

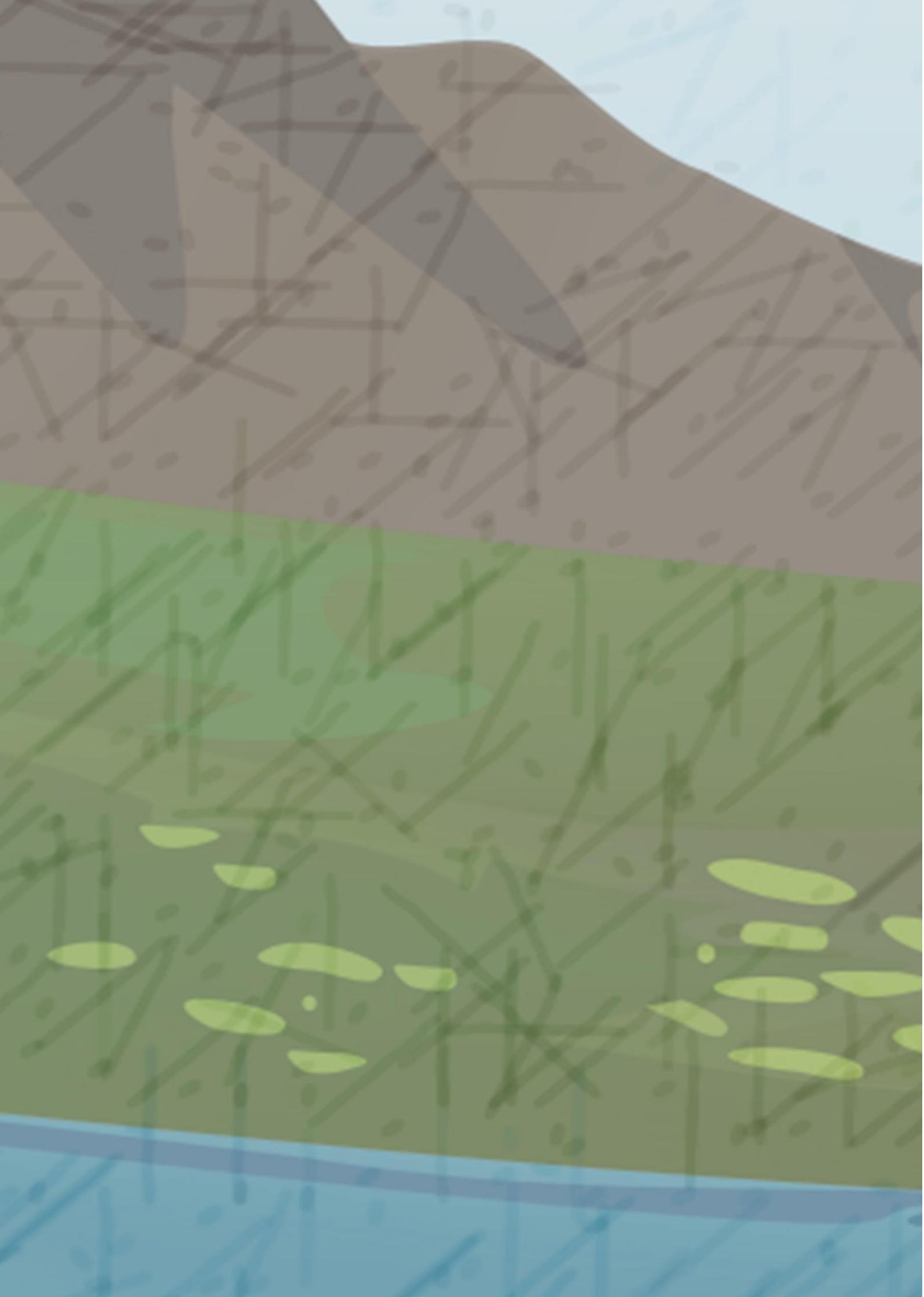


Workshop de Restauração Ambiental:
Rio Doce em Foco

Livro de Resumos

7 a 9 de outubro de 2019

Universidade Federal de Lavras



Editores

Elisa Monteze Bicalho, Queila de Souza
Garcia, Melina Karla Arantes, Marina
Mariá Pereira e Victor Navarro da Silva

WORKSHOP DE RESTAURAÇÃO AMBIENTAL: RIO DOCE EM FOCO

LIVRO DE RESUMOS



Lavras, Minas Gerais
07 a 09 de outubro de 2019

ISBN 978-65-87366-00-5



**Comissão Organizadora do Workshop de Restauração Ambiental:
Rio Doce em Foco**

Prof ^a . Dr ^a . Elisa Monteze Bicalho (Presidente)	Universidade Federal de Lavras
Prof ^a . Dr ^a . Queila de Souza Garcia (Vice-Presidente)	Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Dr. Marcelo Pedrosa Gomes (Vice-Presidente)	Universidade Federal do Paraná

Coordenação Científica:

Prof ^a . Dr ^a . Elisa Monteze Bicalho	Universidade Federal de Lavras
Dr. João Paulo Penacchi	Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Cleber Cunha Figueiredo	Universidade Federal de Minas Gerais
Dr. Fábio Vieira	Universidade Federal de Minas Gerais
Dr ^a . Leilane Carvalho Barreto	Universidade Federal de Minas Gerais
Prof ^a . Dr ^a . Queila de Souza Garcia	Universidade Federal de Minas Gerais
M.Sc Talita Raissa Silva dos Santos	Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Dr. Eduardo Gusmão Pereira	Universidade Federal de Viçosa
Prof ^a . Dr ^a . Janaína Guernica Silva	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Marcelo Pedrosa Gomes	Universidade Federal do Paraná

Coordenação Estudantil:

Núcleo de Estudos em Fisiologia Vegetal (NEF/UFLA):

Melina Karla Arantes (Presidente)
Jobber Condé Evangelista Freitas (Vice-Presidente)
Daniel Amorim Vieira (Coordenador Administrativo)
Ludmila da Silva Bastos (Vice-Coordenadora Administrativa)
Lissa Vasconcellos Villas Boas (Coordenadora de Finanças)
Aline Aparecida Silva Pereira (Vice-Coordenadora de Finanças)
Zulma Catherine Cardenal Rubio (Coordenadora Técnico-Científico)
Marina Mariá Pereira (Vice- Coordenadora Técnico-Científico)
Victor Navarro da Silva (Coordenador de Marketing)
Mariana Rocha de Carvalho (Vice- Coordenadora de Marketing)

Universidade Federal de Lavras:

Ana Maria de Oliveira
Daniela Peres de Souza
Geovane da Silva Dias
Rafael Agostinho Ferreira
Vivian Coy Rodriguez

Todos os resumos publicados neste livro foram reproduzidos de cópias fornecidas pelos autores. O conteúdo dos resumos é de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Comissão Organizadora não se responsabiliza por consequências decorrentes de uso de quaisquer dados, afirmações e opiniões inexatas (ou que conduzam a erros) publicados neste livro.

Lavras, 2020.

**Ficha catalográfica elaborada pela Coordenadoria de Processos
Técnicos da Biblioteca Universitária da UFLA.**

Workshop de Restauração Ambiental Rio Doce em Foco (1. :
2019 : Lavras, MG)

Resumos [do] Workshop de Restauração Ambiental Rio
Doce em Foco, 07 a 09 de outubro de 2019 / editores, Elisa
Monteze Bicalho ... [et al.]. – Lavras: Ed. UFLA, 2020.

62 p.

1. Áreas degradadas. 2. Ecotoxicologia. 3. Rompimento de
barragem. 4. Minério de ferro. 5. Aplicações tecnológicas para
o rejeito. I. Bicalho, Elisa Monteze. II. Universidade Federal
de Lavras.

Ficha elaborada por Márcio Barbosa de Assis (CRB 6/1930)

Prefácio

Apresento o Livro de Resumos da primeira edição do Workshop de Restauração Ambiental: Rio Doce em Foco realizada no período de 7 a 9 de outubro de 2019, em Lavras, Minas Gerais. O evento foi uma excelente oportunidade de reunir não somente resultados acerca da restauração ambiental de áreas atingidas pelo rompimento das barragens de rejeito de minério de ferro, como também de estabelecer novos contatos e direcionamentos dos projetos em vigor.

A participação e presença de professores, profissionais, empresas e principalmente estudantes engrandeceu o evento, transpassando a barreira meramente acadêmica. Recebemos 30% a mais de participantes do que o esperado inicialmente, demonstrando que preenchemos a lacuna antes existente para esse tipo de foro de discussão. Conseguimos visualizar com clareza a importância de cada projeto em andamento e que os recursos públicos investidos estão sendo gastos em prol das áreas atingidas pelo rompimento das barragens de Fundão (Mariana) e do Córrego do Feijão (Brumadinho).

O sentimento é de satisfação da meta cumprida por meio da promoção de um evento de grande importância para o nosso Estado. Agradeço imensamente as pessoas que confiaram a divulgação dos resultados de seus projetos nesse evento, ao fomento recebido por diversas agências e aos estudantes que abraçaram a causa e fizeram acontecer. Fico na esperança de ter “plantado a semente” para uma segunda edição do evento.

Meu abraço fraterno,

Elisa Monteze Bicalho

Presidente do Workshop de Restauração Ambiental: Rio Doce em Foco

APOIO



Programa de Apoio a Eventos
no País (PAEP/CAPES) 1ª
edição 2019 - Processo
88887.360238/2019-00



REALIZAÇÃO



Chamada CAPES-FAPEMIG-
FAPES-CNPq-ANA
Apoio a Redes de Pesquisa para
Recuperação da Bacia do Rio
Doce - Chamada N° 6/2016

Sumário

Programação.....	8
Apresentações Orais.....	10
Apresentações de Trabalhos (pôsteres)	31

Programação

Hora	Segunda-feira 07 de outubro de 2019
8h	Entrega de material/credenciamento
9h	Abertura do evento
10h	Palestra Magna: "Rio Doce: passado, presente e futuro" Prelecionista: Dr. Fábio Vieira (UFMG)
11h	Palestra: "A coletividade nos esforços de conservação" Prelecionista: Prof ^ª . Dr ^ª . Sônia Maria Pereira Wiedmann (AGU)
12h	Almoço
14h	Palestra: "A mineração e os novos paradigmas" Prelecionista: Prof. Dr. Roberto Galéry (UFMG)
14h45	Apresentação de Trabalho: "Metodologias de suscetibilidade de ruptura de taludes em mineração utilizando SIG" Prelecionista: Lázaro Corrêa Marcelino (UFMG)
15h15	<i>Coffee break</i>
15h45	Palestra: "Utilização de rejeitos da mineração de ferro para aplicações tecnológicas" Prelecionista: Prof ^ª . Dr ^ª . Ana Paula de Carvalho Teixeira (UFMG)

Hora	Terça-feira 08 de outubro de 2019
8h30	Palestra: "Microorganismos do solo na restauração ambiental" Prelecionista: Prof ^ª . Dr ^ª . Maria Catarina Megumi Kasuya (UFV)
9h15	Apresentação de Trabalho: "Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares para a atividade microbiana de um Tecnosolo formado pela deposição do rejeito da mineração de ferro" Prelecionista: Flávia Roman da Costa Souza (UFLA)
9h45	<i>Coffee break</i>
10h15	Palestra: "Tamanho e localização ideais de zonas de vegetação para recuperação da bacia do Rio Doce" Prelecionista: Prof. Carlos Antônio Alvares Soares Ribeiro, Ph.D (UFV)
11h	Apresentação de Trabalho: "Metodologia ROMI: um suporte à prática de restauração florestal em grande escala" Prelecionista: Felipe Xavier (Instituto Espinhaço)
11h20	Apresentação de Trabalho: "Remediação da Bacia do Rio Doce: a perspectiva da biota terrestre" Prelecionista: Prof ^ª . Dr ^ª . Queila de Souza Garcia (UFMG)
12h	Almoço
14h	Palestra: "Crescimento e desenvolvimento de plantas de milheto, milho e sorgo em rejeitos de mineração e o efeito benéfico da adição de húmus de minhoca" Prelecionista: Prof. Dr. Thiago Corrêa de Souza (UNIFAL)

Hora	Terça-feira 08 de outubro de 2019
14h45	Apresentação de Trabalho: “Fluorescência da clorofila a como ferramenta na seleção de espécies nativas de canga para revegetação de áreas impactadas por mineradoras de ferro” Prelecionista: Camilla Oliveira Rios (UFMG)
15h05	Apresentação de Trabalho: “Distribuição de metais pesados em arbórea submetida a diferentes sistemas de reabilitação de rejeito de mineração de ferro” Prelecionista: Leticia Coelho Vaz Silva (UFLA)
15h45	<i>Coffee break</i>
16h15	Palestra: “O escopo e os limites da restauração no antropoceno” Prelecionista: Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan (UEL)
17h	Apresentação de pôsteres

