



Rede de Remediação e Reabilitação de Ambientes Degradados

PÓLO DE EXCELÊNCIA MINERAL E METALÚRGICO

FAPEMIG



feam
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE



Centro de Geologia



Desenvolvimentos da READE no Brasil e em Portugal
Seminário da READE, Universidade de Évora
15 de Junho de 2011



1- READE em Dezembro de 2010 (BH)

TERMO DE REFERÊNCIA

Plataforma de cooperação READE MG-Portugal em assuntos geo-ambientais: Concepção, estruturação e funcionamento

1. Introdução e Contextualização

Objectivos

- Operacionalizar a rede READE de **pesquisa** e implementação de um **programa específico de pós-graduação** (como núcleo da plataforma) liderado por CETEC, Universidade de Évora e FCUL (Portugal), ... e UEMG, UFMG
- Induzir programas bilaterais de pesquisa e pós-graduação cooperativos entre as universidades de PT e as instituições Mineiras.
- Articulação de fundos para os projectos cooperativos
- Desenvolver programas específicos de cooperação entre instituições de MG e Portugal
- Induzir a aproximação de instituições governamentais de ambos os países



Diagnosticar as áreas de investigação de cada grupo, inseridas nos objectivos principais da READE de forma a arranjar-se parceria com as diversas entidades brasileiras da READE

Induzir programas bilaterais de pesquisa

Fundamentos e Tecnologias de Gestão do Território e Áreas Degradadas

Principais linhas de competência

- Definição e caracterização de áreas degradadas (1ª Fase)
 - i. Áreas contaminadas (por extracção mineira e actividade industrial)
 - ii. Áreas com solos empobrecidos devido a sobre-erosão
 - iii. Áreas sob influência de empreendimentos hidroeléctricos

- Tecnologias de gestão e Propostas de Recuperação e Reabilitação das áreas degradadas (2ª Fase)

Principais linhas de pesquisa

Definição e caracterização de áreas degradadas (1ª Fase)



- Cartografia e Geofísica aplicada à definição e caracterização das áreas
- Biogeoquímica ambiental – avaliação do grau de contaminação geoquímica de solos e sistemas aquáticos das áreas identificadas como degradadas
- Hidrogeologia e Hidrogeoquímica Ambiental – definição do grau de poluição dos aquíferos, modelos de difusão geoquímica
- Ecomorfologia fluvial e avaliação biológica da qualidade de água dos sistemas hídricos das áreas degradadas
- Caracterização da fitotoxicidade em áreas contaminadas
- Avaliação dos recursos geológicos disponíveis e processos, para recuperação de solos empobrecidos e manutenção dos agro-sistemas– avaliação do seu potencial como fertilizante mineral de forma a aumentar a produtividade dos solos (rochas moídas, sedimentos acumulados em pequenas, médias ou grandes represas)
- Cenários sócio-ambientais



Programas de pós-graduação cooperativos entre as universidades de Portugal e as instituições Mineiras.

Estruturar um Programa de pós-graduação intitulado Fundamentos e Tecnologias de Gestão do Território e Áreas degradadas → Linhas de vanguarda que não existam no Brasil, em particular em MG

- ✓ Competências, cursos de Mestrado e Doutorado das 2 Universidades Portuguesas
- ✓ Fazer um diagnóstico de interesses das universidades Brasileiras
- ✓ Trazer alunos das universidades MG para os nossos cursos – Bolsas
- ✓ Estruturar um programa de pós-graduação com leccionação dupla (diploma duplo), a iniciar numa primeira fase no Brasil



Programas de pós-graduação: (Mestrado, Doutorado)

1. Cartografia e Geofísica aplicada à definição e caracterização de áreas degradadas

Possíveis disciplinas:

- Sismicidade e Risco Sísmico
- Sismicidade e Sismotectónica
- Sismologia avançada
- Geofísica Aplicada e Ambiental
- Risco sísmico e movimentos fortes
- Instrumentação em Geofísica
- Geofísica Ambiental
- Fonte Sísmica
- Modelação de movimentos sísmicos
- Fundamentos de Geodesia Espacial e Deformação Crustal
- Sismotectónica
- Geologia Estrutural Avançada
- Geodinâmica
- Técnicas de observação, aquisição e tratamento de dados



1. Cartografia e Geofísica aplicada à definição e caracterização de áreas degradadas (continuação)

- Estruturas Geológicas
- Cartografia Estrutural de Bacias Sedimentares
- Métodos Cartográficos em Geologia
- Mecânica de Fracturação de Materiais Geológicos
- Noções Básicas de Neotectónica
- Quantificação da Deformação em Materiais Geológicos
- Modelação de Processos Geológicos
- Modelação Analógica em Geologia
- Modelação da deformação Crustal
- Regimes transpressivos; da cinemática à dinâmica
- Processos e Modelos Metalogenéticos
- Microdeformação e Metamorfismo
- Dinâmica de Geofluidos
- Fundamentos de Geodesia Espacial e Deformação Crustal
- Sistemas de Informação Geográfica em Ciências da Terra



