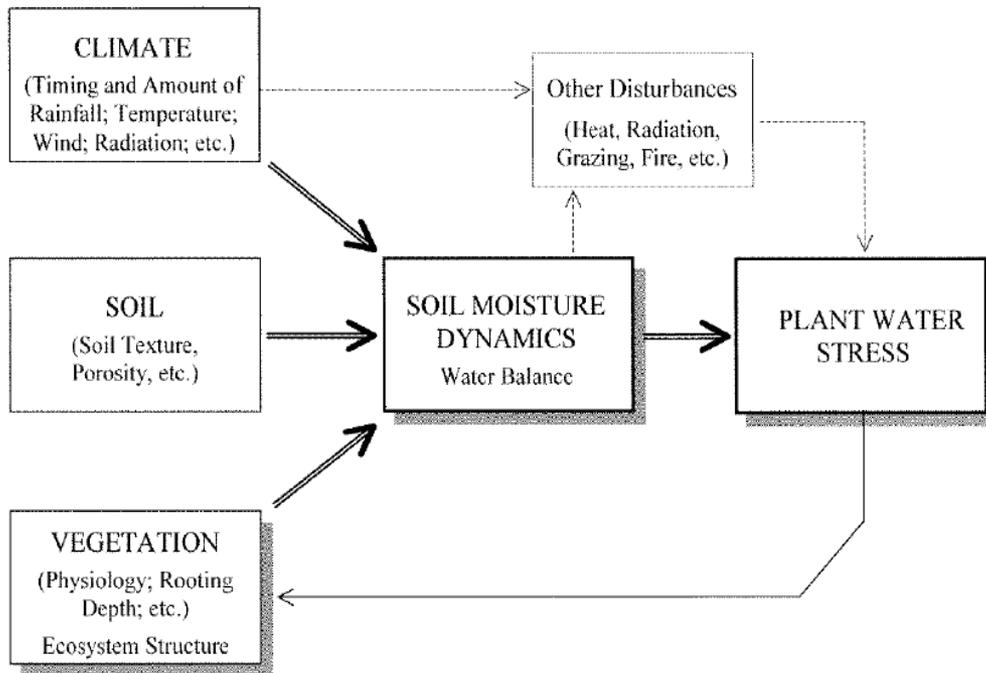


Fig. 5 First and basic level of description of the climate-soil-vegetation system. Climate and soil characteristics may be considered as external forcing components while soil moisture dynamics pivots the mutual links between the vegetation and water stress. Modified after Rodriguez-Iturbe *et al.* (2001a).

Interação clima-solo-vegetação

- Clima e solo: geralmente considerados forçantes externas:
 - As características da **precipitação** afetam a umidade do solo.
 - Os **parâmetros do solo** afetam a umidade do solo.
- Dinâmica de água no solo: elemento chave na relação entre o comportamento da vegetação e o estresse hídrico:
 - A resposta da vegetação inclui fisiologia, fenologia, características do dossel, arquitetura das raízes.
 - o estresse hídrico é um dos muitos fatores limitantes da fotossíntese.
- Grande parte do foco da ecohidrologia: ecossistemas terrestres com restrições na disponibilidade hídrica.
 - Nestes ecossistemas luz, nutrientes e oxigênio não são considerados as principais limitantes se comparadas à água.

avenues of attack are suggested. The space-time links between climate, soil, and vegetation are also explored from the hydrologic perspective, and some exciting research perspectives are outlined.

It is a great thing for us to carry on the tradition of holding nature up to examination, of asking again and again why it is the way it is.

[Weinberg, 1994, p. 275]

another. The interplay between climate, soil, and vegetation cannot be one of general and universal characteristics. The dynamics of the interactions is cru-

ecohydrology; instead, I will concentrate on the climate-soil-vegetation interaction in regions where water is a controlling factor.