Hora	Quarta-feira 09 de outubro de 2019
8h30	Palestra: “Uso de nanotecnologia para recuperação de metais em cursos d’água” Prelecionista: Prof. Dr. Ruben Dario Sinisterra Millán (UFMG)
9h15	Palestra: “How light and metal combined effects influence phytoplankton physiology?” Prelecionista: Prof. Phillippe Juneau, Ph.D (UQÀM)
10h	<i>Coffee break</i>
10h30	Palestra: “Uso da comunidade perifítica para comparação entre sistemas impactados e não impactados pelos rejeitos da Barragem de Fundão” Prelecionista: Prof. Dr. Cleber Cunha Figueredo (UFMG)
11h15	Apresentação de Trabalho: “Influência do resíduo de minério de ferro nos sedimentos do Rio Doce após o rompimento da barragem de Mariana (MG)” Prelecionista: Eduardo Baudson Duarte (UFES)
11h45	Almoço
14h	Palestra: “De Mariana a Brumadinho: atuação do Ministério Público nos recentes desastres ambientais oriundos da mineração” Prelecionista: V. Ex.a Rodrigo Caldeira Grava Brazil (ARPA Rio Grande)
14h45	Palestra: “O futuro da reabilitação de áreas impactadas pelas atividades da mineração de ferro” Prelecionista: Prof. Dr. Eduardo Gusmão Pereira (UFV)
15h30	Encerramento e premiação dos melhores trabalhos
16h30	Confraternização

Apresentações Orais

Primeira sessão | 07 de outubro, 8h - 12h

Rio Doce: passado, presente e futuro

Dr. Fábio Vieira -

Universidade Federal de Minas Gerais

A exploração inicial das riquezas contidas na bacia do rio Doce foi dificultada em função de vários fatores, com destaque para: navegabilidade do rio, cujas primeiras quedas estavam junto a atual divisa ES/MG; insalubridade devido a doenças tropicais, notadamente a febre amarela; pelas populações nativas (índios) que combatiam continuamente os exploradores que se aventuravam a desbravar a região e, após a descoberta de ouro na atual região de Ouro Preto e Mariana, pela restrição imposta pelo governo colonial. Dentro de um espaço temporal relativamente curto praticamente toda a floresta Atlântica foi suprimida adquirindo a conformação atual, cujo maior remanescente florestal atual é o Parque Estadual do Rio Doce. Por ocasião do rompimento da barragem de Fundão, muitas matérias se referiam a perda de matas ciliares, algo inverossímil nas condições de ampla degradação observadas previamente na bacia. Tal fato realmente ocorreu, mas no seu trecho superior, principalmente o alto rio Gualaxo do Norte. No restante da bacia a corrida da lama ficou retida na calha fluvial e não extravasou para as margens. A forma como as matérias eram produzidas, seja em jornais ou artigos de opinião em periódicos científicos, dava a impressão para aqueles que não conhecem a bacia que o desastre tinha ocorrido em uma drenagem com características pristinas e cobertura vegetal abundante e primária. Poucos atentaram que o problema, ainda que muito grave, estava restrito à calha principal, sem afetar seus diversos afluentes. Toda a área realmente afetada, desde o rio Gualaxo do Norte até a foz, continuou a receber a contribuição dos diversos afluentes e a recuperação passou a ocorrer de forma natural. Cabe destacar que a área com maiores danos está compreendida ente a antiga barragem de Fundão e a UHE Risoleta Neves, onde intensos trabalhos de recuperação foram conduzidos e continuam necessários. Muitos estudos, abrangendo as mais variadas temáticas foram e estão sendo desenvolvidos, fato que claramente vai resultar em uma região com extenso conhecimento acumulado em médio e longo prazo. A degradação prévia suprimiu praticamente toda a cobertura vegetal original e o assoreamento é uma característica marcante, assim como o lançamento de efluentes que se originam de um parque industrial e população cada vez maior. Para a ictiofauna ainda se destaca a introdução de peixes exóticos desde os idos dos anos 1960 e que se continua nos dias atuais, resultando em mais de 30 espécies estabelecidas. Embora a situação de degradação atual tenha sido imputada majoritariamente ao rompimento da barragem, o que não representa um fato correto, demandando a SAMARCO atuar na resolução de todos os problemas levantados. O futuro da bacia muito provavelmente deverá ser melhor, mas é muito pouco provável que

os danos acumulados ao longo de séculos possam ser resolvidos satisfatoriamente com a ação de um único ator.

A coletividade nos esforços de conservação

Prof^a. Dr^a. Sônia Maria Pereira Wiedmann

Procuradora Federal - Advocacia Geral da União

A inclusão das RPPNs - Reservas Particulares do Patrimônio Natural - na Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o SNUC demonstra a importância e a evolução deste programa desde sua criação, em janeiro de 1990, e ao longo dos seus vinte e nove anos de existência. O engajamento dos proprietários nos esforços de conservação; a manifestação expressa da vontade de proteger os recursos naturais; a existência de áreas naturais significativas em propriedades particulares e o exercício pleno do direito de propriedade constituem os pressupostos que fortaleceram o programa. Criticado, eventualmente, pela rigidez dos princípios como a proteção integral dos ecossistemas, responsabilidade permanente dos proprietários, averbação cartorial “ad perpetuum”, ainda assim, e talvez, até mesmo por esta rigidez, é que as RPPNs constituem, hoje, uma clara demonstração de que o Estado, ao estimular e apoiar oficialmente a coletividade, obtém boas respostas direcionadas à proteção do ambiente natural e na oferta de serviços ambientais oferecidos por estas reservas particulares. Muitos estados e municípios brasileiros seguiram a trilha da norma federal e já possuem norma própria de reconhecimento de RPPN estadual e municipal e todos os ecossistemas estão contemplados com RPPNs. São hoje 1.600 RPPNs em todo o Brasil.

Segunda Sessão | 07 de outubro, 14h - 17h

A mineração e os novos paradigmas

Prof. Dr. Roberto Galéry

Universidade Federal de Minas Gerais

A mineração é uma atividade econômica no Estado de Minas Gerais e no país desde o século XXVIII. É de grande importância para o estado de Minas Gerais em função das grandes reservas que acumula no Quadrilátero Ferrífero. As operações de beneficiamento do minério de ferro são realizadas predominantemente a úmido sendo os concentrados comercializados na forma seca e os rejeitos depositados na forma de polpa em barragens de rejeito. Os acidentes ocorridos com de barragem de rejeito no Estado de Minas Gerais nos anos de 2015 e 2019 colocaram em cheque toda a tecnologia de deposição em barragens de rejeito. No presente trabalho serão abordadas alternativas às práticas existentes de deposição de rejeitos bem como os novos paradigmas que estão se apresentando para que a atividade de mineração de minério de ferro possa se desenvolver de forma tranquila e sustentável.

Metodologias de suscetibilidade de ruptura de taludes em mineração utilizando SIG

Lázaro Corrêa Marcellino¹, Fabricia Benda de Oliveira², Eduardo Baudson Duarte², Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira³

Universidade Federal de Minas Gerais¹

Universidade Federal do Espírito Santo²

Instituto Federal do Espírito Santo³

Problemas de origem geotécnica afetam a sociedade atual, causando a perda de vidas, prejuízos econômicos ou danos ambientais. Na mineração a instabilidade de taludes durante a lavra ocorre com maior frequência, por se tratar de um ambiente dinâmico, com grandes níveis de vibrações do maciço e características geológicas diversas, podendo ocorrer rupturas que causarão problemas, inclusive inviabilizando o projeto minerário. No contexto da mineração, o ângulo do talude final de uma cava representa a otimização envolvendo economia e segurança da lavra, assim a análise da estabilidade de taludes na mineração a céu aberto implica na geometria dos taludes com acesso ao bem mineral. Neste contexto, esse trabalho teve como objetivo a proposição de uma metodologia de análise de riscos geotécnicos relacionada à estabilidade de taludes, aplicando técnicas de Sistema de Informações Geográficas (SIG), através de análise multicritério e lógica fuzzy comparando-as com análise de estabilidade geotécnica convencional, visando aumentar ainda mais a segurança e garantir o melhor aproveitamento do bem mineral. A metodologia propôs identificar e classificar áreas geotécnicas inseguras, por meio da criação de um modelo simulado utilizando dados reais de uma mina, em regiões onde há possíveis riscos de escorregamento e rompimento de taludes dentro de uma atividade de mineração do Quadrilátero Ferrífero. O método de análise multicritério, juntamente com a Análise do Processo Hierárquico e a metodologia fuzzy foram utilizados para criar um mapa de vulnerabilidade da cava e posteriormente foram validados através de comparações com as seções geotécnicas. Os fatores utilizados na análise foram o modelo geomecânico, os mapas de amplitude, de declividade, de lineamento fuzzyficado, de profundidade do nível d'água e o litológico. Com a setorização foi possível quantificar a vulnerabilidade à ruptura de taludes dentro da cava da mina estudada e, com a comparação com as seções geotécnicas, foram confirmados os fatores de segurança das regiões que apresentaram alta, baixa e média suscetibilidade. A eficácia do método proposto foi obtida através da validação das seções geotécnicas, que só pôde ser desenvolvida devido a técnica de geoprocessamento aplicada, determinando através do mapa final de suscetibilidade regiões geotécnicas inseguras.

Palavras-chave: SIG, Fuzzy, AHP, Multicritério

Utilização de rejeitos da mineração de ferro para aplicações tecnológicas

Prof^a. Dr^a. Ana Paula de Carvalho Teixeira

Universidade Federal de Minas Gerais

O estado de Minas Gerais gera grandes quantidades de rejeitos de mineração de ferro. Esses materiais são ricos em diferentes fases de ferro como hematita e goethita, além de sílica e outros minerais. Nos últimos anos criamos duas redes de pesquisa para o desenvolvimento de diferentes aplicações para esses rejeitos. A Rede Candonga, formada por pesquisadores da UFMG, CDTN, UFES, UFOP e UFVJM, tem trabalhado especificamente com o desenvolvimento de produtos tecnológicos com o rejeito de minério proveniente do acidente da barragem de Fundão, dragados da barragem de Candonga (Usina Hidrelétrica Risoleta Neves), armazenado em um dique. Uma interessante aplicação para esse material é no desenvolvimento de materiais para a área de construção civil como pavimentos e blocos. A segunda rede denominada Plataforma de produtos tecnológicos tem como objetivo a aplicação de tecnologias já desenvolvidas, por grupos de pesquisa de diferentes universidades e centros de pesquisa, para transformar o rejeito da mineração de ferro em materiais de valor agregado. Destacam-se as aplicações na área de catálise, adsorção, tratamento de efluentes, uso agrícola e florestal, além do estudo da viabilidade do escalonamento de tecnologias que utilizam rejeitos de mineração.

Terceira sessão | 08 de outubro, 8h30 – 12h

Microrganismos do solo na restauração ambiental

Prof^a. Dr^a. Maria Catarina Megumi Kasuya

Universidade Federal de Viçosa

Os microrganismos desempenham papéis chave para a estabilidade e o funcionamento dos ecossistemas, como na ciclagem de nutrientes e nos processos de recuperação ambiental, a exemplo da participação direta na decomposição da matéria orgânica, fixação de nitrogênio atmosférico e promoção de crescimento vegetal. A diversidade microbiana, bem como de suas funções, é importante em qualquer processo de recuperação ambiental, podendo ser utilizada como indicadora da qualidade e de perturbações do ecossistema. Os microrganismos auxiliam na recuperação e repovoamento de áreas por espécies vegetais e animais por meio de suas atividades bioquímicas e associações ecológicas chaves desempenhadas com esses organismos. Serão apresentados resultados resultantes dos estudos desenvolvidos nas áreas afetadas pelo desastre do Fundão, referente à diversidade microbiana desde logo após o desastre até último ano, comparando as áreas onde de revegetação induzida e natural com as matas e pastagens locais, bem como os estudos de produção de mudas de nativas arbóreas pela inoculação de microrganismos selecionados.

Agradecimentos: Fapemig, Capes, CNPq, Renova e Golder.

Palavras-chaves: Diversidade microbiana, Inoculação de microrganismos, fungos micorrízicos arbusculares, Bactérias fixadoras de nitrogênio, Desastre do fundão

Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares para a atividade microbiana de um Tecnosolo formado pela deposição do rejeito da mineração de ferro

Flávia Romam da Costa Souza¹, Flávio Araújo Pinto¹, Aline Oliveira Silva¹, Marisângela Viana Barbosa¹, Ana Paula Valadares da Silva¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹.

Universidade Federal de Lavras¹

A ruptura da barragem de Fundão, em Mariana-MG, afetou extensas áreas na Bacia do Rio Doce onde foram lançados milhões de m³ de rejeito da mineração de ferro, criando um novo e complexo Tecnosolo. Vários serviços ecossistêmicos promovidos por microrganismos do solo foram afetados e o retorno desses serviços pode contribuir com o processo de reabilitação desses Tecnosolos. Dentre esses microrganismos, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem auxiliar no reestabelecimento da vegetação e contribuir para o retorno de uma comunidade microbiana ativa e, assim, favorecer a reabilitação dessa área. Portanto, o objetivo foi avaliar o efeito da inoculação dos FMAs na microbiota do Tecnosolo e no crescimento de *Urochloa brizantha*. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação utilizando vasos de 2 kg contendo Tecnosolo coletado na camada de 0-20 cm às margens do rio Gualaxo do Norte, onde havia deposição de rejeito superior a um metro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 5 x 2, com 4 repetições. Os fatores avaliados foram: 5 diluições de microrganismos de solo (0, 10⁻¹, 10⁻³, 10⁻⁶ e 10⁻⁹) associado ou não a inoculação de FMAs (aplicados 150 esporos de FMAs compostos pelas espécies *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus mosseae* e *Rhizophagus clarus* em iguais proporções) em plantas de *Urochloa brizantha* cultivadas por 60 dias, avaliando a matéria seca total (MST) (parte aérea e as raízes), densidade de esporos (DE), colonização micorrízica (CM%), micélio total (MT) e carbono da biomassa microbiana (CBM). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A MST só apresentou efeito significativo para o fator diluição, com maior valor para o tratamento 0. A DE não apresentou nenhum efeito significativo em relação aos fatores estudados. Já o MT apresentou maior valor nos tratamentos sem inoculação com FMAs. O CBM e a CM% foram significativos para a interação entre os fatores diluição e inoculação com FMAs observando em plantas inoculadas com FMAs na diluição 10⁻⁹ maior biomassa microbiana em relação aos demais tratamentos. Já os maiores valores de CM% foram nas diluições 10⁻¹ e 10⁻³ quando inoculadas com FMAs. Os FMAs favoreceram o incremento da biomassa microbiana do solo, mas não foram capazes de promover aumento do crescimento da *Urochloa brizantha*.