2. Biogeoquímica ambiental – avaliação do grau de contaminação geoquímica de solos e sistemas aquáticos das áreas identificadas como degradadas

Possíveis disciplinas

- Ciclos Geoquímicos
- Sistemas Geológicos
- Modelação de Processos Geológicos
- Geoquímica Ambiental e de Processos Superficiais
- Isótopos não convencionais
- Técnicas micro-analíticas em Ciências da Terra
- Técnicas Laboratoriais em Geologia
- Amostragem e Processamento de Amostras Ambientais
- Química de Solos e Sedimentos
- Química dos Meios Aquáticos
- Técnicas Analíticas Avançadas
- Análises Geoquímicas em Sistemas Aquáticos
- Modelação Geoquímica
- Geoquímica Ambiental
- Geologia, Ordenamento e Impacte Ambiental
- Prospecção Geoquímica



3. Hidrogeologia e Hidrogeoquímica Ambiental

- Hidrogeologia Avançada
- Hidrogeoquímica e Contaminação de Aquíferos
- Geologia, Ordenamento e Impacte Ambiental
- Águas Subterrâneas

4. Ecomorfologia fluvial e avaliação biológica da qualidade de água dos sistemas hídricos das áreas degradadas

- Zonas Húmidas Naturais e Artificiais
- Qualidade Ecológica em Sistemas Aquáticos
- Habitats Naturais e Semi-Naturais
- Ordenamento e Gestão do Território
- Métodos Avançados de Monitorização do Ambiente
- Toxicologia Ambiental
- Estrutura e Funcionamento de Ecossistemas Aquáticos
- Qualidade Ecológica em Sistemas Aquáticos
- Sistemas de Tratamento e Utilização da Água
- Gestão e Recuperação de Ecossistemas Aquáticos
- Ordenamento de Bacias Hidrográficas



- ✓ Montar cursos de especialização *latus sensus* a funcionar em BH → UFMG, UEMG



Embriões para os módulos do futuro programa
pós-graduado
Verificação do interesse dos alunos pelos temas

- ✓ Cursos de 20-30 Horas
- ✓ Seriam reconhecidos e dariam créditos aos alunos que os fizessem.
- ✓ Corpo de docentes luso-brasileiro
- ✓ Docentes Portugueses → acordo financeiro entre as instituições
→ contar como serviço docente das nossas Universidades



Cursos de pós-graduação de curta duração (15-20 Horas)

*Cursos **latus sensus***

(Cursos sobre temas menos abordados no Brasil, em especial em MG)

1. Cursos com temas base de apoio à recuperação de áreas degradadas):

→ Curso relacionado com Geofísica Aplicada

→ Curso relacionado com Hidrogeoquímica

2. Cursos relacionados com o tema da READE

→ Avaliação dos recursos e processos geológicos para recuperação de solos empobrecidos

→ Caracterização biogeoquímica de materiais sedimentares



2. Operacionalizar a rede READE de pesquisa

Formalizar o projecto Paraopeba: Modelação da erosão do solo na Bacia do Paraopeba e avaliação biogeoquímica do impacto das actividades mineiras

Tese de doutoramento a decorrer (em PT-UE): Modelação da Erosão do Solo numa região com forte impacto de actividades mineiras e estudo geoquímico das zonas mais vulneráveis, com vista à sua remediação e reabilitação. Estudo de uma área piloto da Bacia do Rio Paraopeba (Minas Gerais, Brasil).





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

Tese de Mestrado a decorrer em PT-UE



**Avaliação da
contaminação
geoquímica em
áreas fortemente
mineiras, na sub-
bacia do Alto
Paraopeba**



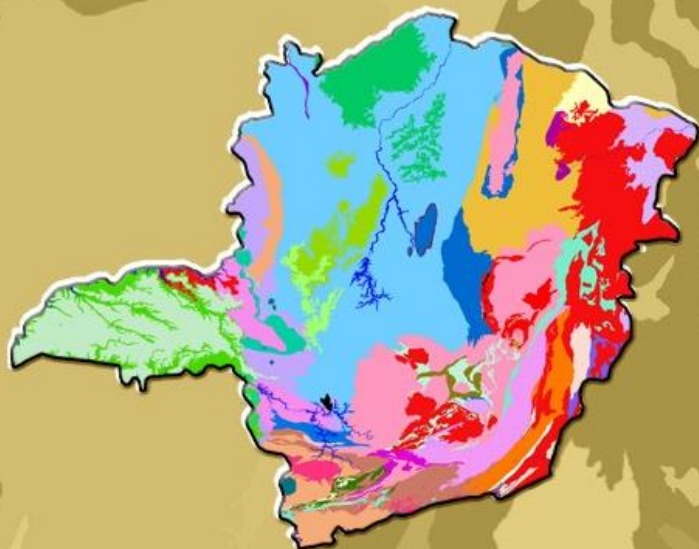
Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

