



CONHECIMENTO EM PAUTA: CONECTANDO SABERES, CRIANDO CAMINHOS

2º Ciclo de webinários do
CIT sobre o rompimento da
barragem de Fundão.

FICHA CATALOGRÁFICA

ORGANIZADOR



PALESTANTES

Vera Lúcia de Miranda Guarda
Maria Cecília Wey de Brito
Christianne Maroum
Jonathan Renshaw
Antônio Francisco Barbosa
Peter May
Mônica Maria Pereira Tognella

MEDIAÇÃO

Maria Eugênia Salcedo

PROJETO GRÁFICO, CAPA E DIAGRAMAÇÃO

HSP

EQUIPE DO CIT

Flávio Chantre – Diretor
Carolina Maciel – Gerente
Iara Morena – Coordenadora
João Paulo de Freitas - Especialista
Carlos Oliveira – Especialista
Isabella Cunha – Analista
Simone Meira – Analista
Sandra Lúcia de Paula – Consultora
Rafael Pereira Santos – Consultor
Amanda Guariento – Consultora

COORDENAÇÃO DO CONHECIMENTO EM PAUTA

Carlos Oliveira
Sandra Lúcia de Paula

O sumário é interativo! Clique e vá direto para o conteúdo.

SUMÁRIO

4

Apresentação

23

Integração da perspectiva da mudança climática na restauração da Bacia do Rio Doce

36

Da restauração à governança responsável

Ciência cidadã na bacia do Rio Doce: Monitoramento hídrico participativo

15

Abordagens fonte-mar e de paisagem: integração da qualidade da água e conservação da biodiversidade na restauração da bacia do Rio Doce

30

Monitoramento dos manguezais atingidos pelos rejeitos da barragem de Fundão

43

APRESENTAÇÃO

Na primeira apresentação do segundo ciclo do Conhecimento em Pauta, a palestrante convidada doutora Vera Lúcia de Miranda Guarda lê uma das cartas escritas por um dos participantes do projeto Ciência Cidade na Bacia do Rio Doce: Monitoramento hídrico participativo. Nela, o morador João Paulo Moraes descreve o Rio Doce como um amigo de infância. O processo de monitoramento que levou os participantes do projeto à beira do rio evocou em pessoas como João Paulo um lugar de afeto que permeia a reflexão deste e de todos os trabalhos apresentados neste segundo ciclo de webinários.

Ficou evidente, ao longo dos cinco encontros que compõem o ciclo que nos trabalhos técnico-científicos apresentados há espaço para os afetos, pois sem eles deixaria-se de lado a interconexão que faz com que o conhecimento ganhe contexto, envergadura e alcance. Cultivar um olhar para a relação entre os seres em um dado ecossistema, fortalece nosso entendimento daquele lugar e conseqüentemente passamos a enxergar quão complexo é o que está a nossa frente. Só assim, se deixando afetar pela profundidade das reflexões que nascem neste contexto, será possível apontar caminhos futuros. Só assim, poderemos sustentar a energia coletiva necessária para que projetos e estudos como os apresentados no segundo ciclo Conhecimento em Pauta possam ter vida longa e desdobramentos que tragam impactos

positivos para a sociedade e ecossistema da Bacia do Rio Doce.

O Conhecimento em Pauta é um evento que tem a intenção de apresentar uma série de webinários técnicos e científicos realizados pelo Centro de Informação Técnica - o CIT. Organizado como um evento virtual que aconteceu nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2022, tem como objetivo divulgar dados, informações e pesquisas produzidas sobre o rompimento da barragem de Fundão que aconteceu no dia 5 de novembro de 2015 e consequentemente os processos de reparação socioambientais.

A síntese e as gravações dos cinco encontros que compõem este ciclo estão disponíveis no site do CIT:

www.citdoriodoce.org

A disponibilização desse conteúdo possibilita o acesso a um grupo maior de pessoas interessadas, bem como cria um lastro a partir do qual pesquisas futuras poderão se estruturar. No site, além do conteúdo apresentado no primeiro ciclo do Conhecimento em Pauta que foi gravado no ano de 2021, em meio à pandemia do COVID-19, estão disponibilizados estudos acadêmicos, documentos técnicos, depoimentos, vídeos e outros registros dos territórios atingidos. O convite é para que o CIT opere como uma plataforma de acesso e construção de conteúdos em constante construção. Um dos elementos que compõem o CIT e marcam o segundo ciclo do Conhecimento em Pauta é este e-book. A proposta consiste em uma espécie de memorial das falas e dos trabalhos das nossas convidadas e convidados.