Palavras-chave: Interação, Microrganismos, Micélio, Microbiomassa, *Urochloa brizantha*

Tamanho e localização ideais de zonas de vegetação para recuperação da bacia do Rio Doce

Carlos Antônio Alvares Soares Ribeiro¹, Getúlio Fonseca Domingues, Gustavo Eduardo Marcatti, Kelly de Oliveira Barros, Alexandre Rosa dos Santos, Sady Junior Martins Costa de Menezes
Universidade Federal de Viçosa¹

Diante da recente tragédia ambiental ocorrida na bacia hidrográfica do rio Doce e dos impactos sobre seus recursos hídricos, urge adotar medidas estratégicas para mitigação dos impactos ambientais e de planejamento de longo prazo para a recuperação da bacia. Neste sentido, a proposta de conter o carreamento dos rejeitos da mineração e minimizar os efeitos erosivos ao longo da bacia é crucial para remediar a degradação dos recursos hídricos e aumentar a disponibilidade e melhorar a qualidade da água, elemento vital para a sobrevivência das comunidades que tiveram suas vidas afetadas pelo rompimento da barragem. Para tanto, este projeto tem como objetivos: 1) mapear os depósitos de rejeitos da mineração nas margens dos seus cursos d'água; 2) localizar os melhores locais para o estabelecimento de zonas de vegetação visando à interceptação e retenção do escoamento desse rejeito para a calha do rio; 3) determinar o tamanho e a forma de zonas de vegetação que propiciem maior eficiência na retenção dos sedimentos transportados pelo escoamento superficial; 4) avaliar o uso e manejo dos solos, comparando a capacidade de suporte e seu uso atual; 5) propor as diretrizes para avaliar a eficiência da metodologia a longo prazo na Bacia do Rio Doce. Os resultados desta abordagem pioneira constituirão um novo referencial para a elaboração de programas e políticas ambientais voltados à conservação do solo e água, como recomposição da flora, recuperação de áreas degradadas, pagamentos por serviços ambientais e gestão de recursos hídricos. Ademais, a metodologia desenvolvida neste projeto poderá ser aplicada em outras bacias hidrográficas do território brasileiro e, até mesmo, de outros países.

Metodologia ROMI: um suporte à prática de restauração florestal em grande escala

Felipe Xavier¹, Débora Moreira Carvalho¹, Felipe Augusto Fernandes de Oliveira¹, Daniela Moreira Duarte Herken¹, Virgílio de Almeida Pereira¹

Instituto Espinhaço¹

Atualmente, diversos aspectos metodológicos da restauração ambiental estão sendo testados e, nesse sentido, estudos corroboram que o sucesso dessas propostas está diretamente relacionado ao efetivo restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução gradual da floresta. Baseando-se no processo de sucessão ecológica e na dificuldade em realizar-se o plantio seguindo o arranjo do sistema de quincôncio, a equipe técnica do Instituto Espinhaço desenvolveu a metodologia de Rocamble Misto (ROMI). Essa metodologia baseia-se em cadastrar as espécies no viveiro de acordo com os comportamentos ecológicos (preenchimento e diversidade) e, em seguida, expedir para campo de maneira proporcional 4:1 (quatro espécies pioneiras para cada 1 espécie não pioneira). Cada rocamble possui, no mínimo, dez espécies contendo 8 pioneiras e 2 não pioneiras. Essa tecnologia de expedição garante diversidade e rapidez no plantio, uma vez que a identificação das espécies e grupos ecológicos é realizada no viveiro, minimizando os erros que por ventura possam ocorrer no campo. Os resultados alcançados até o momento nos permitem inferir que a metodologia ROMI garante a efetividade na proporcionalidade do sistema sucessional da área reflorestada, o que resulta em plantios estruturados, de acordo com as premissas da sucessão secundária.

Palavras-chave: Restauração, Sucessão ecológica, Plantio direto, Mudas nativas

Remediação da Bacia do Rio Doce: a perspectiva da biota terrestre

Prof^a. Dr^a. Queila de Souza Garcia

Departamento de Botânica, Universidade Federal de Minas Gerais

A bacia do rio Doce, principal bacia hidrográfica da região sudeste do Brasil, apresenta um histórico de degradação gerada pelas atividades industriais (siderurgia, mineração e celulose), agropecuária e pelo lançamento de esgotos domésticos sem tratamento nos cursos d'água que a compõem. O derrame de rejeito de minério de ferro da barragem de Fundão provocou graves danos ambientais à bacia do rio Doce e os relatos iniciais apontavam para o risco de contaminação por metais. Foram constituídos fundos públicos e privados para financiar estudos, com o objetivo de conhecer os problemas e apontar soluções para minimizar o dano causado pelo rompimento da barragem. Dentro desta perspectiva, nosso grupo aprovou a proposta "Remediação da Bacia do Rio Doce: o potencial da biota aquática e terrestre". O evento Workshop de Restauração Ambiental: Rio Doce em Foco é parte dos produtos dessa proposta e esta apresentação mostra parte dos dados obtidos para a biota terrestre até o momento. Contrariando os informes iniciais e confirmando a literatura científica, demonstramos que o rejeito proveniente da barragem de Fundão tem baixa fertilidade e não apresenta elementos tóxicos. O rejeito não afetou a germinação de sementes de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica. O crescimento das plantas, inibido pela deficiência de minerais do rejeito e do solo da região, foi promovido com a fertilização deste substrato. A alta concentração de manganês do rejeito, em comparação com o solo da região, não afetou negativamente o desempenho de uma leguminosa cultivada com diferentes fontes de nitrogênio. Quatro espécies arbóreas crescidas no rejeito em diferentes intensidades de luz mostraram desempenho compatível com seus grupos ecológicos. A próxima etapa, em andamento, é o plantio de espécies selecionadas em campo, com base nos dados obtidos nas etapas anteriores. Com os dados a serem obtidos nesta fase, espera-se entender a dinâmica da vegetação em áreas afetadas pelo rejeito de minério de ferro na bacia do rio Doce.

Quarta sessão | 08 de outubro, 14h – 17h

Crescimento e desenvolvimento de plantas de milheto, milho e sorgo em rejeitos de mineração e o efeito benéfico da adição de húmus de minhoca

Prof. Dr. Thiago Corrêa de Souza

Universidade Federal de Alfenas

O rompimento da barragem do Fundão resultou no extravasamento de mais de 50 milhões m³ de rejeitos, deixando rastros de destruição e consequências socioambientais imensuráveis. Estudos físico-químicos dos rejeitos têm revelado que existem alguns elementos químicos acima do permitido pela regulamentação brasileira, bem como alta densidade de compactação, que restringe a restauração da vegetação no local. Desse modo, serão discutidos nestes 30 minutos três experimentos realizados com milheto, milho e sorgo que tiveram como objetivo: 1) analisar os efeitos do rejeito de mineração na germinação, crescimento inicial e desenvolvimento das plantas e 2) avaliar os efeitos da adição de húmus de minhoca ao rejeito sobre as plantas. Nos dois primeiros experimentos, estes genótipos foram cultivados em câmara tipo BOD e em substratos com cinco disponibilidades de rejeitos: 100% areia; 25% rejeitos + 75% areia; 50% rejeitos + 50% areia; 75% rejeitos + 25% areia e 100% rejeitos. No experimento I foram avaliados germinação e crescimento inicial em plântulas nesses diferentes substratos. No experimento II avaliou-se atributos de crescimento, eficiência fotossintética (trocas gasosas e fluorescência da clorofila), acúmulo de metais e morfologia de raiz de plantas dos três genótipos em estágio vegetativo de três folhas totalmente expandidas. Já o experimento III foi conduzido em casa de vegetação e teve duração de 128 dias, utilizando-se vasos e as plantas foram submetidas a três tipos de substratos: 100% de rejeito; 80% de rejeito e 20% de húmus; e solo de referência da região. A germinação e o crescimento inicial das plântulas das três espécies analisadas não foram afetados pela presença dos rejeitos de mineração. No entanto, nas plantas em estágio V3, ocorreram variações morfofisiológicas de resposta entre as espécies, uma vez que, além do crescimento e acúmulo de biomassa, a dinâmica morfológica das raízes foi alterada. A variação na quantidade de rejeitos no substrato não influenciou a absorção de ferro, manganês e cromo pelas plantas estudadas. No estágio V3, o milho é mais tolerante devido a um sistema radicular mais robusto sob o rejeito de mineração e com menores alterações morfológicas. Em condições de vaso o rejeito diminuiu a altura, área foliar e atributos de biomassa nas três espécies, mas a adição de húmus reverteu os efeitos negativos do rejeito, sendo observada uma eficiente melhora nesses parâmetros. Os possíveis motivos e consequências desses efeitos serão discutidos.

Palavras-chave: Poacea, lama de resíduos de mineração, metais pesados, fotossíntese, fluorescência da clorofila, WinRhizo

Fluorescência da clorofila a como ferramenta na seleção de espécies nativas de canga para revegetação de áreas impactadas por mineradoras de ferro

Camilla Oliveira Rios¹, Paulo Antônio Pimentel², Samuel Victor Leite de Moura², Eduardo Gusmão Pereira².

Universidade Federal de Minas Gerais¹

Universidade Federal de Viçosa²

O campo rupestre ferruginoso, conhecido como canga, é um importante ecossistema da Cadeia do Espinhaço, que abriga um dos mais altos níveis de endemismo. Assim como em ambientes degradados por mineração de ferro, as cangas apresentam substrato pobre em nutrientes, baixa capacidade de retenção de água e alta exposição à radiação solar, além de sazonalidade climática, com duas estações ao longo do ano, seca e chuvosa. Respostas fotossintéticas de plantas adaptadas a estas condições podem ser de grande importância para seleção de espécies nativas para restauração de áreas mineradas. O objetivo do trabalho foi estabelecer um critério de seleção de espécies com base nas respostas fotossintéticas da comunidade de plantas presente na canga, uma vez que se trata de um local de referência para a restauração de ambientes degradados por mineração. O estudo foi realizado em uma canga localizada na Serra da Calçada, MG, durante a estação chuvosa e seca, nos meses de janeiro e julho de 2019, respectivamente. Foram selecionados 220 indivíduos de 22 espécies vegetais e 12 famílias, considerando sua frequência no local. Foram realizadas avaliações de fluorescência da clorofila a e índice de clorofila. A intensidade da luz solar que atingiu a superfície da folha durante o período de avaliação variou de 1.223 a 2.809 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A análise de componentes principais destacou a associação entre a taxa de transporte de elétrons (ETR) e eficiência fotoquímica efetiva do PSII na estação chuvosa, enquanto na estação seca as espécies apresentaram mudança na estratégia de uso da energia luminosa, com associação do ETR com a dissipação de energia no FSII de forma não regulada. Dentre as espécies estudadas *Baccharis reticularia*, *Leandra aurea* e *Mimosa pogocephala* apresentaram melhor rendimento quântico efetivo do PSII durante a estação seca. Enquanto algumas espécies apresentaram aumento na dissipação não regulada de energia na estação seca, outras como *Eriope macrostachya*, *Justicia monticola*, *Kielmeyera coriacea*, *Myrcia splendens*, *Periandra mediterranea*, *Vellozia caruncularis* e *Melastomataceae spp.* foram capazes de dissipar a energia luminosa excessiva através de mecanismos fotoprotetores. Dentre as espécies estudadas, aquelas que apresentaram mecanismos fotoprotetores na dissipação do excesso de energia associados com manutenção do potencial fotoquímico apresentam potencial para serem utilizadas em programas de restauração ecológica em locais degradados por mineração.