2. Operacionalizar a rede READE de pesquisa

Para além dos projectos que estão pensados ou em curso, diagnosticar outras oportunidades de projectos cooperativos e planear novas actividades

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

1:1.000.000



- . APRESENTAÇÃO
- . MAPA
- . CRÉDITOS



< INÍCIO

SAIR >



Recuperação de PCHs (Pequenas centrais hidroelétricas)
fortemente assoreadas → CEMIG



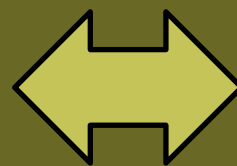


Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

Ligação dos Centros de Ciência Viva e Grupo Rocha Amiga,
ao Geoparque do Quadrilátero Ferrífero e às restantes
actividades da READE

A definir:

CCV Estremoz
CCV Lousal
Rocha Amiga



READE





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

2. Operacionalizar a rede READE de pesquisa

Criação de um website no Brasil como instrumento de gestão e promoção da rede READE.

Um Projeto de Cooperação Internacional do

**PÓLO DE EXCELÊNCIA
MINERAL E
METALÚRGICO**
MINAS GERAIS - BRASIL

**SEMINÁRIO DE
COOPERAÇÃO**

**Minas Gerais-Portugal:
Desenvolvimento Mineral,
Sustentabilidade e Geologia**

ÉVORA / PORTUGAL
24 e 25 de junho de 2010

Correalização:

u Évora ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CGE

FC FACULDADE DE CIÊNCIAS (UNIVERSIDADE DE LISBOA)

CREMINER Centro de Recursos Minerais, Mineralogia e Cristalografia

Participação:

UFOP Universidade Federal de Ouro Preto

feam FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

CODEMIG Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais

UFMG

PUC Minas

Centro Ciência Viva Estremoz

Geologia Centro de Geologia

QUADRIPLATEAU FERRIFERO geopark

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

CETEC Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais

PÓLO DE EXCELÊNCIA MINERAL E METALÚRGICO

FAPEMIG Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

GOVERNO DE MINAS

Rede de Remediação e Reabilitação de Ambientes Degradados

Templo Romano (Évora, Portugal)

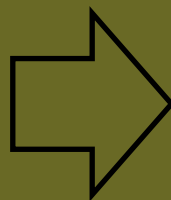
Imagem: www.portugalvirtual.pt



Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

Monitorizar os editais e oportunidades de financiamento para proposição de projectos conjuntos a decorrer em Portugal e no Brasil

FAPEMIG
CAPES



FCT

SECTES

SECRETARIA de ESTADO de CIÊNCIA, TECNOLOGIA e ENSINO SUPERIOR



FINEP: [empresa pública brasileira](#) de fomento à [ciência, tecnologia](#) e [inovação](#). [Ministério da Ciência e Tecnologia](#) (MCT)



Orçamentos
aprovados para
a READE



FAPEMIG



Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

2- Boas vindas aos novos parceiros (Janeiro 2011)



Centro de
Geologia





3. Actuais parceiros em MG

1. CETEC (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais)
2. FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente)

