

Importância do Monitoramento da Qualidade da Água para a Gestão dos Recursos Hídricos

Gina Luísa Carvalho Boemer

QUEM SOMOS

- Fundada em 1975 nos Estados Unidos
- Abriu escritório no Brasil em 1997
- Conta com mais de 180 consultores internos
- Rede de mais de 150 consultores externos
- A ECOLOGY Brasil possui grande facilidade para mobilização de recursos humanos adicionais a nível internacional
 - » 28 escritórios nos Estados Unidos
 - » 21 ao redor do mundo
- Possui convênios firmados com universidades, empresas de engenharia, consultorias e ONGs



ÁREAS DE ATUAÇÃO

Hidrelétricas

Termelétricas

Usinas Eólicas

Linhas de Transmissão

**Atividades de Exploração e Produção
de Óleo e Gás Natural**

**Transporte de petróleo, gás e derivados
(dutos terrestres e marítimos)**

Rodovias

Ferrovias

Hidrovias

Projetos Metroviários

Terminais Portuários e Aeroportuários

Minerodutos

Gestão de Bacias Hidrográficas

Aterros Sanitários e Industriais

**Instalação de Cabos de Fibra Óptica
Perímetros de Irrigação**

Projetos de Exploração Mineraria

Sustentabilidade/Responsabilidade Social

SERVIÇOS



- Licenciamento Ambiental
- Análise de Risco Ambiental
- Gestão de Emergência
- Simulados e Treinamento de Emergência
- Auditoria de SMS
- Comunicação Social
- Educação Ambiental
- Avaliação Ambiental Estratégica
- Planejamento Estratégico de SMS
- Sistemas de Gestão de SMS
- Projetos de Exploração Minerária
- Inventário Florestal
- Prédios e Escritórios Verdes
- Construção Sustentável
- Monitoramento Ambiental

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA



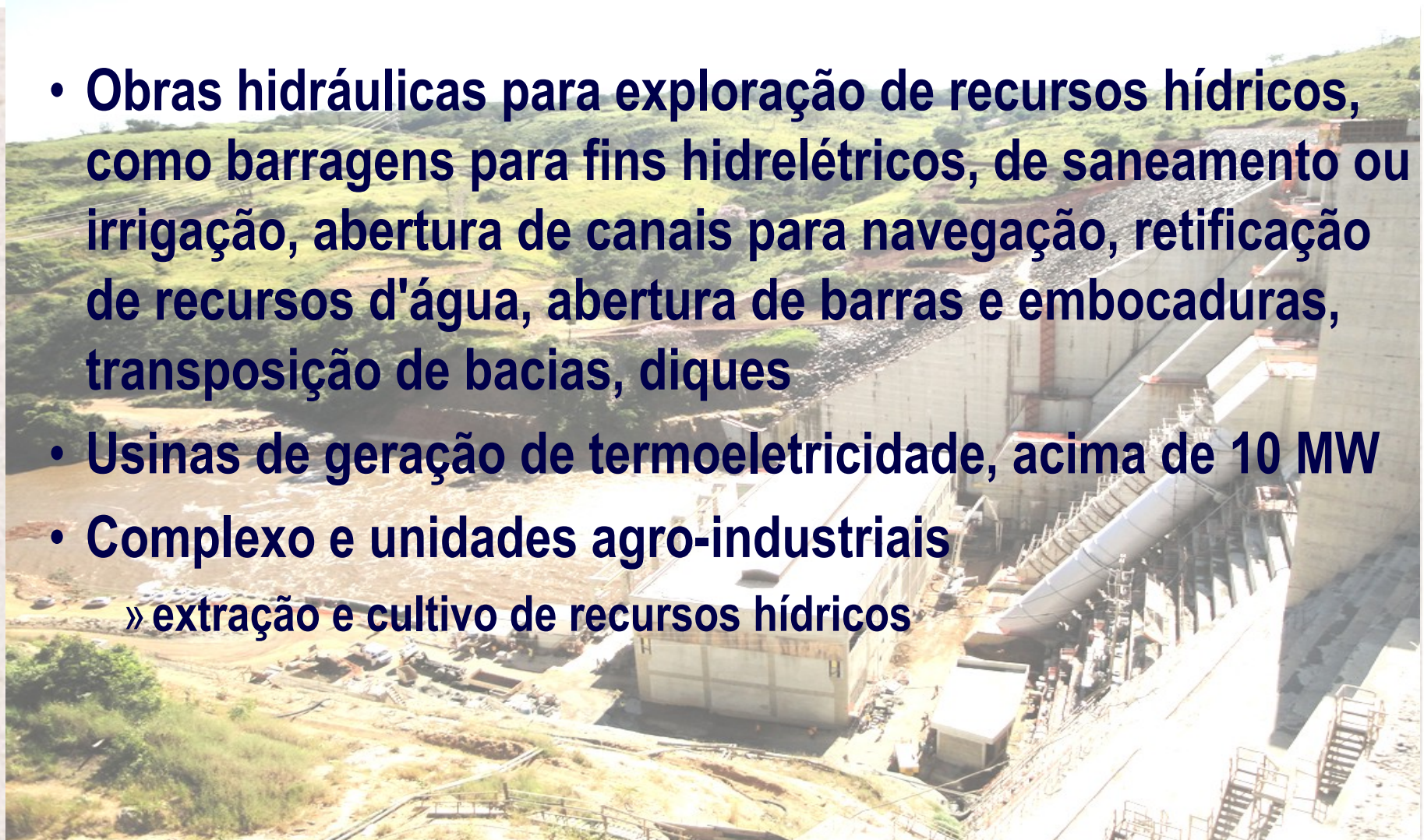
- Constituição Federal de 1988
- Lei no 6.938/1981
- Decreto nº 99.274/1990
- Resolução CONAMA nº 01/1986
- Resolução CONAMA nº 237/1997
- Lei nº 9605/1998 – Lei de Crimes Ambientais
- Lei nº 9985/2000 – SNUC
- Outras Resoluções CONAMA
- Legislações Estaduais e Municipais