Palavras-chave: Fluorescência, Campo rupestre, Referência, Restauração

Distribuição de metais pesados em arbórea submetida a diferentes sistemas de reabilitação de rejeito de mineração de ferro

Letícia Coelho Vaz Silva¹, Carin Sgobi Zanchi¹, Éder Rodrigues Batista¹, Carolina Ozorio Carriço¹, Aline Oliveira Silva¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹

Universidade Federal de Lavras¹

Com a deposição do rejeito oriundo da barragem de Fundão às margens dos rios formou-se um Tecnosolo. A revegetação com espécies arbóreas nativas é uma possível estratégia de estabilização e reabilitação das áreas afetadas. Nesse intuito, objetivou-se avaliar o crescimento e a distribuição de metais pesados entre folhas e caule da arbórea *Enterolobium contortisiliquum* sob diferentes sistemas de consórcio de plantas herbáceas em um Tecnosolo. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação, em vaso de 6 kg com Tecnosolo coletado às margens do Rio Gualaxo do Norte, em um delineamento em blocos ao acaso com 5 repetições, constituído de diferentes sistemas de revegetação, sendo a arbórea cultivada sobre cobertura das herbáceas *Urochloa ruziziensis* (Ruz/E); *U. ruziziensis* + *Crotalaria spectabilis* (R+C/E); *U. ruziziensis* + *Guizotia abyssinica* (R+G/E); *U. ruziziensis* + *C. spectabilis* + *G. abyssinica* (R+C+G/E); e em Tecnosolo sem cobertura (Rej/E). Após 100 dias de pré-cultivo com as espécies herbáceas, essas foram cortadas na altura do coleto, trituradas (5 cm) e postas sobre o Tecnosolo. O estudo iniciou a partir da semeadura da arbórea sobre as coberturas e teve duração de 120 dias. A altura das arbóreas não foi influenciada pelos sistemas, enquanto, o menor diâmetro foi observado no sistema R+C/E. A matéria seca da parte aérea total e do caule não diferiram, enquanto a matéria seca da folha de R+C/E foi a menor observada. Os teores totais de Pb, Cd e Ni nas plantas diferiram com maiores valores de Pb nas arbóreas sobre coberturas de R+G/E e R+C+G/E; de Cd em Rej/E, R+G/E e R+C+G/E; e de Ni em R+C+G/E. Os teores, nas folhas e nos caules, de Cu, Fe e Zn não diferiram, já de Al, Fe e Mn foram maiores nas folhas em relação ao caule. Conclui-se que o sistema R+C/E foi contrário aos índices de produção avaliados e as arbóreas dos sistemas Ruz/E e R+C/E não foram influenciadas por nenhum dos metais avaliados. O sistema R+G/E foi fortemente influenciado pelos teores de Pb, Zn, Cu, Ni e Cd, enquanto R+C+G/E teve grande influência na absorção de Mn. A *E. contortisiliquum* mostrou-se eficiente na absorção de metais na parte aérea, demonstram que esta espécie arbórea possui potencial para ser utilizada em programas de fitoestabilização destas áreas.

Palavras-chave: Tecnosolo, *Enterolobium*, Espécies nativas, Revegetação

O escopo e os limites da restauração no antropoceno

Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan

Universidade Estadual de Londrina

O Antropoceno, termo utilizado para descrever o período em que vivemos, suscita polêmicas, apesar do recente reconhecimento pela academia. O cerne desta polêmica interessa ao campo da restauração: enquanto alguns pretendem enxergar o período atual como sendo caracterizado pelo controle do planeta pela humanidade, outros preferem ver um período em que a influência humana é avassaladora, mas sem que se possa falar em controle real. A perspectiva das mudanças globais, incluída a climática, traz desafios para a restauração, de ordem prática (por exemplo, afetando a distribuição de espécies), científica (desafiando teorias estabelecidas, como a da sucessão), e ética, ao colocar em questão o papel que a restauração pode ter, simultaneamente como mitigação de danos não intencionais e salvaguarda para atividades sabidamente degradadoras. Pretende-se abordar, ainda que superficialmente, algumas das consequências destes desafios.

Palavras-chave: Ética, Restauração ecológica, Mudanças globais, Conservação biológica, Serviços ambientais

Quinta sessão | 09 de outubro, 8h30 – 12h

Uso de nanotecnologia para recuperação de metais em cursos d'água

Prof. Dr. Ruben Dario Sinisterra Millán

Universidade Federal de Minas Gerais

A nanotecnologia é uma abordagem tecnológica emergente que deve resultar em grandes mudanças em muitos setores da indústria, o que pode trazer muitos avanços para a sociedade e benefícios para o meio ambiente, mas também apresenta novos desafios, especialmente em saúde e segurança. No presente seminário serão apresentados avanços no estado da arte e da técnica com relação ao uso da nanotecnologia para a recuperação ou remediação de metais em águas. Essas estratégias passam pelo desenvolvimento de materiais que envolvem o uso de ciclodextrinas, polímeros biodegradáveis, nanopartículas metálicas de ferritas, ZnO e sua combinação, bem como uso de nanofibras poliméricas com semicondutores orgânicos como a bixina - composto oriundo do urucum.

How light and metal combined effects influence phytoplankton physiology

Prof. Phillippe Juneau, Ph.D¹; Juan Du¹

Département des Sciences Biologiques - GRIL-EcotoQ - TOXEN, Ecotoxicology of Aquatic Microorganisms Laboratory, Université du Québec à Montréal, Succ. Centre-Ville, C.P. 8888, H3C 3P8, Montréal, Québec, Canada

The mechanisms of cadmium toxicity to phytoplankton photosynthesis have been extensively studied, but the response mechanisms to combinations of different metal concentrations and different light intensities are not yet well understood. We found that *Synechococcus elongatus* (isolated from the Rio Doce) was not affected by metal concentrations (Fe and Mn) now found in the river, and this might be due to the development of resistance against these metals. However, metals are not alone in the aquatic environment, and other environmental factors may influence metal toxicity on phytoplankton. We showed that cadmium effect on *Synechocystis* PCC6803 was highly influenced growth light intensity. Indeed, if the light intensity is lower than the original growth light, phytoplankton are more likely to survive. This was also true for zinc effect on various phytoplankton species. This higher resistance might be due to the lower metal uptake at lower light intensity. Therefore, the coloured waters (inducing lower light intensity) of the Rio Doce, may be a key factor to decrease the toxicity of metals present in these waters.

Uso da comunidade perifítica para comparação entre sistemas impactados e não impactados pelos rejeitos da Barragem de Fundão

Prof. Dr. Cleber Cunha Figueredo

Universidade Federal de Minas Gerais

Impactos ambientais causam alterações quantitativas e qualitativas no perifíton, comunidade considerada bioindicadora. Dados sobre microrganismos autotróficos dessa comunidade são usados no cálculo de índices que descrevem a qualidade da água. Por responder muito rapidamente às mudanças ambientais, há grande interesse em seu estudo em áreas impactadas, tanto para verificar rapidamente os efeitos do impacto, quanto para avaliar a recuperação do ecossistema. Dentre os microrganismos perifíticos, aqueles que compõem o epilíton (comunidade que cresce sobre rochas) são ideais para avaliações de locais com fluxo intenso. A comunidade autotrófica epilítica foi utilizada para avaliar os efeitos do impacto pelos rejeitos de mineração da Barragem de Fundão, que rompeu em novembro de 2015. Devido à ausência de dados prévios nos pontos amostrados, optou-se por comparar locais não atingidos na mesma região, supondo que a comunidade dos pontos atingidos seria originalmente similar. Para as comparações, foram realizadas 4 amostragens (2 em estações chuvosas e 2 nas secas) em 3 sítios, um no Rio Carmo (área de referência, não impactada), um no Rio Gualaxo do Norte (área altamente impactada) e um no Rio Doce (área impactada, mas com efeitos de diluições por afluentes não impactados). Dez rochas (geralmente quartzo rolado) foram obtidas em cada sítio. O perifíton foi cuidadosamente recolhido por escovação e a superfície da rocha foi medida. Dados de biovolume de cianobactérias e algas por área de rocha foram gerados. Em cada sítio foram ainda colhidas amostras de água em 3 pontos 50 m equidistantes. Foi analisada a composição química (metais e nutrientes) dessas amostras de água, além de algumas variáveis físicas quantificadas *in situ*. Foi observado que, ainda que haja grandes diferenças entre rochas, as diferenças entre sítios de amostragem foram evidentes. A área mais impactada (Gualaxo do Norte) mostrou menor riqueza de espécies e diversidade de Shannon em todas as amostragens, enquanto o Rio Doce foi mostrou maior riqueza no período chuvoso e o Carmo no período da seca. A diversidade foi sempre maior no Rio Doce. A densidade do perifíton epilítico (biovolume/área) também foi menor no rio altamente impactado. A água do ambiente mais impactado mostrou concentrações muito baixas de praticamente todos os elementos analisados, sugerindo um empobrecimento em nutrientes minerais, que pode ter contribuído para a maior restrição ao crescimento do perifíton epilítico autotrófico.

Influência do resíduo de minério de ferro nos sedimentos do Rio Doce após o rompimento da barragem de Mariana (MG)

Eduardo Baudson Duarte¹, Mirna Aparecida Neves¹, Fabricia Benda de Oliveira¹, Diego Lang Burak¹, Caio Vinícius Gabrig Turbay Rangel², Carlos Henrique Rodrigues de Oliveira³

Universidade Federal do Espírito Santo¹

Universidade Federal do Sul da Bahia²

Instituto Federal do Espírito Santo³

As barragens de rejeito da mineração atuam na retenção de materiais descartados nos processos extrativos e de beneficiamento do minério. O rompimento da Barragem de Fundão em Mariana (MG) foi um dos episódios trágico-ambientais de maior magnitude da história do Brasil, quando resíduos provenientes do beneficiamento de minério de ferro foram despejados no Rio Doce de forma abrupta, afetando fauna, flora e contribuindo para o desequilíbrio do sistema fluvial. Os impactos do resíduo do minério de ferro, depositado após o acidente de Mariana na planície aluvionar do Rio Doce, são alvo de estudo neste trabalho, que busca caracterizar a lama e os sedimentos aluviais depositados às margens do rio no trecho entre Aimorés (MG), na divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo, e Regência em Linhares (ES), na foz do rio, na Costa Atlântica. São apresentadas comparações entre as características da lama, dos sedimentos estudados antes do desastre e dos sedimentos coletados após o desastre de Mariana. A pesquisa envolve descrições granulométricas dos sedimentos e dos resíduos por meio de peneiramento e sedígrafo a laser, e da morfologia dos grãos por microscopia eletrônica de varredura. A composição química foi determinada pela técnica de fluorescência de raios-x e a mineralogia das frações areia, silte e argila a partir da técnica de difratometria de raios-x, com a quantificação de fases cristalinas pelo refinamento de Rietveld. O teor de metais pesados foi obtido a partir de eluatos gerados por digestão nítrica e analisados por ICP-OES. Os dados indicam que houve aumento da variabilidade granulométrica dos sedimentos aluviais após o desastre ambiental. Embora sejam comuns ocorrerem heterogeneidades no meio devido à dinâmica fluvial, as análises químicas do material bruto e dos eluatos das amostras pré e pós desastre indicam que houve interferência do resíduo sobre a composição dos sedimentos aluviais. Os altos teores de Fe e Al dos resíduos causaram aumento desses constituintes nos sedimentos pós desastre. Na extração semitotal, além do incremento em Fe e Al, aumentou a concentração de K, Mg, P, Mn, Ti e V. Outros metais que possivelmente entraram no sistema ainda estão em análise. Cabe ressaltar a tendência de influência física dos resíduos no ambiente sedimentar por meio da formação de crostas ferruginosas que impermeabilizam a superfície do terreno e podem gradativamente liberar metais tóxicos ao ficarem expostos às intempéries e ao retrabalhamento fluvial.

Palavras-chave: Rejeito de Mineração, Impacto Ambiental, Sedimentação Fluvial, Geoquímica Ambiental

Sexta sessão | 09 de outubro, 14h - 17h

De Mariana a Brumadinho: atuação do Ministério Público nos recentes desastres ambientais oriundos da mineração

V. Ex.a Rodrigo Caldeira Grava Brazil

ARPA Rio Grande

Abordagem da atuação dos órgãos estatais, em especial do Ministério Público, nos casos de rompimento das barragens de Fundão e da Mina Córrego do Feijão, com enfoque nas áreas socioambiental e socioeconômica. Breve contextualização da atividade minerária e de seu licenciamento ambiental, evoluindo para a apresentação dos impactos gerados pelos desastres em questão e das principais medidas adotadas pelo Ministério Público para buscar a reparação dos danos. Identificação de falhas no sistema de regulação das barragens de rejeitos de mineração em Minas Gerais, que transfere ao empreendedor a responsabilidade por informar a respeito do nível de segurança das estruturas por ele operadas. Explanação sobre a nova Política Estadual de Segurança de Barragens e de campos em que há espaço para evolução normativa e adoção de boas práticas.