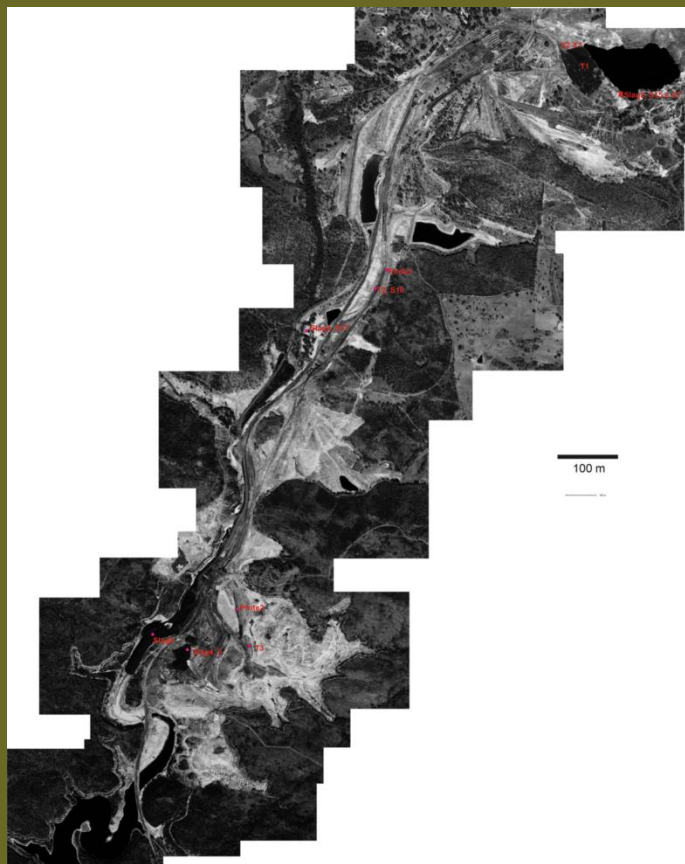
Parcerias em curso

1. UEMG (Universidade Estadual de Minas Gerais) – Pólo de Paços
2. UFRR (Universidade Federal do Roraima)
3. PUC Minas (Universidade Pontefícia católica de MG) → área sócio-ambiental
4. UFMG (IGC) (Universidade Federal de Minas Gerais)
5. Geopark do Quadrilátero Ferrífero



4. Desenvolvimentos da READE em Portugal

Alunos de Geoquímica Aplicada → caracterização geoquímica e medidas para a recuperação da Mina de São Domingos





Mina de pirite (FeS_2) na Faixa Piritosa Ibérica (uma das mais importantes Províncias Metalogénicas de sulfuretos maciços polimetálicos à escala mundial)



- ✓ Explorado desde o Calcolítico
- ✓ Principal actividade começou na época Romana → exploração do chapéu de ferro que cobria a massa piritosa, para exploração de Cu, Au e Ag
- ✓ Dois mais importantes períodos de actividade mineira → últimas décadas do século XIX e entre 1930 e 1960.
- ✓ Encerramento em 1966



Maior problema



Drenagem ácida
Águas pH ~ 2





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

Amostragem de água das linhas de água, sedimentos (+ água intersticial) das margens e solos





Estudos a realizar pelos alunos:

Análises geoquímicas dos metais pesados na água das linhas de água, água intersticial dos sedimentos, sedimentos e solos



Metais: As, Fe, Mn, Cr, Cd, Pb, Zn, Cu

Sedimentos → Extracção sequencial de metais



5- READE em Maio-Junho de 2011 (BH)

Reuniões:

- ✓ Apresentação da READE e suas valências ao Subsecretário do Ensino Superior (SECTES);

- ✓ Apresentação da READE e suas valências ao superintendente do Ensino Superior, órgãos da SECTES, Embrapa, Plataforma de Pólos de Inovação, Unimontes, Univ. Federal de São Carlos, UFMG (IGC), FESP-UEMG (Univ. Estadual de MG);

- ✓ Presidente do Comitê da Bacia do Alto Paraopeba (Perfeito de Jeceaba)

- ✓ Director dos cursos de Mestrado da área da Geologia na FESP-UEMG (Univ. Estadual de MG);

- ✓ FEAM



A fazer a curto prazo:

1. Pós-Graduação da READE

1. Inserção de membros da READE no Mestrado em Ciências Ambientais

(FESP-UEMG) — Cursos *stricto sensus* → 1ª etapa do programa de pós-graduação da READE – UEMG → hospedeira académica da READE

Curso em Ciências Ambientais – 2 ramos: (1) Agroecologia e (2) Recursos Hídricos

Ramo da Agroecologia → investigadores doutorados do CETEC

Ramo dos Recursos Hídricos → 2 investigadores Portugueses : **Biogeoquímica de sistemas aquáticos e Hidrogeologia Ambiental** (módulos de 2 semanas – 45 H)

Curso a ser submetido durante este mês à CAPES

Final de Setembro → Acordo financeiro com Universidade de Évora → nº de horas dos professores a contar como serviço docente



2. Criação de um ramo em Reabilitação de Ambientes Degradados (READE) na Universidade de Évora

Curso de 2º Ciclo em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço →
Ramo READE

Objectivo: Formação de alunos Brasileiros → Parte lectiva em Portugal (18 meses) + tese preferencialmente em projectos da READE (Brasil ou Portugal)

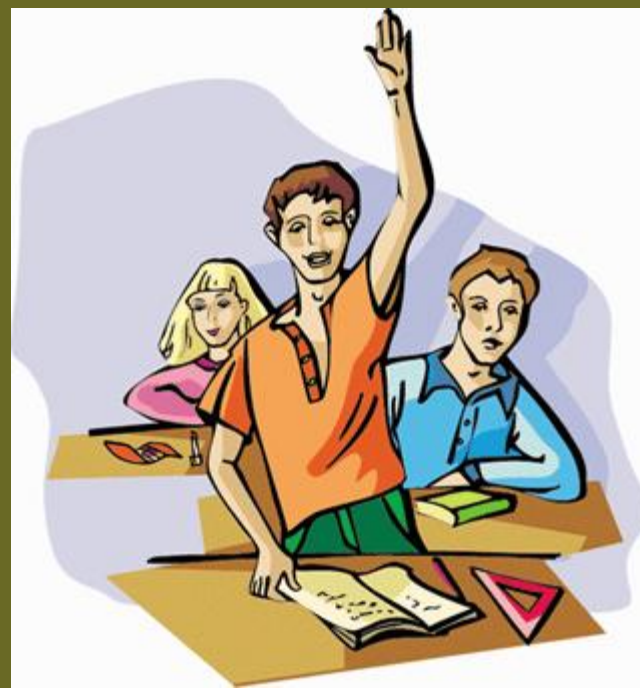
Disciplinas comuns a outros ramos do 2º Ciclo CTA + Disciplinas específicas da READE:

- ✓ **Biogeoquímica de sistemas aquáticos**
 - ✓ **Hidrogeologia Ambiental**
 - ✓ Avaliação do estado das massas de água superficiais interiores
 - ✓ Química Ambiental
 - ✓ Geoquímica Ambiental e de Processos Superficiais
 - ✓ Geofísica Ambiental (comum aos outros ramos)
 - ✓ Detecção remota e SIG
 - ✓ Medidas para a recuperação de áreas degradadas
- = Mestrado da UEMG
Mobilidade de alunos



3. A partir de Setembro de 2011 → Criação de um curso de Mestrado da READE, mais amplo, inter-institucional que abranja várias instituições parceiras da rede, brasileiras e portuguesas

- ✓ Baseado nos cursos e disciplinas entretanto criadas
- ✓ Submissão à CAPES (1ª Fase)
- ✓ Alunos com dupla titulação, ou seja, de uma instituição brasileira e de outra portuguesa





2. Projectos da READE

1) Projecto na Bacia do Maranhão (Bacia do Alto Paraopeba)

- ✓ Pedido pelo Comitê da Bacia do Alto Paraopeba → ocupa a parte leste da bacia do Alto Paraopeba e que “apresenta os mais altos teores de elementos contaminantes, minerais e orgânicos”
- ✓ A submeter à Agenda 21 Brasil (?) – desenvolvimento de factores e potencialidades para instituir um modelo de desenvolvimento sustentável para o Brasil, determinando linhas e estratégias de acção cooperadas ou partilhadas entre a sociedade civil e o sector público

Afluente do Rio São Francisco
Bacia Hidrográfica:
Área: 13.643 km²
Habitantes: 1 400 000





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados



OPARÁ EI !

PARAOPEBA CORRE
TANTO SUJO
QUANTO LIMPO,

O RIO TEM DESTINO CERTO,
DESAGUA NO VELHO CHICO.

PARAOPEBA NÃO SUPORTA
TANTA INIQUIDADE
PRA QUEM NÃO SABE

O QUE É ISSO,
É MALDADE E SACANAGEM.

E O POVO DA SUAS MARGENS
SAI EM DEFESA DO RIO
E COMO INDIO DAS MATAS
CANTA O PARA OPEBA .