Um direito universal no centro da discussão

Ao longo de cinco encontros virtuais, o Conhecimento em Pauta acolheu diversas apresentações de trabalhos que tiveram a Bacia do Rio Doce, suas pessoas, biomas e principalmente, suas águas como tema central. A água foi descrita como um direito universal e foram lançados novos olhares para a água - desde as nascentes até o mar - sendo que cada trabalho técnico apresentado, foi em uma direção diferente. Foi possível, a partir dos trabalhos apresentados, tecer reflexões sobre vulnerabilidade, estresse ambiental, estresse psicológico e enxergar situações pré-existentes anteriores ao próprio desastre que atingiu a área e cujos efeitos continuam afetando a vida diária de quem mora lá. Ficou evidente que o ecossistema não conhece limites nem fronteiras e o quão urgente e estratégico é ter um olhar mais amplo e integrado para o território, olhando para esses sistemas naturais como um todo - por mais complexo que isso possa parecer para a tomada de decisão estratégica dos agentes envolvidos de agora em diante. Nas diversas falas das nossas convidadas e convidados existe um desejo cada vez maior por união e também por pesquisas que estabeleçam pontos de interseção.

Webinário 1: Ciência cidadã na bacia do Rio Doce: Monitoramento hídrico participativo



Vera Lúcia de Miranda Guarda

Inauguramos o segundo ciclo do Conhecimento em Pauta com o primeiro webinário, convidando a doutora Vera para dizer sobre um trabalho coletivo no âmbito do monitoramento de recursos hídricos. Ao apresentar a metodologia utilizada pelo grupo de trabalho no monitoramento junto à comunidade, fomos convidadas e convidados a pensar os corpos d'água em termos de bacias hidrográficas e a água como esse elemento que não vê limites. Assim mesmo, a ação apresentada trabalhou com diversos municípios para que o monitoramento seja integral, apesar da dificuldade que é o trabalho integrado. Apresentou-se uma metodologia que poderia ser adotada a longo prazo contando com os benefícios de uma participação ativa das comunidades.

O segundo, terceiro e quarto webinar do ciclo compõem uma sequência de apresentações dos resultados de uma parceria que é uma iniciativa da União Internacional para a Conservação da Natureza – UICN e o Painel Rio Doce. Trata-se de um Painel independente de assessoria técnica e científica que elabora recomendações para a Fundação Renova e demais atores envolvidos na restauração da Bacia do Rio Doce após o rompimento da barragem de Fundão. O Painel é convocado e administrado pela União Internacional para a Conservação da Natureza - UICN e tem como foco medidas para garantir a saúde ambiental e socioeconômica de longo prazo e a resiliência da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e da área costeira adjacente. O Painel acredita que os esforços de mitigação, se eficazes, deixarão um legado positivo e duradouro para as gerações atuais e futuras. Trata-se de um Painel que trabalha de forma independente, composto por profissionais nacionais e internacionais, trabalhando em estreita cooperação com os principais atores envolvidos no processo de reparação socioambiental.

Webinário 2: Integração da perspectiva da mudança climática na restauração da Bacia do Rio Doce



Christianne Maroun



Peter H. May

O segundo webinário aconteceu no dia 21 de novembro de 2022, apresentado pela doutora Christianne Maroun, e o doutor Peter H. May - integrantes do Painel e da UICN. Em uma fala que trouxe tanto afirmações como questionamentos importantes, apresentou-se uma abordagem de soluções baseada na natureza. Ficou evidente que há um fator psicológico que precisa ser levado em conta e que o estresse psicológico que as comunidades sofrem por causa do desastre do Fundão e os efeitos que se seguiram precisará ser abordado por muitos anos ainda.