RESOLUÇÃO CONAMA N° 001/1986

- **Atividades técnicas contempladas pelo estudo**
 - » **Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto**
 - meio físico
 - meio biológico
 - meio sócio-econômico
 - » **Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas, através de identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância dos prováveis impactos relevantes**
 - » **Definição das medidas mitigadoras**
 - » **Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos**

ESTUDOS LIMNOLÓGICOS (RES. CONAMA 001/1986)

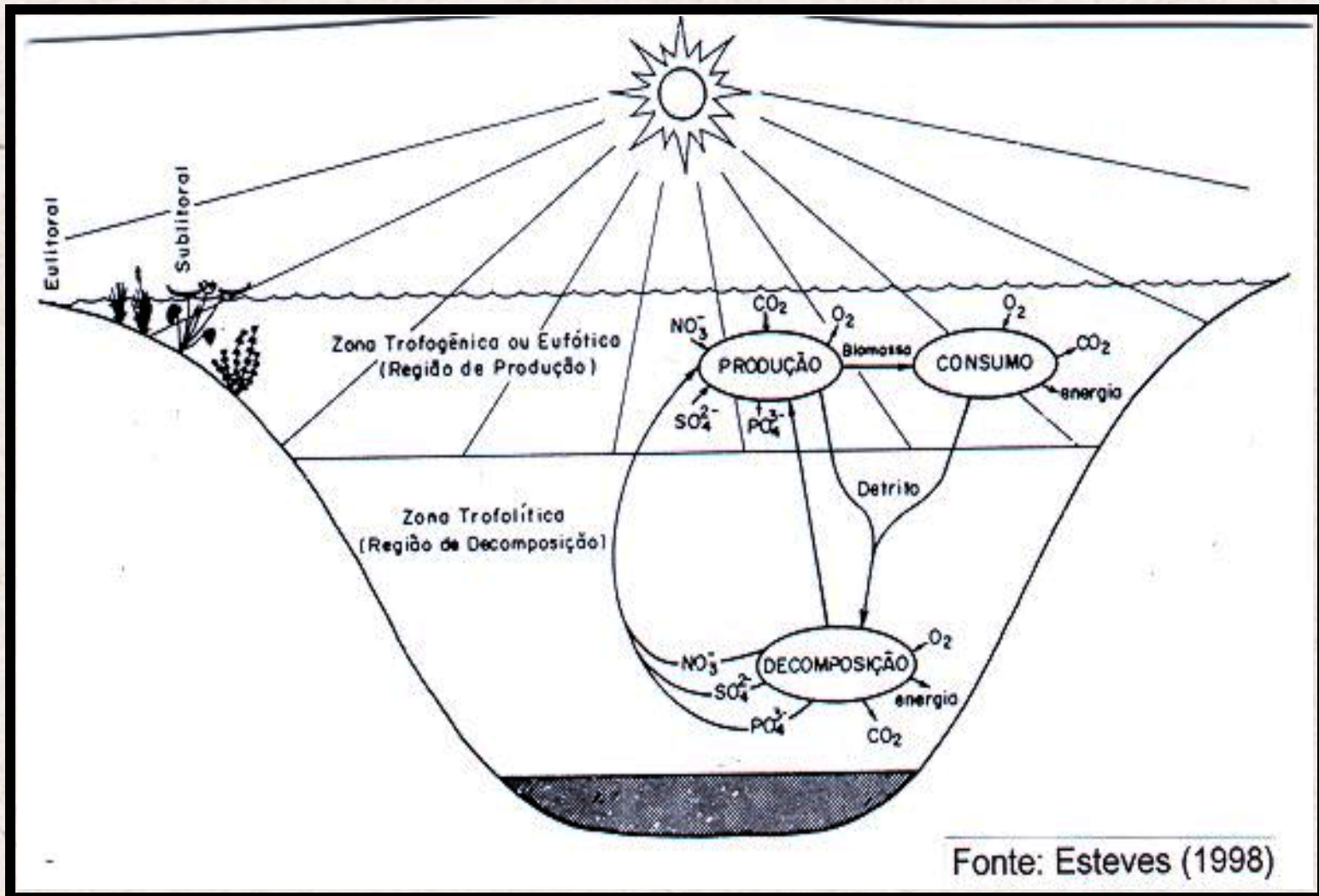
- **Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, como barragens para fins hidrelétricos, de saneamento ou irrigação, abertura de canais para navegação, retificação de recursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques**
- **Usinas de geração de termoeletricidade, acima de 10 MW**
- **Complexo e unidades agro-industriais**
 - » **extração e cultivo de recursos hídricos**



- **Estudo dos Ecossistemas Aquáticos**

Continentais

- » Formam um *continuum*
- » **Corpos d'água doce estão inter-conectados e se influenciam**
- » **Apresentam diferentes propriedades hidrológicas/hidrodinâmicas**
- » **Regime de vazão determina tempo de residência** 19 9 2006