OPARÁ EI

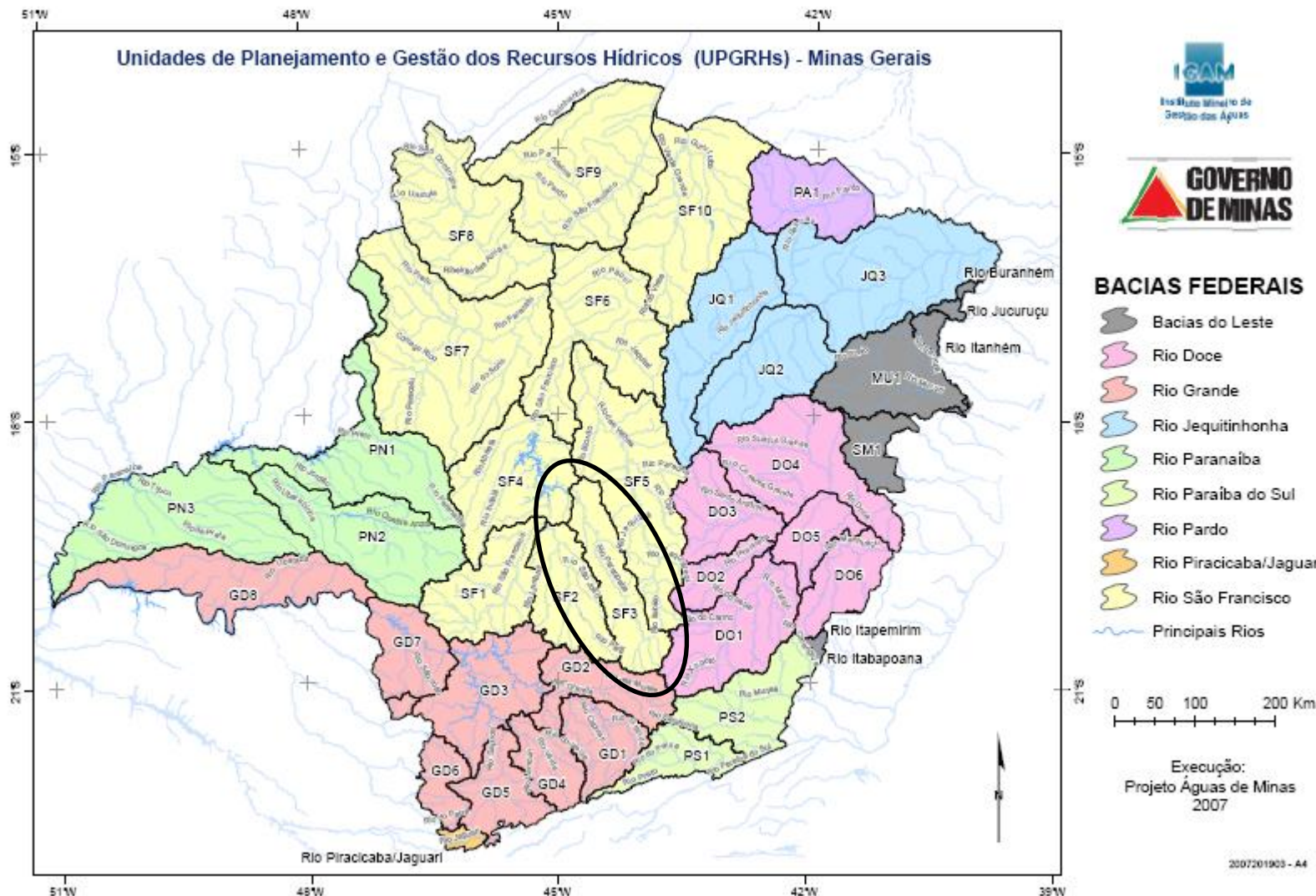
OPARÁ EI

OPARÁ

OPARÁ

OPARÁ





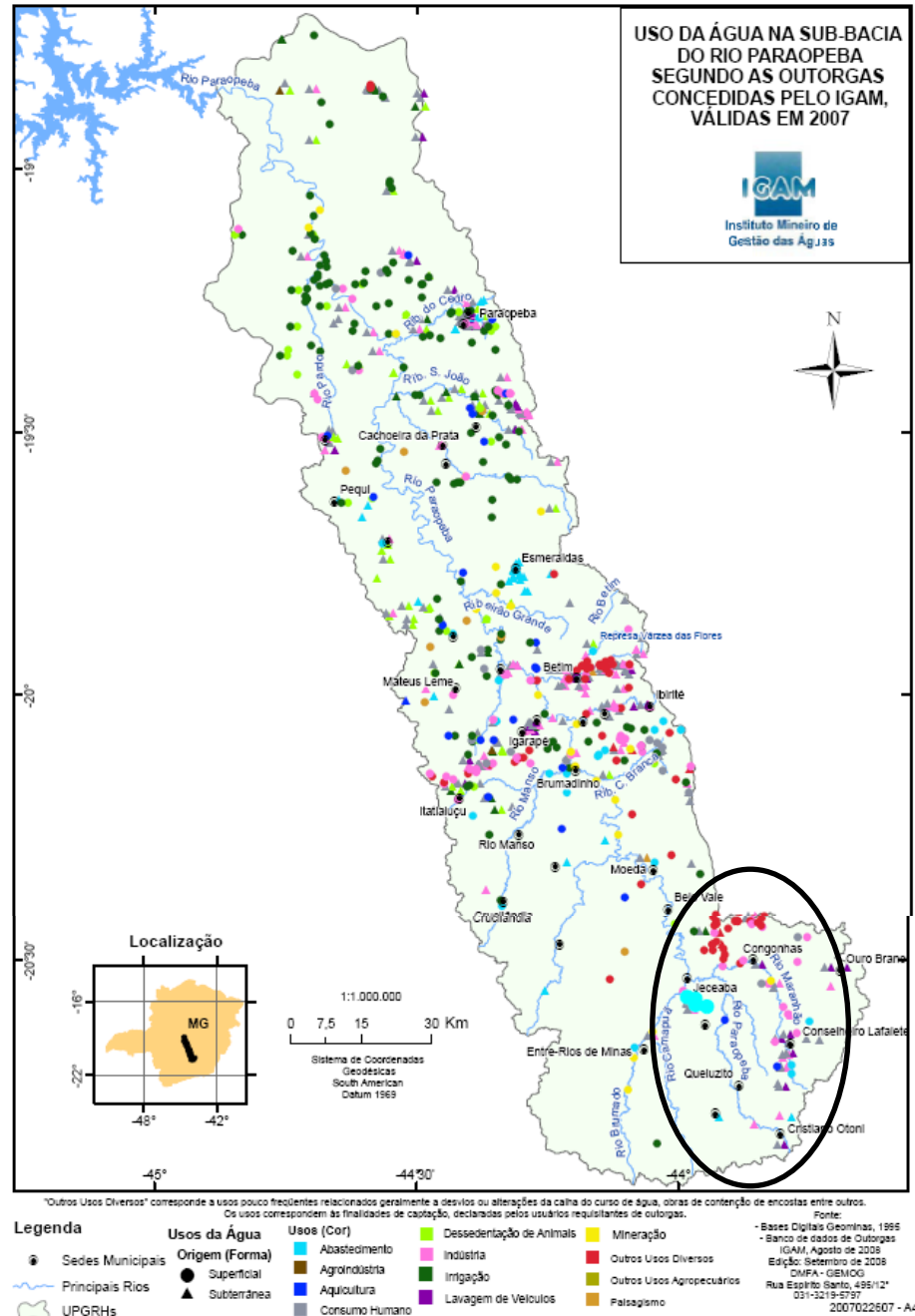
Mapa 2.1: Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos em Minas Gerais (UPGRHs).



Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

Bacia com forte influência de
Minerações de Fe e Mn
(Morro da Mina – Vale)
(menor)

Área de forte erosão



Mapa 9.1: Uso da água na sub-bacia do rio Paraopeba, segundo outorgas concedidas pelo IGAM, válidas em 2007.



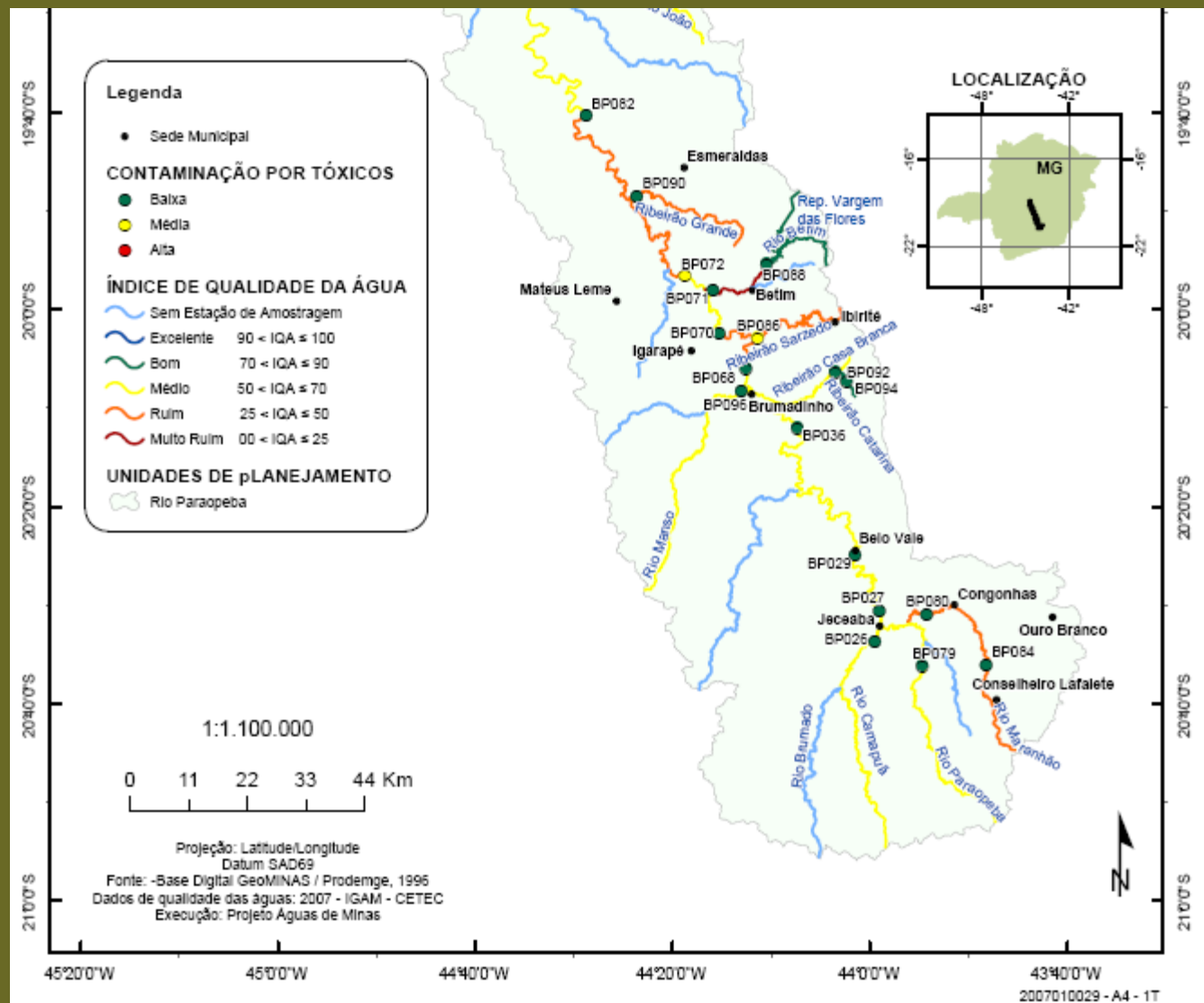
Contaminações
(extração mineira
+ tratamento
minério) :