Webinário 3: Abordagens fonte-mar de paisagem: integração da qualidade da água e conservação da biodiversidade na restauração da Bacia do Rio Doce



Maria Cecília Brito



Francisco Barbosa

No dia 22 de novembro de 2022 tivemos o terceiro encontro e conhecemos mais sobre as abordagens fonte-mar e de paisagem, onde a mestre Maria Cecília Wey de Brito e o doutor Francisco Barbosa apresentaram em nome do Painel do Rio Doce. Falar em termos de uma abordagem fonte-mar ou Source to Sea Strategy em inglês, foi compartilhada não somente como um conceito ou teoria, mas como uma estratégia concreta que muda a forma como os projetos no território são concebidos, executados e avaliados.

Webinário 4: Da restauração à governança responsável: o Rio Doce após o rompimento da barragem de Fundão



Christianne Maroun



Jonathan Renshaw

No quarto webinário, que foi também o terceiro e último que celebrou a parceria entre o CIT e a UICN aconteceu no dia 23 de novembro de 2022 e teve a participação da doutora Christianne Maroun e do doutor Jonathan Renshaw. No encontro Christiane e Jonathan iniciaram destacando uma crise de governança em nível global. Apontaram para alguns questionamentos importantes para ir além dessa crise, nos inspirando a pensar prioridades tendo como base da discussão a sustentabilidade e a resiliência.

Ao longo dos três webinários foi possível perceber as características das apresentações que foram bastante acessíveis, sem deixar de ser profundas e técnicas. Ao mesmo tempo, houve espaço

para um olhar mais holístico sob o ecossistema, questões ambientais e sócio-econômicas, não reduzindo as mesmas a categorias isoladas. Vimos, no conjunto do trabalho do Painel, dados que levaram em consideração também os afetos, mencionado anteriormente. Trata-se de um processo importante que poderá inspirar a continuidade do trabalho de pesquisadores, Fundação Renova e agentes envolvidos a partir de novos paradigmas, elevando o nível da conversa e tomada de decisão.

Webinário 5: Monitoramento dos manguezais atingidos pelos rejeitos da Barragem de Fundão



Mônica Maria Pereira Tognella

No último encontro do ciclo, no dia 01 de dezembro de 2022, ouvimos a responsável técnica pelo monitoramento dos manguezais

sob a influência dos rejeitos da barragem de Fundão, integrante do programa de monitoramento da biodiversidade aquática. A doutora Mônica Maria Pereira Tognella apresentou uma pesquisa onde vimos um pouco mais sobre os impactos nos manguezais atingidos, refletindo como é possível avaliar o impacto do desastre da Barragem do Fundão considerando uma base de dados insuficientes anterior ao desastre. Foi uma apresentação que nos ajudou tanto a olhar para o passado por meio das metodologias apresentadas como também nos ajuda a pensar o futuro ao apontar caminhos possíveis.

CIT: um repositório de possibilidades

A síntese de todos os trabalhos mencionados estão publicados neste e-book que opera como um complemento aos vídeos dos webinários que estão disponíveis no site do CIT. O que destaco para apresentar rapidamente os trabalhos nesta introdução foram questões que me movimentaram para ir ao encontro dos temas apresentados pelo Conhecimento em Pauta. O valor deste tipo de encontro, e consequentemente seus desdobramentos, é que nos lembra que o conhecimento precisa ser acessível a todos e todas, especialistas ou não, e assim colocar em diálogo pessoas das mais diversas esferas afetadas por um evento da magnitude que foi e ainda é o desastre da Barragem de Fundão. O quanto vamos nos deixar afetar, individualmente e coletivamente com este conhecimento pode determinar a elaboração, execução e avaliação de projetos já em andamento e de futuros projetos mais alinhados com as reais necessidades dos complexos ecossistemas que compõem toda a extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Doce. Quiçá assim, possamos continuar cuidando daquilo que verdadeiramente

importa, pressionando coletivamente para que mudanças significativas aconteçam e assumindo as responsabilidades que fazem toda a diferença. Colocar o foco no conhecimento compartilhado é a oportunidade de aprender em conjunto e refletir sobre os impactos positivos que nossos saberes e fazeres têm no mundo.

Convido vocês a lerem os trabalhos aqui publicados e utilizarem deste conteúdo mantendo viva as informações, as interconexões, os afetos e as possibilidades.