Reservatório

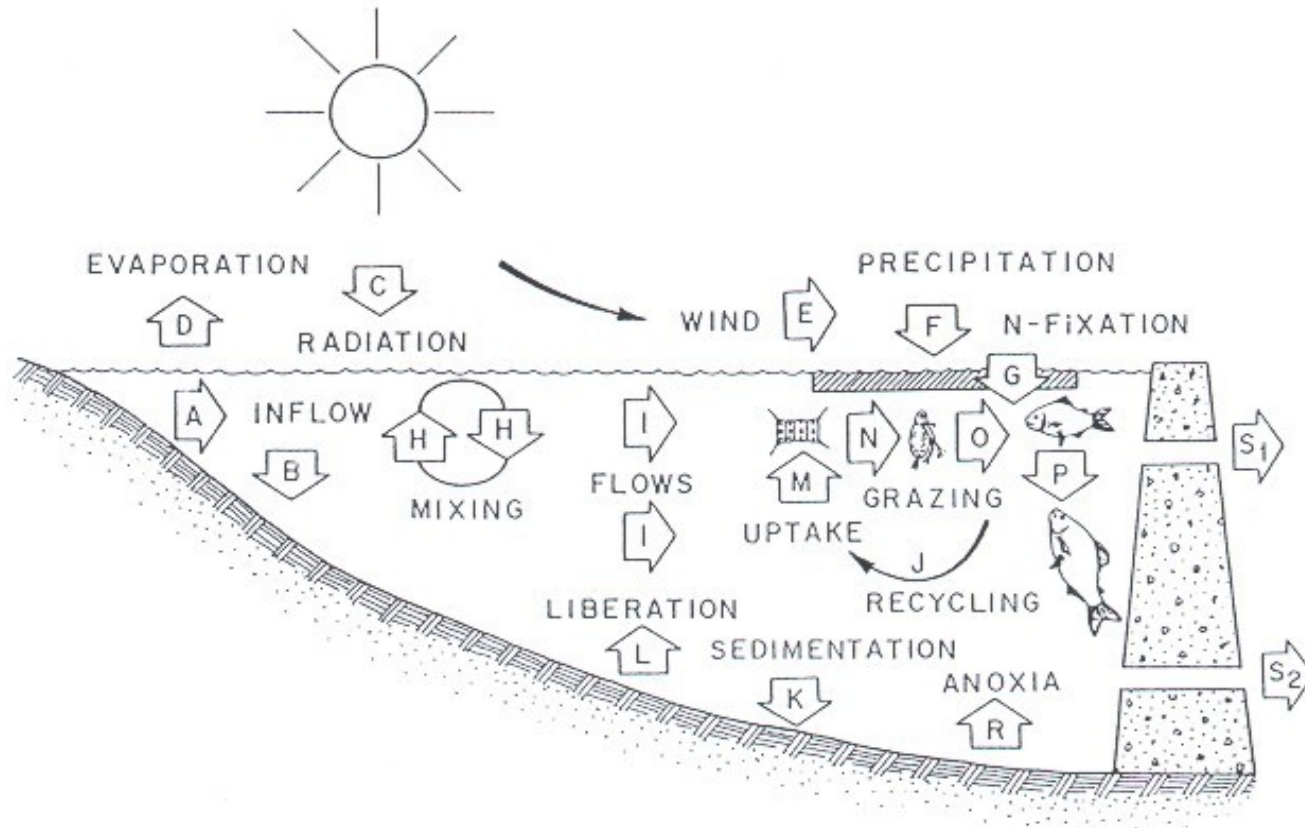


Fig. 4.2 Processes within the reservoir proper. The processes A to E and H and I as well as S belong to the physical subsystem, processes F, G, K, L and R to the chemical subsystem and the remaining represent the biological subsystem. All three subsystems are highly interwoven. Fonte: Straskraba & Tundisi (1999)

PROGRAMA MONITORAMENTO

- **Esforço amostral**
 - » **Distribuição espacial**
 - Localção das estações de amostragem em campo
 - Leito principal – corpo central
 - Tributários – rios, riachos formadores de braços do reservatório
 - Trecho lótico e lântico
 - Montante / jusante
 - Pontos de captação de água para consumo humano
 - Praias
 - » **Distribuição temporal**
 - Frequência de amostragem
 - Ciclo sazonal
 - Vazão/histórico pluviométrico
 - Varição nictemeral
 - » **Perfil da coluna d'água**
 - Padrão de circulação vertical
 - **Meio para monitoramento**
 - » **Água**
 - » **Sedimento**
 - » **Biota**

SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

- **Relacionada aos objetivos do programa**
- **Conjunto de variáveis representativas do impactos ocorridos na bacia**
- **Normas legais**
 - » **Resolução CONAMA 357/2005**
 - » **Portaria MS 518/2004**
- **Avaliação de qualidade**
 - » **Usos múltiplos atuais e futuros**
 - Não industrial**
 - Industrial**
 - » **Fonte de poluição/impacto**