- ✓ Mn
- ✓ Cr
- ✓ Pb
- ✓ Cd
- ✓ Hg
- ✓ Zn

Contaminações
Urbanas



Águas
superficiais
(Proj. Águas de
Minas)





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados



Visita à Bacia do Maranhão



Idéia mais concreta sobre os
processos de amostragem que
teremos de utilizar e o tipo de
estudos que teremos de fazer



Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

Amostragens em sedimentos das margens em locais de sedimentação dos rios:
Bananeira, Ventura Luiz, Maranhão, Paraopeba



Análise de metais (extracção
sequencial) e água intersticial
no laboratório do CREMINER
na Univ. Évora



Projecto a elaborar a curto prazo



Estudos a propor:

- ✓ estudo completo dos vários componentes dos cursos de água contaminados, em especial dos sedimentos de fundo e da coluna de água a diversas profundidades
- ✓ estudos terrestres: solo e plantas

SEDIMENTOS → PRIORIDADE
(cooperação Brasil-Portugal)



Objectivo: Programa de Avaliação da Qualidade Ecológica e Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Maranhão

Actividade 1: Caracterização da Bacia

Avaliação actual e evolução nos últimos 40 anos (últimos dados anos 70)

- Clima
- Hidrologia
- Morfologia
- Uso do solo e pressões antrópicas





Objectivo: Programa de Avaliação da Qualidade Ecológica e Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Maranhão

Actividade 2: Caracterização dos sedimentos rios

- Estudos biogeoquímicos de caracterização dos sedimentos
- Distribuição e forma de ocorrência dos elementos metálicos
- Análise de sulfuretos/óxidos
- Quantificação do volume sedimentar
- Volumetria dos materiais acumulados
- Estudos isotópicos → saber a origem dos elementos contaminantes





Pertinência da dragagem dos cursos de água mais contaminados



Ensaio piloto para saber durante quanto tempo os metais ficam em solução ou voltam a precipitar → tempo em que o local de dragagem terá de se ser selado



Metodologia proposta (1ª fase):

- Estabelecimento de malha de amostragem de sedimento de fundo do trecho
- Amostragem de x amostras de sedimentos
- Caracterização físico-química das amostras
- Proposta para tratamento dos sedimentos
- Definição dos trechos a serem dragados
- Implementação da dragagem e tratamento dos sedimentos





Actividade 3: Caracterização dos solos da bacia

- Avaliação do teor de metais
- Caracterização da forma como ocorrem os elementos metálicos
- Avaliação de espécies vegetais para fins de descontaminação de acordo com o teor, natureza dos elementos e forma química para extracção de elementos contaminantes





Actividade 4: Qualidade Ecológica nos rios “Perspectiva da Directiva Quadro Europeia”

- Definição de uma rede de monitoramento
 - Avaliação físico-química da água
 - Avaliação de elementos biológicos
-
- Definição de métricas de avaliação para estabelecimento de um sistema de classificação em classes de qualidade





Actividade 5: Estudos hidrogeológicos e hidrogeoquímicos

- ✓ Estudos hidrogeológicos e hidrogeoquímicos → definir as orientações das escorrências, difusão de contaminantes
- ✓ Ensaio piloto de remediação ambiental em área específica → utilização de corretores específicos que permitam arrastar os contaminantes que serão depois recebidos por filtros especiais





Actividade 6: Modelagem de diferentes cenários de qualidade ambiental

- Qualidade da água (rios e reservatórios)
- Erosão *versus* sedimentação
- Cenários de evolução para diminuição de riscos futuros

Actividade 7: Proposições de restauração de áreas degradadas

- Medidas para diminuição de riscos futuros
- Manutenção de áreas enquadradas em categoria de boa qualidade ambiental
- Proposta de execução de projectos de restauração



Actividade 8: Criação de um centro de referência

Estrutura e planeamento para a criação de um centro de referência multiplicador de informações, divulgação, educação ambiental e treinamentos.

CCV

Rocha Amiga





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

2) Projecto de Recuperação do S. Francisco

Avaliação da qualidade e do risco ambiental de alguns troços do Rio S. Francisco nas suas várias componentes (água, sedimentos de fundo e solos das margens). Propostas de alternativas para a sua recuperação.





Rede de Remediação
e Reabilitação de
Ambientes Degradados

PÓLO DE EXCELÊNCIA
MINERAL E
METALÚRGICO

FAPEMIG



***Espero que tenham
Espero que tenham
gostado!***