Maria Eugênia Salcedo

Mediadora do 2º Ciclo
Conhecimento em Pauta

CIÊNCIA CIDADÃ NA BACIA DO RIO DOCE: MONITORAMENTO HÍDRICO PARTICIPATIVO

Autores

Vera Lúcia de Miranda Guarda

Flaviane Cristina Silva

Jéssica Macedo do Bem

Glauco Kimura de Freitas

Milena Rodrigues Fernandes do Rego

Mirna Castro Folco





O conceito de Monitoramento Hídrico Participativo (MHP) de acordo com IPE, 2019² está resumido no esquema da figura 1.

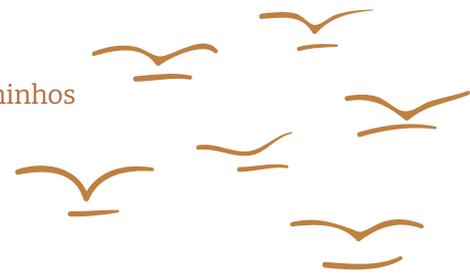
Metodologia

O projeto Ciência Cidadã: Monitoramento Hídrico Participativo na Bacia do Rio Doce iniciou-se com a determinação do território a ser trabalhado, que foi indicação do parceiro Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

A divulgação e inscrição para participar do projeto se deram via rede social e mensagens de e-mail.

O projeto foi executado por metodologia participativa em encontros presenciais e virtuais via plataforma Google Meet. As aulas práticas incluíram trabalhos com Kits Rápidos de Análise, Calibração e uso do multiparâmetro, Técnica de Coleta de Água e Sedimentos, Determinação do IQA por análise dos seus parâmetros analisados por um laboratório contratado e justificados através de um protocolo de avaliação rápida. Eles foram realizados nos períodos chuvoso e seco. E após, os resultados foram distribuídos na forma de laudos aos participantes e a equipe do projeto retornava à Comunidade para discutir e avaliar os resultados.

²IPE - Instituto De Pesquisas Ecológicas. Monitoramento Participativo da Biodiversidade: Aprendizados em evolução. 2ed. Nazaré Paulista, São Paulo, 2019, 84p.



Resultados

O projeto Ciência Cidadã recebeu por meio de ofício do presidente do CBH Doce a indicação das Sub-bacias do Rio Belém – Comunidade de Cava Grande Marliéria/MG; do Rio Manhuaçu – Comunidade de Tabaúna – Aimorés/MG; e Foz do Rio Doce – Comunidade de Vila Regência – Linhares/ES, (figura 2).