O futuro da reabilitação de áreas impactadas pelas atividades da mineração de ferro

Prof. Dr. Eduardo Gusmão Pereira

Universidade Federal de Viçosa

Com o rompimento das barragens de rejeitos ocorridos em Mariana e Brumadinho, diversas pesquisas envolvendo a revegetação das áreas impactadas estão sendo executadas em todo o Brasil. Entretanto, conceitos importantes já bem estabelecidos pela “*Society for Ecological Restoration*” nem sempre são implementados nos estudos da bacia do Rio Doce, o que pode comprometer o futuro dos processos de reabilitação das áreas impactadas. Esta palestra não terá a intenção de descrever qual será o futuro dos processos de reabilitação dessas áreas no Brasil, o que seria impossível. Em vez disso, visa apontar as principais diretrizes e abordagens que poderão ser seguidas nos cenários futuros frente ao aumento dos processos de descomissionamento e fechamento de minas. Será abordado qual a percepção acerca dos estudos que vem sendo desenvolvidos por meio de uma revisão bibliográfica dos artigos publicados nos últimos dez anos. Serão fornecidas informações sobre a escolha correta do ambiente de referência em estudos de reabilitação, sobre quais abordagens são mais promissoras em processos de restauração ambiental dos locais impactados e quais os agentes que efetivamente realizam projetos de reabilitação ambiental em áreas impactadas por mineradoras no Brasil. Um aspecto importante é o estímulo à interação entre os eixos social, político e ambiental do processo de reabilitação de áreas impactadas por mineradoras de ferro. Além disso, serão elencados quais os principais fatores limitantes para a correta implementação de projetos de reabilitação nas áreas degradadas por mineradoras de ferro. A correta aplicação de conceitos e informações fundamentadas no meio científico, poderá contribuir para o sucesso do plano de reabilitação de áreas impactadas por mineradoras de ferro, permitindo maior ganho de biodiversidade e eficiência no processo.

Apoio: CNPq; FAPEMIG; VALE S.A.

Apresentações de Trabalhos (pôsteres)

Condicionamento físico e físico-químico de solo afetado pelo rompimento da barragem de Fundão, no crescimento do Tifton 85

Pedro Henrique de Castro Borges¹, Mariany Isabela Soares Domingues¹, Pedro Antônio Namorato Benevenuto¹, Érika Andressa da Silva¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹, José Oswaldo Siqueira¹

Universidade Federal de Lavras¹

Após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana, MG, cerca de 55-62 milhões de metros cúbicos de rejeito de minério foram lançados na bacia do Rio Doce. Os solos afetados pelo rejeito apresentaram seus atributos drasticamente alterados, reduzindo, por exemplo, a capacidade de infiltração, armazenamento e drenagem de água. Essas alterações têm afetado restabelecimento dos serviços ecossistêmicos e dificultam o processo de reabilitação nesses tecnossolos. Atualmente é possível encontrar nas áreas afetadas, dentre várias espécies vegetais, pastagens estabelecidas com o cultivo de tifton, uma gramínea estolonífera que apresenta crescimento rápido e boa rusticidade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do condicionamento físico e físico-químico do tecnossolo afetado pelo rompimento da barragem de Fundão, no crescimento do Tifton 85. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras. A matriz experimental utilizada foi um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com tratamentos distribuídos em arranjo fatorial (4x4) +1, sendo o primeiro fator composto por diferentes condicionadores de solo (areia, vermiculita, serragem e composto orgânico), o segundo fator correspondente às doses aplicadas dos condicionadores (5, 10, 25 e 50% v/v), além de um tratamento adicional, correspondente ao tecnossolo impactado pelo rejeito de mineração, sem condicionamento. O tecnossolo utilizado foi coletado às margens do rio Gualaxo do Norte acondicionado em vasos de 2 dm³ e realizado o plantio do Tifton 85, conduzido por 150 dias, avaliando, a cada 30 dias, à 10 cm de altura a massa seca da parte aérea (MSPA). Para análise dos dados foi feita análise de variância e regressão. Os resultados obtidos mostraram que a adição de condicionadores de matriz orgânica no solo, como a serragem e o composto orgânico provocaram efeito negativo no crescimento do Tifton 85 e que a vermiculita proporcionou melhor condições físicas para o crescimento vegetal, em relação aos demais condicionadores avaliados. Portanto a aplicação de vermiculita pode auxiliar no estabelecimento inicial do Tifton 85 no tecnossolo.

Palavras-chave: Tecnosolo, vermiculita, reabilitação de solo, impacto ambiental, Rio Doce

Desempenho de espécies arbóreas tropicais crescidas no rejeito de minério de ferro em ambientes de luz contrastante

Talita Raissa Silva dos Santos¹, Leilane Carvalho Barreto¹, Leandro Rodrigues Duarte², Queila Souza Garcia¹

Universidade Federal de Minas Gerais¹

Instituto Espinhaço Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental²

O rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, ocorrido no município de Mariana (MG), suprimiu grande extensão de vegetação típica do bioma Mata Atlântica, contribuindo para a degradação da bacia do rio Doce. Visando a restauração futura das áreas afetadas pelo rejeito, este estudo utilizou quatro espécies de arbóreas tropicais, com diferentes características sucessionais, para investigar sua capacidade de adaptação a ambientes contrastantes de luminosidade. As espécies avaliadas foram *Cybistax antisyphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Fabaceae), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Bignoniaceae) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae). As plantas cresceram em viveiro por 90 dias sob 100%, 70%, 50% e 30% de irradiação solar. Foram avaliados o diâmetro do colo, altura da parte aérea, área foliar específica (AFE), massa seca, concentração de pigmentos, fluorescência da clorofila, peroxidação lipídica, concentração de peróxido de hidrogênio e atividade de enzimas do sistema antioxidante. Com relação aos parâmetros de crescimento, *C. antisyphilitica* apresentou melhor desempenho nos tratamentos de 30% e 50% de luz, *P. dubium* e *C. langsdorffii* sob 50% e 100% de luz e *H. impetiginosus* nos tratamentos entre 30% e 70%. De maneira geral, a AFE foi maior nos tratamentos entre 30 a 70% de luminosidade. Os valores das concentrações de pigmentos encontrados estão dentro dos limites normais para folhas fisiologicamente ativas e não houve diferenças significativas entre os tratamentos, exceto para *H. impetiginosus*, que apresentou maior razão Carotenoides/Clorofila total na condição de 100% de luz. O rendimento quântico potencial do fotossistema II não variou entre os tratamentos, indicando que não houve fotoinibição. As análises bioquímicas mostraram que não houve produção de peróxido de hidrogênio e tampouco ocorreu peroxidação lipídica nas folhas e raízes, não havendo, conseqüentemente, alteração na atividade das enzimas avaliadas. Nossos resultados revelaram que as espécies estudadas não apresentaram o padrão geral esperado para os grupos ecológicos, indicando adaptações foliares específicas às condições de crescimento. A amplitude de respostas ecofisiológicas observada sob condições contrastantes de luminosidade aponta que as espécies apresentam características que favorecem o crescimento sob as condições encontradas em seu ambiente natural e podem ser utilizadas na restauração da área atingida pelo rejeito.

Palavras-chave: Restauração, Grupos sucessionais, Fotossíntese, Crescimento, Sol e sombra

Produtividade de forrageiras cultivadas em rejeito de minério de ferro

Humberto Araújo de Almeida¹, Isabela Goulart Custódio², Decio Karan², Queila Souza Garcia¹

Universidade Federal de Minas Gerais¹

Embrapa²

O rejeito de minério de ferro proveniente do rompimento de barragens de contenção é pobre em nutrientes essenciais ao crescimento de plantas, com exceção de Fe e Mn, os quais estão presentes em grande quantidade. Além disso, este material possui baixa capacidade de infiltração, o que dificulta a drenagem. Um dos grandes desafios atuais é a reconstrução dos ecossistemas destruídos, bem como o estabelecimento de estratégias de uso para o rejeito. O Brasil atualmente possui um dos maiores rebanhos bovinos do mundo, havendo uma grande demanda pela produção de forragem, inclusive na região onde encontra-se depositado o rejeito de minério de ferro proveniente do rompimento da barragem de Fundão (Mariana, MG). Dessa forma, objetivou-se com este estudo analisar o desempenho de duas espécies forrageiras crescendo neste substrato. Para o cultivo das plantas de crotalária (*Crotalaria retrusa*) e braquiária (*Brachiaria* sp.) foi utilizado rejeito de minério de ferro coletado às margens do Rio Gualaxo do Norte, município de Barra Longa, MG e solo de uma área neutra, isenta de resíduos da atividade mineradora (controle). A análise química dos substratos confirmou que o rejeito é pobre em nutrientes e tem altas concentrações de Fe e Mn. Para o plantio foi utilizada uma mistura de substrato e areia lavada em uma proporção de 3:1, sendo ambos previamente fertilizados com NPK. O desenvolvimento das espécies em ambos os substratos foi avaliado utilizando os parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, taxa de crescimento relativo, produtividade de biomassa, rendimento quântico potencial do fotossistema II (Fv/Fm) e teores de pigmentos fotossintetizantes. A produção de biomassa de braquiária foi inferior quando cultivada no rejeito (P<0,05). Os atributos morfológicos e fisiológicos da braquiária não diferiram significativamente entre os tratamentos (P>0,05). A crotalária, por outro lado, apresentou taxa de crescimento relativo (P=0,04), conteúdo de clorofila b (P=0,04) e razão clorofila/carotenoides (P=0,02) significativamente superiores quando cultivada no rejeito. Elucidamos a possibilidade de cultivo de forrageiras no rejeito de minério de ferro (Mariana-MG), sendo a crotalária mais produtiva nesse substrato, em comparação a braquiária.

Palavras-chave: Fertilização, Fv/Fm, Produção de biomassa, Forragem.

Diferentes formas de produção de Inoculante de fungos micorrízicos arbusculares nativos e seu efeito no crescimento de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. em rejeito da mineração de Ferro

Joana Junqueira Carneiro¹, Filipe Sales Naves¹, Éder Rodrigues Batista¹, Aline Oliveira Silva¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹

*Universidade Federal de Lavras*¹

Visando a restauração ecológica da área afetada pela deposição de rejeito oriunda do rompimento da barragem de Fundão, Mariana-MG, foram testados diferentes inoculantes de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) na produção de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (angico-cangalha/angico-amarelo). O experimento consistiu de 3 tratamentos: Sem inoculação de FMAs (NI); aplicação de um solo-inóculo coletado em área onde houve deposição de rejeito de mineração de ferro revegetada com plantas herbáceas, denominado "IC" (inóculo do campo) com cerca de 21 esporos g.solo-1 e solo-inóculo produzido em cultivo armadilha em casa de vegetação utilizando *Urochloa decumbens* como cultura hospedeira, denominado "IA" (inóculo-armadilha), que apresentava 8 esporos g.solo-1. Aplicou-se aproximadamente 150 esporos por tubete. O substrato para os tubetes foi composto de casca de arroz carbonizada, fibra de coco e esterco bovino. O delineamento foi inteiramente casualizado com 5 parcelas e 12 plantas por parcela. Aferiu-se parâmetros de crescimento como altura, diâmetro do coleto e número de folhas e a sobrevivência das mudas no viveiro em duas épocas 60 e 120 dias. Aos 210 dias, foram amostradas quatro plantas por parcela para obtenção da altura, diâmetro e número de folhas final, pesagem da matéria seca de raiz (MSR) e parte aérea (MSPA) e separação de raízes finas para determinação da taxa de colonização por FMAs. Foi feita comparação das médias pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

Palavras-chave: Reabilitação, Microorganismos, Arbórea Nativa.

Húmus de minhoca otimiza o crescimento de milho, milho e sorgo cultivados em rejeitos de mineração

Gisele de Fátima Esteves¹, Leticia Aparecida Bressanin¹, Kamila Rezende Dázio de Souza¹, José Ricardo Mantovani², Moacir Pasqual³, Thiago Corrêa de Souza¹

Universidade Federal de Alfenas¹

Universidade José do Rosário Vellano²

Universidade Federal de Lavras³

O rompimento da barragem do Fundão, na região de Mariana-MG, levou ao extravasamento de rejeitos que se depositaram sobre a cobertura original. Com isso, ocorreu a formação de uma crosta espessa devido ao seu ressecamento, dificultando, assim, o processo de revegetação natural. Fertilizantes orgânicos são utilizados para diminuir o adensamento de partículas do solo, sendo um dos mais utilizados o húmus de minhoca. Desse modo, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos da adição de húmus de minhoca ao rejeito proveniente do extravasamento da barragem supracitada, sobre plantas de milho, milho e sorgo. O experimento foi conduzido em casa de vegetação e teve duração de 128 dias, utilizando-se vasos com capacidade de 6 dm³. As plantas foram submetidas a três tipos de substratos: 100% de rejeito, 80% de rejeito e 20% de húmus e solo de referência da região. Ao final do experimento, foram realizadas as análises bioquímicas de parte aérea e raiz (prolina, açúcares solúveis totais e açúcares redutores), biomassa seca das plantas, volume e área superficial de raízes. Observou-se que o cultivo das plantas em rejeito aumentou o teor de prolina na parte aérea, que foi reduzido pela adição de húmus em todas as culturas. Por outro lado, nas raízes, com exceção do milho, o rejeito por si diminuiu o teor de prolina. Tanto para milho e milho, não houve diferença entre os tratamentos rejeito e rejeito mais húmus no que tange os açúcares solúveis totais na parte aérea, enquanto que no sorgo, o teor desses açúcares foi superior no tratamento de rejeito. No caso das raízes, pouca variação foi observada em milho e sorgo, enquanto que no milho a adição de húmus aumentou o teor dos açúcares solúveis totais. Em referência aos açúcares redutores, na parte aérea observou-se menor teor no milho sob solo e no sorgo sob rejeito mais húmus; diferentemente, na raiz, a adição de húmus aumentou o teor de açúcares redutores em relação ao tratamento rejeito. Por fim, a adição do húmus aumentou a biomassa seca de parte aérea e raiz, assim como a área superficial e o volume de raízes em relação aos demais tratamentos. Dessa forma, de maneira geral, a adição de húmus mitigou o estresse induzido pelo rejeito, uma vez que a composição do húmus auxiliou na melhor estruturação do substrato e pode ter sido fonte de nutrientes para o rejeito, proporcionando maior crescimento das plantas.