Umidade do solo como um aspecto chave na interação solo-planta-clima;

$$nZ_r \frac{dS}{dt} = I(s, t) - E(s, t) - L(s, t)$$

Onde:

n - porosidade do solo

Z_r - profundidade do solo

s - teor de umidade relativo

$I(s, t)$ - infiltração no solo

$E(s, t)$ - evapotranspiração

$L(s, t)$ - escoamento superficial

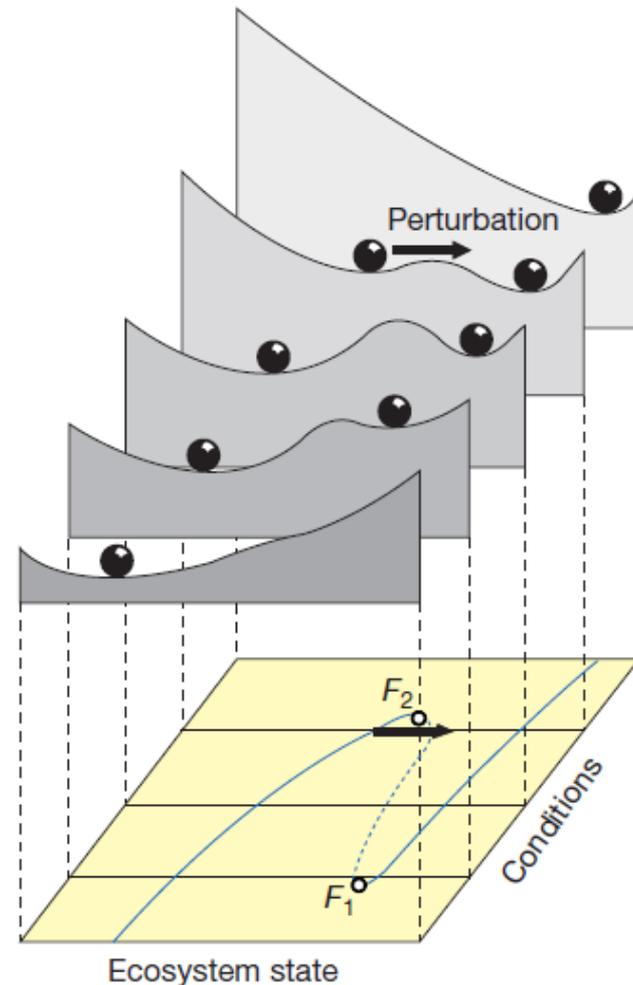
Apesar de aparentemente simples, essa equação apresenta sérios desafios quando os termos do lado direito são considerados dependentes do estado s

O equilíbrio dos ecossistemas

Em sistemas com múltiplos estados estáveis, mudanças graduais podem ter efeitos desprezíveis, mas podem reduzir o tamanho da área de equilíbrio.

Mudanças na resiliência tornam o ecossistema mais frágil, no sentido que pode se deslocar para um estado diferente por causa de eventos estocásticos.

Essas flutuações estocásticas podem ser externas ou podem ser o resultado da dinâmica interna do sistema.



Ecohidrologia e mudanças globais

☐ Água no século 21:

- ☐ Fator primordial para o desenvolvimento sustentável
- ☐ Erradicação da pobreza
- ☐ Reversão da degradação dos ecossistemas

☐ Abordagem sistêmica da Ecohidrologia, atua através dos seguintes passos e ações:

- ☐ Diminuição da transferência de água da atmosfera para os oceanos - ação prioritária para reduzir a severidade das secas e enchentes - manutenção da cobertura vegetal
- ☐ Redução da eutrofização e poluição dos sistemas aquáticos - reversão da degradação do ecossistema e melhoria do bem estar do ser humano
- ☐ Harmonização do potencial dos ecossistemas com as necessidades da sociedade - Programa de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

Ecohidrologia e desenvolvimento sustentável

ecosystem absorbing capacity against human impact; and third, by using ecosystem properties as a management tool. Those principles are targeted, not only to eliminate threats, but also to amplify the opportunities for sustainable development as far as the control and regulation of nutrients and water cycling at the basin scale become possible. According to Popper's philosophy, the predictive planning of the future cannot be generated by extrapolating from recently used solutions. The integration of environmental sciences should create not only new scientific disciplines, but also a new solution which can face new challenges—sustainable management of the biogeosphere.