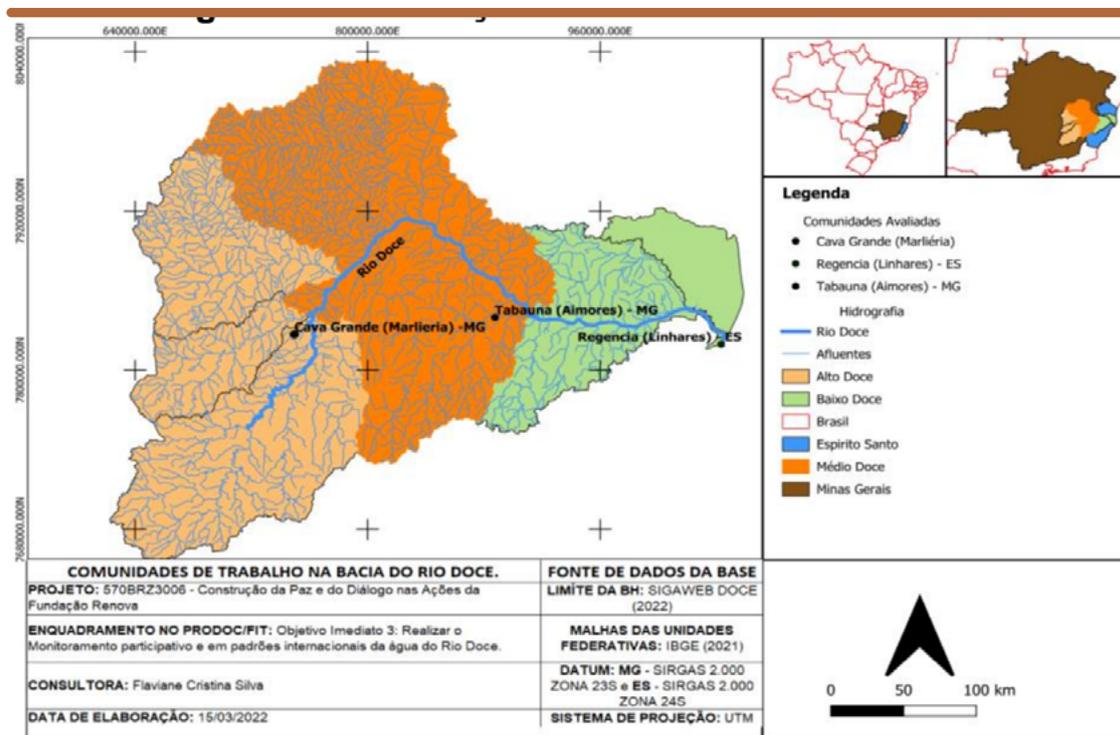


Figura 2: : Resumo do Conteúdo da Capacitação

A Divulgação do Projeto foi realizada por cartazes, através de mídias sociais, e recebeu apoio de comunitários locais e escolas. Inicialmente, o projeto oferecia 10 vagas, mas passou para 15 no decorrer das inscrições.



A inscrição dos cursistas se deu por envio de mensagem de e-mail, na qual eles enviavam uma carta de motivação, onde explicava o motivo de querer participar do projeto. No total mais de 50 cartas de motivação foram recebidas. Todas elas foram contempladas para participar do curso de formação, no entanto, devido a localização, 3 cursistas não puderam participar, e alguns desistiram.

A participação social é um dos mais importantes pilares do monitoramento hídrico participativo, e sempre deve acontecer de forma voluntária. Nesse sentido, a carta de motivação denota a vontade de participar do cursista, e sendo por sua livre e espontânea vontade, o seu engajamento é mais forte. Fato esse confirmado durante a execução do projeto.

O projeto foi implementado na forma de curso de extensão denominado Formação de Agentes Ambientais para o Monitoramento Hídrico Participativo, com carga horária teórica e prática de 72 h, em formato semipresencial, devido aos riscos da pandemia da COVID-19. Um Projeto Político-Pedagógico foi produzido. O programa da capacitação está resumido no diagrama da figura 3.