Palavras-chave: Compactação, Fisiologia Vegetal, Açúcares, Metabolismo, Crescimento

Anatomia foliar de *Handroanthus* spp. cultivadas em rejeito de mineração

Ana Livia Martins Scarpa¹, Filipe Almendagna Rodrigues¹, Moacir Pasqual¹, Fabricio José Pereira²

Universidade Federal de Lavras¹

Universidade Federal de Alfenas²

Na região afetada pelo derramamento de lama em Mariana-MG, a superfície do solo foi recoberta pelo rejeito de mineração, portanto, as plantas que possivelmente possam recolonizar esta área não teriam acesso ao solo. Assim, a identificação de espécies arbóreas nativas tolerantes para a revegetação dessas áreas é vital para o sucesso deste processo. Segundo a literatura, espécies vegetais submetidas à esse tipo de estresse têm vários mecanismos de tolerância relacionados a um conjunto de fatores morfológicos, anatômicos, e modificações fisiológicas. Dessa forma, o presente estudo foi conduzido no intuito de avaliar características anatômicas foliares de duas espécies de *Handroanthus* spp. cultivadas diretamente no rejeito de mineração proveniente deste derramamento de lama. O delineamento experimental foi em esquema fatorial 2x2, com 6 repetições. As plantas de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose (Ipê amarelo) e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Ipê roxo) foram cultivadas em dois substratos, areia e rejeito de minério, mantidos em capacidade de campo. Aos 45 dias de desenvolvimento, as folhas foram coletadas, fixadas e armazenadas em etanol 70%. Os cortes transversais foram realizados por meio de técnicas usuais em anatomia vegetal. As lâminas confeccionadas foram observadas em microscópio de luz, acoplado com câmera de captura e as fotomicrografias foram utilizadas para obtenção dos dados quantitativos. Foram avaliadas as espessuras das células epidérmicas de ambas as faces e as espessuras do parênquima paliádico e esponjoso. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e a comparação das médias pelo teste de Scott-Knott, para $P < 0.05$.

Palavras-chave: Reflorestamento, Ipê amarelo, Ipê roxo, Mariana-MG

Condicionamento fisiológico de sementes de girassol cultivadas em gradientes de rejeito de mineração de ferro

Victor Navarro da Silva¹, Lucas Gomes Brozeguini¹, Ludmila da Silva Bastos¹, Rafael Agostinho Ferreira¹, Aline Aparecida Silva Pereira¹, Elisa Monteze Bicalho¹

Universidade Federal de Lavras¹

O uso de plantas na recuperação de áreas degradadas por mineração é uma alternativa que gera menos impactos e de menor custo financeiro. Sendo o girassol (*Helianthus annuus L.*) uma espécie caracterizada por seu alto potencial hiperacumulador, por resistir a diferentes condições edafoclimáticas e por apresentar um eficiente sistema antioxidante, esta é uma espécie considerada com alto potencial de restauração de áreas impactadas. O condicionamento em sementes (priming) é uma técnica que visa garantir a melhoria na germinação destas e no estabelecimento de plântulas normais em diferentes condições de campo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi investigar se sementes de girassol pré-condicionadas com peróxido de hidrogênio (H₂O₂) apresentam melhoria na germinação e no estabelecimento de plântulas em diferentes gradientes de rejeito de mineração de ferro proveniente do rompimento da barragem do Córrego do Feijão (Brumadinho). O experimento foi conduzido contendo 4 tratamentos com 4 repetições com 27 sementes em cada, sendo os tratamentos T1 e T2 constituídos por sementes embebidas em água por 8 horas semeadas em caixa de germinação contendo o gradiente de rejeito de mineração de ferro na proporção 1:1 de rejeito e areia o T1 e T2 em gradiente 1:2 de rejeito e areia; os tratamentos T3 e T4 foram constituídos por sementes embebidas em solução de H₂O₂ em concentração de 600µM por 8 horas e semeadas também em caixa de germinação contendo o gradiente de rejeito de mineração de ferro na proporção 1:1 de rejeito e areia e 1:2 de rejeito e areia. Após 24h da semeadura, foi realizada a contagem de germinação e 2 sementes recém germinadas de cada tratamento foram coletadas para quantificação de H₂O₂ e estimativa da peroxidação lipídica. Ao quarto dia após a germinação foi realizada a contagem de plântulas normais. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas quanto à germinação, estabelecimento de plântulas e níveis de H₂O₂ entre si. Todavia, a maior estimativa de peroxidação lipídica, que indica dano oxidativo, foi verificada no T3 em relação aos outros tratamentos. Conclui-se que o T3 apresentou maior estimativa de peroxidação lipídica devido ao fato deste possuir maior capacidade de campo em relação aos demais, reduzindo a precipitação da água e dos demais elementos presentes no rejeito de mineração de ferro.

Palavras-chave: Barragem, Plântulas, Estresse oxidativo, Germinação, Revegetação

Disponibilidade de metais pesados em Tecnosolo formado por rejeito de mineração de ferro submetido à variação de pH

Ana Paula Valadares da Silva¹, Aline de Jesus Franco¹, Jessyca Adriana Gomes Florêncio da Silva¹, Eder Rodrigues Batista¹, Carolina Ozorio Carrico¹, Marco Aurélio Carbone Carneiro¹

Universidade Federal de Lavras¹

Após o impacto do rompimento da barragem do Fundão em Mariana-MG, uma grande quantidade de rejeito foi depositada ao longo das margens dos rios na bacia do Rio Doce. Essa deposição provocou uma mistura entre solo e rejeito dando origem a um Tecnosolo. As características e danos causados por essa sobreposição de rejeito vêm sendo objeto de estudo de vários grupos de pesquisa. Uma das propriedades químicas desse Tecnosolo é sua natureza alcalina, em decorrência das substâncias adicionadas (hidróxido de sódio, amina e amido) no processo de extração do ferro. No entanto, desde o rompimento da barragem o Tecnosolo vem sofrendo diminuição em seu pH e as consequências dessa alteração ainda são desconhecidas. Dessa forma, o presente estudo visa identificar quais os efeitos da redução de pH sob a disponibilidade de metais pesados. A coleta do Tecnosolo foi realizada em fevereiro de 2019 em área atingida pelo rejeito, às margens do rio Gualaxo do Norte no distrito de Paracatu de Baixo, Mariana - MG. O Tecnosolo foi acidificado com crescentes doses de ácido nítrico (0,016; 0,033; 0,065; 0,130; e 0,195 mol L⁻¹) a 70% do volume de poros preenchidos, a fim de atingir pHs (6, 5, 4, 3 e 2), incubado por um período de 30 dias, com cinco repetições. Após este período foi determinado Ni, Cr, Cd, Pb, Cu, Zn, Mn, Fe e As por extrator Mehlich 1, considerados como disponíveis. Os resultados foram submetidos a análises de regressão polinomial quadrática das crescentes doses de ácido. Os dados obtidos foram comparados com os Valores de Referência de Qualidade dos Solos para o Estado de Minas Gerais segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 166/2011. Com a redução do pH houve uma pequena variação na disponibilidade de Cr, Cd, Cu, Zn e Fe (catiônicos) aos 30 dias de incubação. Já para Pb, Ni e Mn (catiônicos) a redução do pH favoreceu a maior disponibilidade, enquanto que a disponibilidade de As (aniônico) reduziu com aumento do pH. Apesar do aumento na disponibilidade de alguns metais pesados não foram observados valores disponíveis acima dos preditos pela Legislação Brasileira. A redução do pH não demonstrou riscos quanto a disponibilidade de metais pesados no Tecnosolo de Mariana.

Palavras-chave: Barragem do Fundão, Bacia do Rio Doce, pH.

Potencial de acúmulo de cromo e cádmio pela gramínea nativa *Paspalum densum* em ambiente com excesso de ferro

Rui Tarciso Barbosa Junior¹, Tiago Magno B. Ferreira¹, Eduardo Gusmão Pereira¹

Universidade Federal de Viçosa¹

A fitorremediação tem se mostrado uma alternativa viável na recuperação ambiental de áreas degradadas por mineradoras e contaminadas por metais pesados. O trabalho buscou determinar o potencial de acúmulo de cromo (Cr) e cádmio (Cd) pela gramínea nativa *Paspalum densum* e suas interações em meio com excesso de Fe. Após período de aclimação, a gramínea foi exposta por nove dias aos tratamentos controle, com excesso de Cd (20 mg/L), de Cr (20 mg/L), ou à combinação de Cd (20mg/L) + Cr (20 mg/L) aplicados em solução nutritiva de Hoagland (pH 5,0-5,5) com a presença de Fe em excesso (7,0 mM) ou em concentrações adequadas (0,019 mM). O experimento foi montado em esquema fatorial 4 (combinação dos metais) x 2 (concentração de Fe) em blocos casualizados, sendo cinco repetições para cada tratamento. Foram avaliados os teores de Fe, Cr e Cd nas folhas e raízes de *P. densum*, bem como as trocas gasosas, o índice de clorofila e a eficiência quântica máxima do fotossistema FS II (Fv/Fm). Ocorreu acúmulo significativamente menor de Cr (108 - 186 mg kg⁻¹) na parte aérea quando cultivada no meio com excesso de Fe (7,0 mM), independentemente da interação do Cr com o Cd. Nas raízes, também foi observado maior absorção de Cr quando as plantas foram expostas a este metal (3.336 - 4.188 mg kg⁻¹), entretanto, somente ocorreu redução significativa no meio Fe 7,0 mM quando combinado com os tratamentos com Cr e Cd. O acúmulo de Cd nas raízes (103 - 123 mg kg⁻¹) e parte aérea (38 - 52 mg kg⁻¹) apresentou menores valores no meio com excesso de Fe (7,0 mM) em relação ao controle. A presença de Cd na solução nutritiva com Fe 7,0 mM não afetou as variáveis de trocas gasosas (A, gs e E), Fv/Fm e clorofilas. Entretanto ocorreu redução significativa para os tratamentos com a presença de Cr, independentemente das concentrações de Fe no meio. Ocorreu atenuação dos efeitos tóxicos do Cr e Cd sobre o índice de clorofila e Fv/Fm nos tratamentos com excesso de Fe. *P. densum* apresentou resposta hiperacumuladora para o Cr, entretanto foram observados danos à homeostase da espécie nas doses aplicadas. A gramínea apresentou maior tolerância quanto ao Cd, mesmo com acúmulo superior a 10 mg kg⁻¹. Pode-se concluir que *P. densum* apresenta potencial fitorremediador para os metais na presença de Fe. Entretanto, é necessário avaliar previamente os níveis de contaminação nas áreas a serem recuperadas.

Palavras-chave: Fitorremediação, Fotossíntese, Metais pesados, Mineração

Respostas fotossintéticas de gramíneas nativas expostas a altas concentrações de ferro e déficit de nitrogênio

Gustavo Resende Rios¹, Isadora Rodrigues Medina¹, Eduardo Gusmão Pereira¹

Universidade Federal de Viçosa¹

Paspalum densum e *Setaria parviflora* são gramíneas importantes para planos de revegetação de áreas degradadas por mineradoras, pois são nativas da América tropical e apresentam tolerância ao excesso de ferro (Fe). Atividades de mineração de Fe, resultam no aumento nos teores do metal nos estéreis e rejeitos, associado com a escassez de nutrientes, principalmente de nitrogênio (N). O objetivo do trabalho foi compreender como as respostas fotossintéticas das duas espécies de gramíneas são afetadas pela ausência de N e excesso de Fe em solução nutritiva. O experimento foi conduzido em blocos casualizados em esquema fatorial 2x2 com 5 repetições, sendo o primeiro nível referente às concentrações de ferro (controle: 0,019 mM e 7 mM) e o segundo nível para as concentrações de nitrogênio (controle: 15 mM e ausência de N: 0 mM). Os teores de Fe nas folhas de *P. densum* e *S. parviflora* após 20 e 13 dias, respectivamente, apresentaram valores acima do limite fitotóxico quando as plantas foram expostas ao excesso de Fe. O excesso de Fe desencadeou redução na absorção de N, levando alterações nos processos fisiológicos das duas espécies, porém com menores valores em *P. densum*. As duas espécies apresentaram decréscimo na taxa fotossintética em função da menor condutância estomática quando expostas ao déficit de N e excesso de Fe. Embora tenha ocorrido maior concentração de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em *P. densum* nos tratamentos com déficit de N e excesso de Fe, não houve danos oxidativos, como evidenciado pelos valores de malonaldeído (MDA). Em *S. parviflora* o aumento na concentração de Fe resultou nos menores valores de H₂O₂, contudo, sem diferença significativa para o MDA. Os resultados evidenciam que a redução na fotossíntese em resposta ao déficit de N e excesso de Fe nas gramíneas em função do fechamento estomático, não resulta em danos oxidativos severos que comprometam seu estabelecimento em áreas mineradas.

Palavras-chave: Fotossíntese, mineração, *Paspalum densum*, Ecofisiologia, *Setaria parviflora*

Lama do beneficiamento de rochas ornamentais: resíduo ou rejeito?