Key words ecohydrology; water resources; sustainable development; ecosystems; hydrobiology; ecological engineering

Ecohydrologie—la prise en compte de processus écologiques et hydrologiques pour la gestion durable des ressources en eau

Résumé L'accroissement démographique et la dégradation de l'intégrité des écosystèmes ont pour conséquence, dans une grande mesure, un déclin des ressources en eau, facteur le plus critique vis à vis du développement durable. La raison en est que la surexploitation et la dégradation de la structure biotique altèrent les processus de l'écosystème à un point tel que l'aptitude de l'écosystème à produire les ressources désirées est sérieusement diminuée. Les progrès en écologie des dernières années ont produit une base pour intégrer l'écologie et l'hydrologie. L'UNESCO, à travers le

Ecohydrology & Hydrobiology 16 (2016) 1–3



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Ecohydrology & Hydrobiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecohyd



Editorial

New challenges and dimensions of Ecohydrology –
enhancement of catchments sustainability potential



Manutenção das reservas hídricas como fator fundamental na erradicação da pobreza e recuperação de áreas ambientalmente degradadas - desenvolvimento sustentável

Ecohidrologia e mudanças ambientais globais

Ecohydrology for compensation of Global Change

Zalewski, M.*

International Institute of the Polish Academy of Sciences,
European Regional Centre for Ecohydrology under the auspices of UNESCO,
Tylna 3 Street, 90-364 Lodz, Poland

Department of Applied Ecology University of Lodz, Banacha 12/14 Street, 90-237 Lodz, Poland

*e-mail: mzal@biol.uni.lodz.pl

Received January 8, 2010 – Accepted June 5, 2010 – Distributed October 31, 2010

(With 6 figures)

Ecohydrology and Hydrologic Engineering: Regulation of Hydrology-Biota Interactions for Sustainability

Maciej Zalewski¹

Abstract: In the context of global environmental and social change, with increasing pollution and decline of biodiversity of terrestrial and aquatic ecosystems having its deep roots in drastic modifications to hydrological mesocycles, there is an urgent need for a new approach for sustainability. The two often contradicting approaches to water resources management, i.e., (1) hydrotechnical, and (2) ecological, can be reconciled within the context of ecohydrology (EH). It seeks for the understanding of the underlying water-biota interactions as well as providing a new tool for management of water resources. While the majority of changes are nonreversible in the framework of ecohydrology it is possible to regulate (dual regulation) the processes, especially in novel ecosystems, as an alternative to conservation and restoration measures, in order to increase their carrying capacity in the four dimensions, as follows: (1) water resources, (2) biodiversity, (3) ecosystem services, and (4) resilience. The proposed approach aims to initiate a discussion and joint efforts of hydrological engineers, hydrologists, and ecologists towards formulation of the comprehensive strategy and scientific background for harmonization of society needs with the enhanced ecosystem potential. It stipulates for a change in paradigm not only in the environmental sciences but also in the global economy, engineering, and education systems. DOI: [10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000999](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000999). This work is made available under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license, <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Author keywords: Paradigm shift; Holistic perception of nature; Regulation of processes; Ecological engineering; Water resources management; Water-society harmonization.