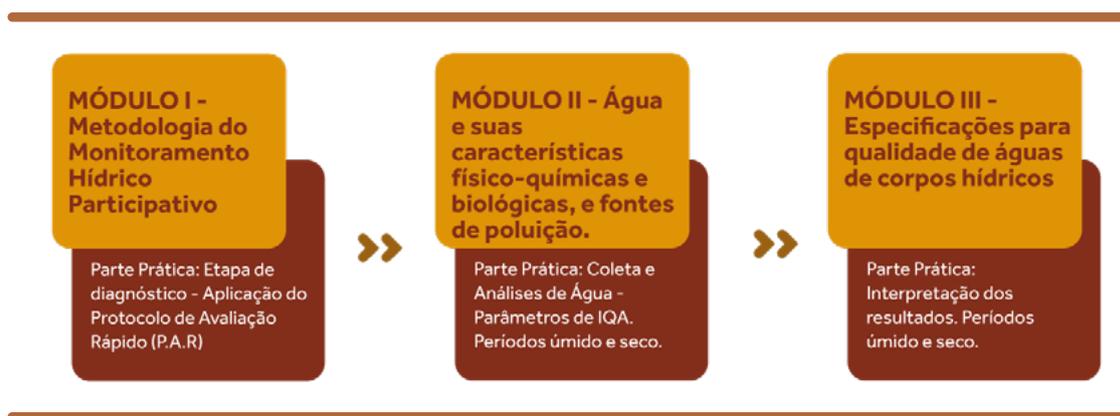


Figura 3: Resumo do Conteúdo da Capacitação

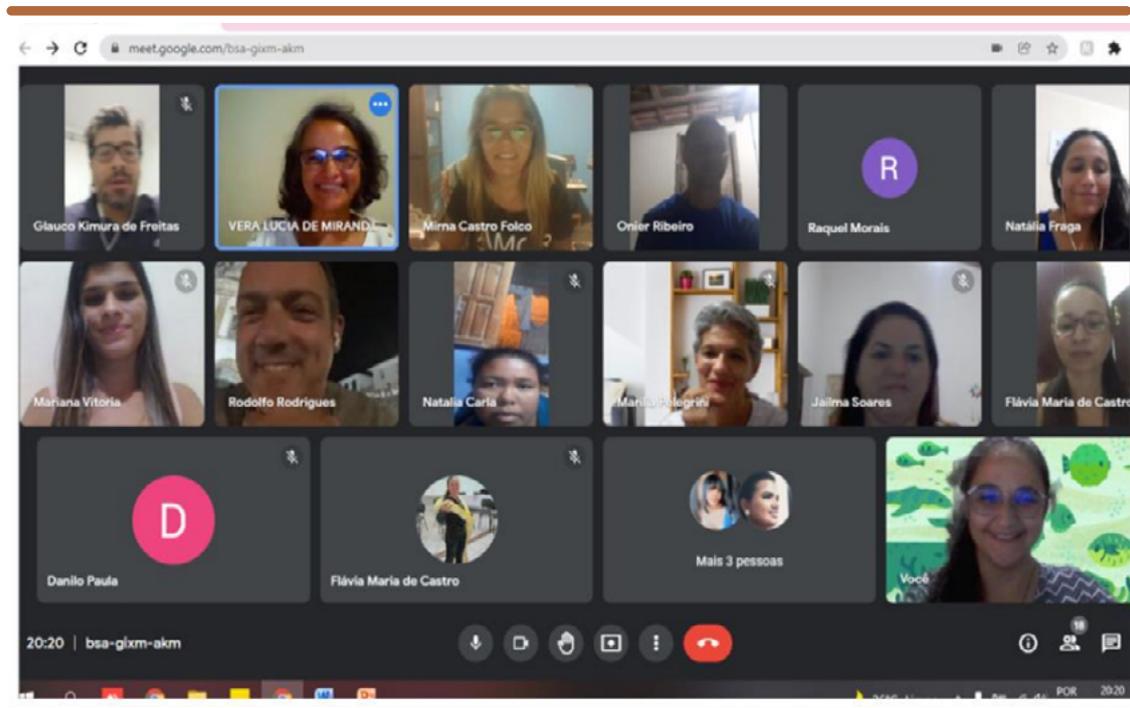
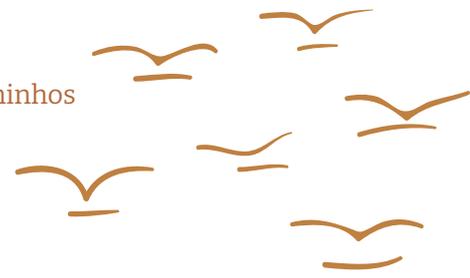


Figura 4: Captura de tela de aula presencial

Os trabalhos decorreram em dois períodos diferentes: seco e úmido. E as atividades práticas aumentaram de um período para o outro, de acordo com a necessidade do projeto ou demanda dos cursistas. Os trabalhos de campo ou aulas práticas foram registrados. Após cada período, um encontro presencial foi realizado, a fim de discutir os resultados com os cursistas (figura 5).

Conclusões

O MHP - Monitoramento Hídrico Participativo foi executado nas três comunidades, com sucesso. As atividades executadas, além de um processo de educação ambiental demonstraram a importância do aprendizado, e confirmaram o saber popular, que os ribeirinhos



traziam consigo. Com essa formação, os cursistas aumentam o seu potencial de empregabilidade na área, principalmente, como auxiliar técnico de laboratórios de qualidade de água. Aos mais jovens, os conteúdos ministrados podem ajudá-los a melhor escolher a profissão que querem abraçar. O modelo de aulas semipresenciais venceu as barreiras da distância e contornou o problema da pandemia da COVID-19. A parceria UNESCO, CBH Doce e Fundação Renova demonstrou que unidos somos mais fortes e que assim pode-se levar a Educação aos mais longínquos recantos da bacia do Rio Doce. Assim, o projeto está em expansão para outras comunidades dessa Bacia.