Mirna A. Neves¹, Lorainy Viana Domingues¹, Eduardo Baudson Duarte¹, Simone P. Taghuchi²

Universidade Federal do Espírito Santo¹

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro²

O Estado do Espírito Santo é importante produtor de rochas ornamentais, destacando-se inclusive no mercado internacional como o principal exportador brasileiro. O corte de blocos rochosos para compor placas de revestimento e o polimento dessas chapas gera grande quantidade de um material lamoso, composto por pó de rocha, fragmentos de aço, cal e água ou apenas pó de rocha e água, a depender do tipo de tecnologia. A composição do resíduo gerado a partir do descarte da lama varia em função do tipo de rocha processada, dos insumos utilizados e tipo de beneficiamento, sendo que suas características mostram potencial de uso em diversos setores industriais. Neste trabalho, apresenta-se os resultados gerados em vários anos de pesquisa voltada para o potencial destes materiais de causar alterações ambientais nos locais de disposição, bem como de sua aplicabilidade em outros setores produtivos. Os estudos foram conduzidos em depósitos selecionados em Cachoeiro de Itapemirim (ES), por sondagem a trado para coleta de amostras de solo e água para avaliação de possíveis alterações ambientais. Também foram conduzidas análises laboratoriais em colunas de solo buscando identificar a liberação de elementos e substâncias químicas a partir de diferentes tipos de resíduo para o solo e para a água de percolação. Amostras de resíduos coletadas nos depósitos passaram por testes de lixiviação e solubilização conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas, além de testes para fabricação de produtos cerâmicos. Os resultados mostram que os materiais descartados são não-perigosos e não-inertes. Não foram identificadas alterações expressivas na qualidade do solo e da água nos locais estudados. Constatou-se que os materiais descartados possuem características semelhantes ao minério e podem ser aproveitados como matéria-prima para fabricação de cerâmica vermelha. Seguindo os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, muitos materiais que são atualmente considerados “rejeitos” de mineração constituem na verdade “resíduos”, já que conforme consta na legislação, eles ainda podem ser utilizados em outros processos produtivos, bastando para tal uma gestão adequada, ferramentas políticas para estimular o aproveitamento e educação ambiental dos produtores e consumidores. Este trabalho evidencia que a problemática dos resíduos de mineração reside essencialmente na falta de gestão dos materiais que são atualmente descartados sem considerar a viabilidade de aproveitamento futuro.

Palavras-chave: Mineração, Impacto Ambiental, Aproveitamento, Subproduto, Sustentabilidade

Potencial de espécies forrageiras na revegetação de áreas impactadas por mineradoras de ferro

Ana Maria Oliveira Ferreira¹, Marina Mariá Pereira¹, Geovane da Silva Dias¹, Josyelem Tiburtino Leite Chaves¹, Vivian Andrea Coy Rodriguez¹, Elisa Monteze Bicalho¹

Universidade Federal de Lavras¹

Espécies forrageiras como, *Crotalaria spectabilis* e *Raphanus sativus* são indicadas para a adubação verde. Essas plantas possuem um sistema radicular vigoroso e ramificado, capaz de atingir grandes profundidades, possibilitando o rompimento de camadas compactadas do solo presentes em áreas afetadas pela mineração. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi comparar o desempenho germinativo de sementes e o estabelecimento de plântulas de espécies forrageiras em rejeito de mineração de ferro e outros substratos. Foram utilizadas sementes de *C. spectabilis*, e *R. sativus* cv. IPR 116. O teste de germinação foi realizado em germinadores do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), em temperatura alternada de 20-30 °C e com fotoperíodo de 8/16 horas. As sementes foram distribuídas nos seguintes substratos: rolo de papel (RP), rejeito de minério de ferro proveniente do rompimento da barragem do Córrego do Feijão em Brumadinho (RE), fibra de coco (FC) e solo + areia (2:1) (SO). Foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), comprimentos da parte aérea (PA), raiz (R) e total (T), matéria fresca (MF) e matéria seca total (MS) de plântulas. A germinação de *R. sativus* foi semelhante nos diferentes substratos. Contudo, o estabelecimento de plântulas dessa espécie foi significativamente influenciado pelo tipo de substrato utilizado, sendo os maiores comprimentos obtidos para: PA (7,09 cm) no substrato FC; raiz (11,51 cm) e comprimento total (16,30 cm) no RP. As plântulas de *R. sativus* cultivadas em RE, SO e FC acumularam maiores quantidades de MS em comparação às cultivadas no RP. O desempenho germinativo de *C. spectabilis* foi superior quando se utilizou SO e inferior com o RE. No estabelecimento de plântulas somente o acúmulo de MF foi influenciado pelos substratos. Dessa forma, pode-se concluir que *R. sativus* comparado com *C. spectabilis*, apresentou melhor desempenho germinativo e estabelecimento de plântulas quando semeadas no rejeito, o que possibilita seu uso para recuperação de áreas contaminadas por minério de ferro.

Palavras-chave: *C. spectabilis*, *R. sativus*, Germinação, Estabelecimento, Plântula.

***Polygonum hydropiperoides* possui potencial alelopático que inviabilize seu uso na revegetação de áreas impactadas pelo rompimento de barragem de rejeitos?**

Camilla Oliveira Rios¹, Paulo Antônio Pimentel², Eduardo Gusmão Pereira²

Universidade Federal de Minas Gerais¹

Universidade Federal de Viçosa²

Polygonum hydropiperoides Michx. (Polygonaceae) é uma erva que foi observada crescendo vigorosamente e sobre a lama de rejeitos após o rompimento da barragem da mina Córrego do Feijão em Brumadinho, MG. Tal fato despertou interesse quanto à sua possível utilização para revegetação da área afetada. Entretanto, para o uso de espécies promissoras em técnicas de revegetação são necessários estudos sobre suas propriedades alelopáticas. Diante disso, o objetivo do trabalho foi determinar a ocorrência de efeitos alelopáticos de *P. hydropiperoides* sobre a germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). Folhas de *P. hydropiperoides* foram coletadas em maio de 2019 sobre a lama de rejeito às margens do Rio Paraopeba. As folhas foram lavadas e posteriormente foram secas em estufa à temperatura de 65°C até massa constante. O material vegetal seco foi triturado, e obtidos extratos etanólico e aquoso. O extrato aquoso consistiu na fervura de uma parte de material vegetal para cinco partes de água destilada durante 5 minutos e posterior filtragem em papel filtro. Obteve-se o extrato etanólico a partir de uma parte do material vegetal colocada em infusão com cinco partes de etanol 80%, refrigerado por 24 horas, e posterior filtragem. Em placas de Petri de 9 cm de diâmetro forradas com duas folhas de papel filtro, foram aplicados 3 mL de extrato etanólico ou de aquoso. Após a evaporação dos solventes em temperatura ambiente, o papel filtro foi umedecido com 3 mL de água deionizada. O tratamento controle (sem adição de extrato foliar) consistiu apenas de água deionizada. As sementes de *L. sativa* (cv. Regina), foram obtidas em comércio local. O desenho experimental constituiu-se de três tratamentos (controle, extrato aquoso e etanólico); sendo cada placa de Petri considerada uma unidade experimental. Foram colocadas 50 sementes em cada placa, sendo 8 repetições por tratamento. A germinação foi conduzida em germinador, com temperaturas alternadas entre 30/20°C (dia/noite) e fotoperíodo de 12 horas. Os papéis filtro foram mantidos úmidos por meio de regas diárias com água deionizada. Foram realizadas diariamente avaliação das sementes germinadas, considerando a protusão radicular. Não houve diferença significativa para o percentual de germinação das sementes de alface expostas ao extrato etanólico (97,25%), aquoso (95,5%) e controle (98%). Conclui-se que a espécie estudada não apresenta produção significativa de aleloquímicos em suas folhas, que possam eventualmente inviabilizar a

germinação e crescimento de outras espécies vegetais no processo de revegetação da área atingida pelo rompimento de barragens de rejeito.

Palavras-chave: Barragem de Rejeito, Mineração, Erva de bicho, alelopatia

Protocolo para superação de dormência em sementes de saboneteira (*Sapindus saponaria* L.)

Leandro Rodrigues Duarte¹, Daniela Moreira Duarte Herken¹, Débora Moreira Carvalho¹, Bethânia de Oliveira e Silva¹, Paula Fabiane Alonso de Campos¹

Instituto Espinhaço Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental¹

Sapindus saponaria L., popularmente conhecida como saboneteira é uma espécie arbórea pertencente à família Sapindaceae, ocorre em grande parte do Brasil nos biomas Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia e Pantanal e, por isso, espécie muito utilizada para revegetação de áreas destinadas à recuperação ou restauração, bem como na arborização urbana. As sementes são duras e apresentam dormência física, com baixa porcentagem de germinação inicial. A escarificação com lixa e imersão em H₂SO₄ são os métodos mais utilizados; contudo, para produção em escala, essa metodologia é insegura por envolver ácido. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar uma metodologia prática, barata e eficaz para superação da dormência. O experimento foi conduzido no viveiro de mudas nativas do Instituto Espinhaço em Sete Lagoas-MG. Os tratamentos foram: 1) sementes intactas, 2) sementes com tegumento rompido naturalmente, 3) sementes com tegumento rompido após imersão em H₂O alternado de exposição ao sol e 4) sementes com tegumento intacto após imersão em H₂O alternado de exposição ao sol. Após os tratamentos, 4 repetições de 24 sementes foram colocadas em tubetes contendo substrato comercial sob sombrite 70%, irrigadas periodicamente. Foi analisada a taxa de emergência, o tempo para emergência de 50% das sementes e índice de velocidade de emergência. Os resultados demonstraram que o tratamento 3, com alternância entre imersão em H₂O e exposição ao sol mostrou-se estatisticamente superior aos demais tratamentos, mostrando-se um método simples, de baixo custo e eficaz para a produção em escala.

Palavras-chave: Produção de mudas, Dormência, Germinação, Restauração, Sapindaceae

Uso da porcentagem de germinação (G%) e índice de velocidade de germinação (IVG) para a produção de mudas arbóreas nativas em larga escala

Débora Moreira Carvalho¹, Leandro Rodrigues Duarte¹, Paula Fabiane Alonso de Campos¹, Bethânia de Oliveira e Silva¹, Felipe Xavier¹

Instituto Espinhaço Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental¹

Em decorrência da degradação ambiental, uso desordenado do solo e alterações de paisagens naturais, tornam-se necessárias ações de conservação e recuperação de remanescentes florestais, para isso, a produção de mudas nativas é essencial. A demanda por mudas nativas dos biomas Mata Atlântica e Cerrado tem aumentado significativamente tanto pela valoração das espécies quanto pela necessidade de recuperação de áreas degradadas. Para atender a demanda do mercado e atuar ativamente na conservação *ex situ* de espécies ameaçadas, a coleta, processamento e armamento de sementes e a produção de mudas são realizados em viveiros. Em decorrência ao uso de diversas espécies, os viveiros deparam-se com diferentes problemas como informações insuficientes em literatura, germinação irregular e dispersão de embriões imaturos ou mortos em um lote de sementes, fazendo-se necessário o emprego de testes e técnicas voltadas à otimização de processos. Com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas produzidas e reduzir o tempo de espera para germinação o Instituto Espinhaço Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental elaborou uma metodologia de coleta de sementes que garante a qualidade fitossanitária e genética de cada lote. Após o processamento das sementes nos viveiros os lotes são testados. Utiliza-se o teste de germinação e índice de velocidade de germinação conforme com o objetivo de otimizar o processo de produção de mudas. Os testes realizados foram conduzidos em uma câmara germinadora tipo BOD à 25°C e fotoperíodo de 18/6 horas, com duração de 45 dias. Em um período de 12 meses, foram testados 90 lotes de sementes de diferentes espécies dos biomas Mata Atlântica e Cerrado. As interpretações dos resultados obtidos permitem o emprego de técnicas antes da semeadura como o tratamento para superação de dormência, quantidade de sementes depositadas por embalagem e recipiente utilizado (embalagens individuais em lotes com germinação acima de 60% e sementeiras em lotes com germinação abaixo de 50%). O uso IVG reduz o tempo de espera de plântulas emergentes e permite que as bancadas sejam melhor utilizadas, favorecendo a produção de mudas arbóreas nativas em larga escala.

Palavras-chave: Conservação, Restauração florestal, Mudas Nativas, Recuperação de áreas

Análise de Crescimento e Desenvolvimento no campo de cinco espécies arbóreas de diferentes grupos sucessionais

Felipe Augusto Fernandes de Oliveira¹, Daniela Moreira Duarte Herken¹, Felipe Xavier¹

Instituto Espinhaço Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental¹

O tamanho correto de mudas florestais nativas levadas a campo para plantio direto é assunto que diverge opiniões, sendo as mudas de tamanhos maiores as mais indicadas devido o pressuposto de que essas se desenvolvem melhor em campo. O objetivo desse experimento é avaliar o desenvolvimento de cinco espécies florestais nativas, Dedaleiro (*Lafoensia pacari*), Mulugú (*Erythrina mulungu*), Mutambo (*Guazuma ulmifolia*), Cedro (*Cedrela fissilis*) e Jacarandá da Bahia (*Dalbergia nigra*), plantadas em três grupos de tamanhos pré-determinados (pequenos 30 a 35cm, médios 45 a 50cm e grandes 55 a 60cm), sendo dez indivíduos por tamanho em cada grupo. Os indivíduos pertencentes a cada grupo foram devidamente identificados e tiveram suas medições de altura e diâmetro registradas antes do plantio. O experimento foi implantado na fazenda experimental da Epamig, situada no município de Itabira-MG. O plantio seguiu a metodologia de espaçamento 3x2 em linhas, formando-se quincôncio, na proporção de quatro pioneiras para uma não pioneira, sendo utilizado calcário e fosfato em todos os berços, além de hidrogel. Ao longo de quatro meses foram realizadas três medições os resultados obtidos mostram uma taxa de sobrevivência satisfatória dentre todos os grupos (pequeno, médio e grande) houve aumento da circunferência a altura do solo (CAS) em todos os grupos, sendo assim o tamanho de mudas nativas enviadas a campo para plantio direto não é fator determinante para o sucesso e viabilidade do reflorestamento, outros fatores como o grupo ecológico e características específicas de cada espécie estão mais relacionados ao estabelecimento e crescimento.