Ecohidrologia e desenvolvimento sustentável

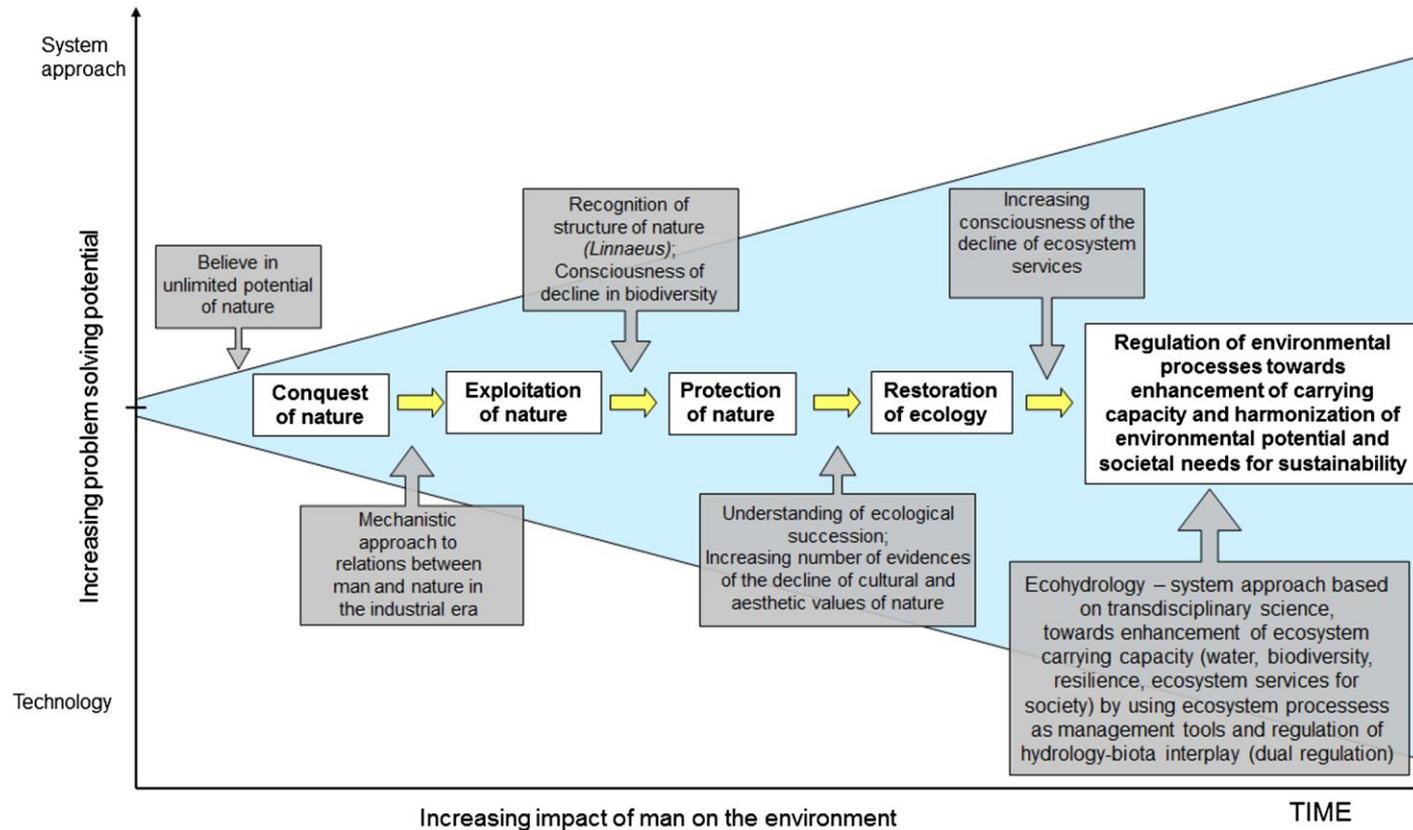


Fig. 1. Evolution of the human approach towards the use of natural resources, starting from the belief of unlimited potential of nature to the recent awareness of the necessity for regulating ecological processes for the enhancement of the ecosystem carrying capacity (Zalewski, courtesy of UNESCO 2012)

Obrigada!