SELEÇÃO DE VARIÁVEIS

- Variáveis Hidrológicas
- Variáveis Básicas
- Nutrientes
- Matéria orgânica
- Íons
- Metais
- Contaminantes orgânicos
- Indicadores microbiológicos
- Variáveis biológicas

VARIÁVEIS	
Físicas - A	Químicas IV
Temperatura do ar	Nitrogênio amoniacal
Profundidade	Nitrito
Transparência	Nitrato
Coefficiente de atenuação vertical	Nitrogênio inorgânico dissolvido
Zona Eufótica	Nitrogênio total dissolvido
Cor	Nitrogênio total
Físicas - B	Nitrogênio orgânico dissolvido
Temperatura da água	Nitrogênio orgânico total
Físicas - C	Nitrogênio particulado
Sólidos totais dissolvidos	Ortofosfato
Sólidos em suspensão	Fósforo total dissolvido
Sólidos totais	Fósforo total
Sólidos fixos	Fósforo orgânico dissolvido
Sólidos voláteis	Fósforo orgânico total
Físico-Químicas	Fósforo particulado
Condutividade elétrica	Silicatos reativos
Potencial hidrogeniônico (pH)	Químicas V
Concentração molar [H ⁺]	Ferro dissolvido
Químicas I - A	Ferro Total
Oxigênio - porcentagem de saturação	Óleos e Graxas
Oxigênio - concentração	Químicas VI
Químicas I - B	Metais (Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn)
O ₂ inicial (Winkler DBO) %	Biológicas
O ₂ inicial (Winkler DBO) mg/L	Clorofila a (Chla)
O ₂ 5 dias	Pigmentos totais (Pig tots)
Demanda bioquímica de oxigênio - DBO ₅	Fitoplâncton (F)
Químicas I - C	Zooplâncton (Z)
Demanda química de oxigênio - DQO	Coliformes termotolerantes
Carbono bioquimicamente oxidado (C.DBO)	Escherichia coli
Químicas I - D	Fracionamento isotópico de ¹³ C e ¹⁵ N
DBO ₅ /O ₂ - consumo de O ₂ pela DBO ₅	Análise de cianotoxinas
O ₂ 100/DQO - o O ₂ presente é x% da DQO	Macrofauna Bentônica
DBO ₅ /DQO - a DBO ₅ é x% da DQO	Sedimentos Superficiais
O ₂ 100/(DBO+DQO) - o O ₂ é x% demandas	Granulometria (areia grossa, areia fina, silte, argila)
Carbono inorgânico	Cinzas
Carbono orgânico total (quimicamente oxidado)	Matéria orgânica
Carbono total	Carbono orgânico
Carbono orgânico refratário	Nitrogênio
Químicas II	Fósforo
Gás carbônico livre	Sódio
Gás carbônico total	Potássio
Alcalinidade	Cálcio
Alcalinidade de bicarbonatos	Magnésio
Dureza	Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Si, Sn, Zn
Dureza devido ao cálcio e magnésio	Biocidas
Químicas III	Macrófitas Aquáticas
Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺	Identificação, frequência e biomassa
Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻	Cinzas

MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO UHE SANTO ANTÔNIO RIO MADEIRA



TRABALHO DE CAMPO

- **Medições *in situ***

- » Profundidade
- » Temperatura do ar
- » Transparência
- » Sonda multiparâmetros

Temperatura da água, oxigênio dissolvido, saturação de oxigênio, pH, condutividade, potencial redox, turbidez

- **Coletas de amostras**

- » Água
- » Sedimentos
- » Fitoplâncton
- » Zooplâncton
- » Zoobentos
- » Macrófitas



LABORATÓRIO DE CAMPO

- Armazenamento das amostras
- Análises prioritárias
 - » Coliformes
 - » Demanda Bioquímica de Oxigênio
 - » Alcalinidade
 - » Dureza
 - » Cor
 - » Filtração
 - Sólidos
 - Clorofila