Palavras-chaves: Restauração florestal, Plantio Direto, Recuperação de áreas, Mudas Nativas

Estudo de tempos e movimentos em operações de plantio direto de mudas nativas

Felipe Augusto Fernandes de Oliveira¹, Virgílio de Almeida Pereira¹, Felipe Xavier¹

Instituto Espinhaço Biodiversidade, Cultura e Desenvolvimento Socioambiental¹

Estudos voltados a relação entre tempos e movimentos de processos operacionais em plantios de mudas nativas ainda são escassos no Brasil, principalmente no que se refere a projetos de reflorestamento de larga escala, fazendo com que sejam necessários mais pesquisas sobre a temática, visando auxiliar no planejamento e padronização das etapas envolvidas em ações de reflorestamento. O objetivo desse trabalho foi avaliar os tempos gastos durante a execução de operações envolvidas no plantio direto de mudas. A pesquisa foi desenvolvida acompanhando a rotina e as atividades de duas equipes de plantio localizadas nos municípios de Mariana e Itabira, no estado de Minas Gerais. As coletas de dados tiveram início em novembro de 2018 e término em janeiro de 2019. Em cada uma das equipes realizou-se a observação das operações durante dois períodos do dia, manhã e tarde nos mesmos horários durante três dias aleatórios. Os valores de tempos relacionados a cada operação foram coletados individualmente nas duas equipes. As operações acompanhadas foram coroamento, abertura de berços, aplicação de insumos, fechamento de berços, aplicação de hidrogel e plantio. A metodologia aplicada foi baseada em tempos individuais onde registra-se os valores (escala de segundos) referentes a cada etapa do processo e posteriormente a cada medição ocorre o zeramento do cronômetro. Os resultados obtidos permitiram estimar o tempo gasto em operações envolvidas no plantio direto de mudas nativas em ações de reflorestamento em grande escala, além de demonstrar que o horário (manhã ou tarde) e o dia da semana não são fatores de influência na capacidade produtiva da equipe auxiliando na tomada de decisões e redução de custos operacionais em ações de reflorestamento.

Palavras-chave: Tempos e movimentos, Recuperação de áreas, Reflorestamento, Plantio Direto, Mudas Nativas

Propagação vegetativa de *Polygonum hydropiperoides* visando sua utilização na revegetação de áreas degradadas pelo rompimento da barragem de rejeitos em Brumadinho

Samuel Victor Leite de Moura¹, Paulo Antônio Pimentel¹, Camilla Oliveira Rios², Eduardo Gusmão Pereira¹

*Universidade Federal de Viçosa*¹

*Universidade Federal de Minas Gerais*²

Polygonum hydropiperoides Michx. (Polygonaceae) foi encontrada crescendo espontaneamente na área afetada pela lama de rejeitos em Brumadinho, evidenciando sua resistência e potencial uso para revegetação das áreas impactadas. Entretanto, a indisponibilidade e a dificuldade no uso de sementes de espécies nativas, podem ser limitantes para o processo de revegetação das áreas atingidas pelo rompimento de barragens de rejeitos. Desta forma, o objetivo do trabalho foi verificar a viabilidade no uso de estacas de *P. hydropiperoides* como fonte de propágulo para a revegetação de áreas impactadas pela lama de rejeitos da mineração de ferro. Em maio de 2019, indivíduos de *P. hydropiperoides* foram coletados na lama de rejeito próximo ao rio Paraopeba. Em casa de vegetação, foram obtidas estacas caulinares da planta (15 cm), após remoção das folhas e raízes. As estacas foram colocadas para enraizar em vasos de 3 L contendo substratos conforme dois tratamentos distintos: rejeito de mineração de ferro e areia (controle). Foram colocadas 4 estacas em cada vaso, sendo dez vasos (repetições) por tratamento. Diariamente foi realizada a rega dos vasos. Após sete dias foi observado o desenvolvimento de folhas nas plantas em ambos os tratamentos. Após 42 dias, foram avaliados a porcentagem de enraizamento e mortalidade das plantas. Foi observado 7,5% e 13,7% de mortalidade das estacas na areia e no rejeito, respectivamente. No rejeito as raízes apresentaram maior diâmetro, enquanto na areia foi observado maior número de raízes. O método de estaquia permitiu a obtenção de propágulos viáveis, mesmo com introdução no rejeito oriundo da mineração de ferro.

Palavras-chave: Barragem de rejeitos, Erva de bicho, Estaquia, Mineração

Comunidade de algas e cianobactérias perifíticas na bacia do Rio Doce pós rompimento de barragem em Mariana

Ana Luiza Netto Bertozzi Dornas¹, Marcelo Pedrosa Gomes², Maíra Oliveira Campos¹, Cleber Cunha Figueredo¹

Universidade Federal de Minas Gerais¹

Universidade Federal do Paraná²

O perifíton tem grande importância ecológica e é composto por organismos que se estabelecem em uma superfície submersa em um corpo d'água. Por serem ubíquos e sensíveis a mudanças ambientais são considerados bioindicadores. Algas e cianobactérias são importantes componentes do perifíton de rios e foram estudados na bacia do Rio Doce a fim de perceber potenciais impactos dos rejeitos de minério após o rompimento da Barragem do Fundão. Essa análise foi realizada a partir de duas coletas: uma na estação chuvosa e outra na seca. Dez rochas foram coletadas aleatoriamente em três pontos de amostragem: a) Rio Carmo: referência, fora da área impactada; b) Rio Gualaxo do Norte: muito impactada pela barragem que rompeu; c) Rio Doce: a jusante, já no Rio Doce após receber a contribuição da água dos dois pontos anteriores. Os biofilmes foram removidos das rochas, cujas áreas foram medidas (método de Kovalak), colocados em potes de plástico, fixados com lugol e quantificados (micrômetro cúbico de cada espécie por centímetro quadrado de biofilme). Análises químicas foram realizadas para verificar a qualidade da água a partir de coletas realizadas em três sítios (50 m equidistantes) em cada um dos pontos de amostragem. Na estação chuvosa houve dominância de Bacillariophyta e Chlorophyta no Carmo, enquanto os outros pontos mostraram dominância de Cyanobacteria e Bacillariophyta. Na seca houve maior diversidade nos três pontos. Cyanobacteria se destacou mais no ponto do Rio Doce. Além disso, o Rio do Carmo apresentou maior valor de biovolume por área, seguido pelo Rio Doce, sendo que Gualaxo do Norte mostrou biovolume muito menor. Quanto às análises químicas, as concentrações de elementos foram comparadas entre si e com os parâmetros definidos pela Resolução CONAMA n° 357 utilizando a média dos três sítios de amostragem. De maneira geral, Rio Doce foi o ponto que apresentou maiores concentrações dos elementos inorgânicos analisados ($\mu\text{g/L}$) na estação chuvosa e Carmo na estação seca. Gualaxo do Norte apresentou as menores concentrações em 16 dos 19 elementos analisados na estação chuvosa e em 13 na estação seca, apresentando as maiores concentrações somente para 5 elementos, isso pode indicar que esse rio sofreu retirada de nutrientes e outros elementos o que poderia explicar a mudança em sua comunidade. De todos os parâmetros estabelecidos pelo CONAMA, para os elementos inorgânicos, somente Carmo ultrapassou nas duas coletas (Mn e S na primeira, S na segunda) e Rio Doce na primeira (Al).

Palavras-chave: Comunidade algal, Perifíton, Cianobactéria, Mineração, Rio Doce

Respostas das trocas gasosas de pata-de-vaca aos rejeitos da barragem de Fundão

Joben Condé Evangelista Freitas¹, Cristiano Ferrara de Resende², Paulo Henrique Pereira Peixoto²

Universidade Federal de Lavras¹

Universidade Federal de Juiz de Fora²

O rompimento da Barragem do Fundão em Mariana/MG em 2015 foi um desastre ambiental de amplo alcance territorial. A lama de rejeito de mineração originada deste evento chegou a contaminar o Rio Doce em suas porções localizadas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Como resultado, muitas áreas ficaram cobertas de tal lama, de modo que este impacto pode demorar décadas para ser ambientalmente superado. Visando uma possível ação para acelerar este processo, o presente estudo avaliou a influência de diferentes quantidades crescentes de lama de rejeito de mineração da Barragem do Fundão misturada com um solo eutrófico sobre as trocas gasosas de plantas de pata-de-vaca cultivadas em casa de vegetação. Para tanto, amostras da lama foram misturadas com diversas proporções de solo fértil, nas taxas de 0, 25, 50, 75 ou 100% de rejeito e foram analisadas as seguintes variáveis por um medidor de trocas gasosas via infravermelho (IRGA): taxa fotossintética líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), conteúdo interno de carbono (ci), eficiência no uso da água (A/E) e eficiência de carboxilação da Rubisco (A/ci). Foram utilizadas 5 repetições por tratamento (proporções de lama/solo) em um delineamento experimental completamente casualizado, sendo que em cada repetição havia uma planta. Os resultados foram avaliados por Análise de Componentes Principais e nos permitiram inferir que os dois primeiros eixos da análise explicaram 98% da variação total dos dados, sendo que as variáveis que compuseram o segundo eixo (A e A/ci) foram as mais afetadas pela presença na lama na mistura do solo. No gráfico de dispersão, ficou evidenciado que as plantas cultivadas em rejeito puro tiveram uma redução acentuada na A e A/ci em relação às plantas dos demais tratamentos. Como não foram encontradas quedas significativas na E, gs e ci de nenhum dos grupos de plantas que compuseram o experimento, acredita-se que as quedas que ocorreram em A e A/ci foram devidas a alguma limitação na etapa fotoquímica da fotossíntese, muito provavelmente ligada a algum dano causado ao aparato fotossintético. Portanto, ficou evidenciado que a lama pura foi capaz de minimizar a A e A/ci em plantas de pata-de-vaca e sugere-se que estudos futuros serão necessários para evidenciar-se os motivos dessas quedas em nível fisiológico, abrangendo a biologia dos cloroplastos.

Palavras-chave: Rejeito de mineração, Poluição ambiental, Ecologia vegetal

Field and trap culture: Are there difference in arbuscular mycorrhizal fungi diversity?

Isabelle Gonçalves de Oliveira Prado¹, Marliane de Cássia Soares da Silva¹, Karl Kemmelmeier², Maria Catarina Megumi Kasuya¹, Betânia Guilhermina Pedrosa¹, Mateus Valente Bitarães¹, Damase Khasa³

Universidade Federal de Viçosa¹

Universidade Federal de Lavras²

Université Laval³

Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) can establish mutualistic symbiosis with most plant species. Hypha in the soil act by increasing the root system of plants and improve the absorption of nutrients and water for the plants. In contaminated areas with iron ore mining waste (IOMW) under the rehabilitation process, this symbiosis can improve the plant performance. The aim of this study was to evaluate and compare the density and diversity of AMF spores as well as the mycorrhizal inoculum potential (MIP) in field and trap culture bioassays. Three areas were selected: one undisturbed forest (UND) and two contaminated areas with IOMW under different stages of recovery (REC1 and REC2). Soil samples were collected in triplicate. Trap culture experiments were conducted in greenhouse using vermiculite, sugarcane bagasse and native soil (1:1:1; v:v:v) to determine the effectiveness of sorghum (*Sorghum bicolor*) to be colonized with (w/) or without (w/o) mix of laboratory AMF inoculum. The AMF species were characterized by spore morphological and biochemical characters and the number of spores was counted from field samples and after four months from trap culture bioassays in the greenhouse. The spore number in trap cultures was greater than field in all treatments. UND treatments presented a higher number of spores in both strategies, and no difference was observed between REC areas. A total of 13 AMF species were found. Four AMF species were recovered exclusively from field samples, and five species were recovered only from trap cultures. The family Glomeraceae presents high species richness and it was the only family present in all areas, showing adaptability to IOMW conditions. *Claroideoglossum etunicatum* is the only species from the mix where spores were recovered, being capable to sporulate when inoculated with native community (indigenous AMF) under IOMW conditions. The development of trap culture bioassays in different types of soil allowed a wider diversity of AMF species to be recovered. Considering the increase in spore richness, the trap culture is a potent technique to evaluate the MIP for applications of mycorrhizal inoculation for revegetating degraded areas.

Palavras-chave: Mycorrhizal Inoculum, Soil Recovery, Revegetation