MONITORAMENTO EM TEMPO REAL

- **Sonda YSI 6600**

- » Temperatura
- » Profundidade
- » Oxigênio dissolvido
- » Saturação de oxigênio
- » pH
- » Condutividade
- » Potencial redox
- » Turbidez



LABORATÓRIO MÓVEL FLUTUANTE UOCA



MODELAGEM MATEMÁTICA

- **Prognóstico da qualidade da água**
 - » **Vazão, tempo de residência, alteração do regime hídrico, fontes de poluição pontuais e difusas, processos biogeoquímicos, autodepuração, biomassa submersa, outros**
- **Indicar as possíveis compartimentalizações**
- **Subsidiar a estimativas dos quantitativos mínimos de supressão da vegetação na área do reservatório a ser construído**
 - » **Tempo de enchimento e manejo da vazão para redução das cargas**
- **Subsidiar ações de manejo**
- **Ferramenta de gestão**
- **Calibração**

AÇÕES DE GERENCIAMENTO

- **Mecanismos de repasse das informações**
 - » Comitês de Bacia, companhias de abastecimento, sociedade civil
- **Recomendações**
 - » Ações administrativas
 - » Modificação do monitoramento
 - Continuação, expansão ou término
 - » Legislação
- **Alterações / ajustes**
 - » Avaliação a intervalos periódicos para verificar eficiência das decisões de gerenciamento
 - » Relatório conclusivo aprovado
- **Cronograma permanente**
 - » Durante as obras, enchimento, operação

- **Problemas**
 - » Variáveis de desacordo com legislação
 - » Cianobactérias
 - » Macrófitas
 - » Espécies exóticas
- **Estratégias**
 - » Alteração de cota
 - » Otimização da circulação da água
 - » Redução do tempo de residência da água
 - » Descarga de superfície ou fundo

ABORDAGEM SISTÊMICA

- **Correlacionar as interações entre os ecossistemas (aquático e terrestre) e as atividades antrópicas relevantes**
- **Permitir uma avaliação da relação causa-efeito dos impactos ambientais**
- **Considerar uso e ocupação da bacia hidrográfica**
- **Efeitos cumulativos e sinérgicos**

INTEGRAÇÃO COM OUTROS MEIOS

- **Identificação de fontes contaminantes**
- **Parceria com companhia de saneamento**
- **Proposta de enquadramento**
- **Plano de uso do entorno**
- **Recuperação de áreas degradadas**
- **Educação ambiental**
- **Comunicação social**

- **Tópicos dissociados**
 - » **Meio físico**
 - aspectos relativos à qualidade de água
 - Físicos, químicos e bacteriológicos*
 - » **Meio biótico**
 - Comunidades aquáticas**
 - Fitoplâncton*
 - Zooplâncton*
 - Bentos*
 - Macrófitas*
 - Fauna**
 - Ictiofauna*
- **Falta de análises e correlações**

DIFICULDADES

- **As análises sobre o meio sócio-econômico atual ou projetado, em função da implantação do empreendimento, não abordam de forma qualitativa as atividades humanas potencialmente prejudiciais aos ecossistemas aquáticos**
- **Falta de integração do Programa de Monitoramento Limnológico com os demais programas**
 - » **Monitoramento da ictiofauna**
 - » **Saúde**
 - » **Desmatamento**
 - » **Uso do entorno**

APP

- **Ampliação do horizonte de trabalho**
 - » **Trabalho de campo**
 - » **Metodologias analíticas**
 - » **Estruturação de laboratório**
 - » **Capacitação técnica**
- **Fomento de pesquisas**
- **Criatividade**

- **Elaboração de políticas públicas**
 - » **Gestão ambiental**
 - » **Controle da degradação dos ecossistemas aquáticos**
 - » **Implementação de medidas de conservação da biodiversidade**
- **Interface com diversos setores**



Gina Luísa Carvalho Boemer
gina.boemer@ecologybrasil.com.br

Av. Rio Branco, 1/1401D – Centro - 20090-003 – Rio de Janeiro
[**www.ecologybrasil.com.br**](http://www.ecologybrasil.com.br)