Figura 5: Encontros presenciais

INTEGRAÇÃO DA PERSPECTIVA DA MUDANÇA CLIMÁTICA NA RESTAURAÇÃO DA BACIA DO RIO DOCE

Palestrantes

Christianne Maroun

Peter May





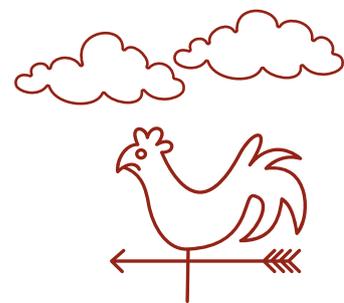
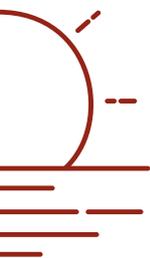
A emergência climática representa uma ameaça crescente à saúde humana e à saúde dos ecossistemas. A previsão é de que doenças emergentes, racionamentos de água, secas e inundações ocorram com mais frequência nos próximos anos, evidenciando a necessidade de mudanças sociais para mitigar esses desafios iminentes.

Em paisagens degradadas como a Bacia do Rio Doce – que ainda se recupera do rompimento da Barragem de Fundão em 2015 – a expectativa é de que a mudança climática agrave uma paisagem que já era frágil. O aumento do risco de mudança climática deixa as comunidades do Rio Doce mais vulneráveis a eventos como inundações, deslizamentos de terra e erosão costeira, indicando a necessidade de políticas e investimentos para gerar resiliência institucional e social para a adaptação à mudança climática, principalmente no que diz respeito à saúde humana e à saúde dos ecossistemas.

Visto que cerca de 3,3 milhões de pessoas dependem do Rio Doce para acesso à água doce e garantia de sua subsistência, são necessárias medidas urgentes para ajudar as comunidades a mitigar e se adaptar aos impactos da mudança climática. A prevenção desses impactos está alinhada com a agenda global da Década da ONU para a Restauração dos Ecossistemas, cujo objetivo será prevenir, interromper e reverter a destruição de ecossistemas danificados.

O desafio da mudança climática foi tratado pelo Painel do Rio Doce, um grupo de especialistas nacionais e internacionais administrado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), criado em 2017 para assessorar a restauração da Bacia do Rio Doce afetada pelo rompimento da Barragem de Fundão em 2015.

Em consonância com sua missão, o Painel do Rio Doce destacou em seu segundo relatório temático (May et al., 2019) as ameaças



relacionadas à mudança climática na bacia e propõe recomendações para que a Fundação Renova, formuladores de políticas públicas e sociedade possam integrar a perspectiva da mudança climática aos esforços de restauração.

A discussão parte da constatação feita no primeiro relatório temático do Painel do Rio Doce (Sánchez et al., 2018) de que a mudança climática é a maior ameaça aos sistemas naturais, às comunidades locais e às empresas que atuam na bacia. No relatório, o Painel discute que para atingir uma mitigação de impactos resiliente e de longo prazo, os riscos climáticos devem ser levados em consideração durante o planejamento e monitoramento das ações de restauração.

As conclusões científicas recentes publicadas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas ressaltam a gravidade da ameaça que a mudança climática representa para os sistemas naturais e humanos em todo o planeta. Uma análise feita pela FEAM (2014) mostra que a Bacia do Rio Doce está localizada em uma região considerada altamente exposta aos riscos da mudança climática, onde os principais impactos surgem de uma potencial diminuição das chuvas e da perda de biodiversidade. Os modelos climáticos disponíveis apontam para o aumento da temperatura média da superfície e alterações nos regimes pluviométricos em toda a Bacia. No litoral, são previstas inundações causadas pela elevação do nível do mar e a erosão costeira, embora ainda não haja previsões detalhadas disponíveis sobre o Espírito Santo.

Embora a Fundação Renova tenha diminuído a vulnerabilidade de parte de seus programas às consequências das mudanças climáticas, se faz necessário promover estudos que consigam entender a dimensão e os impactos futuros.

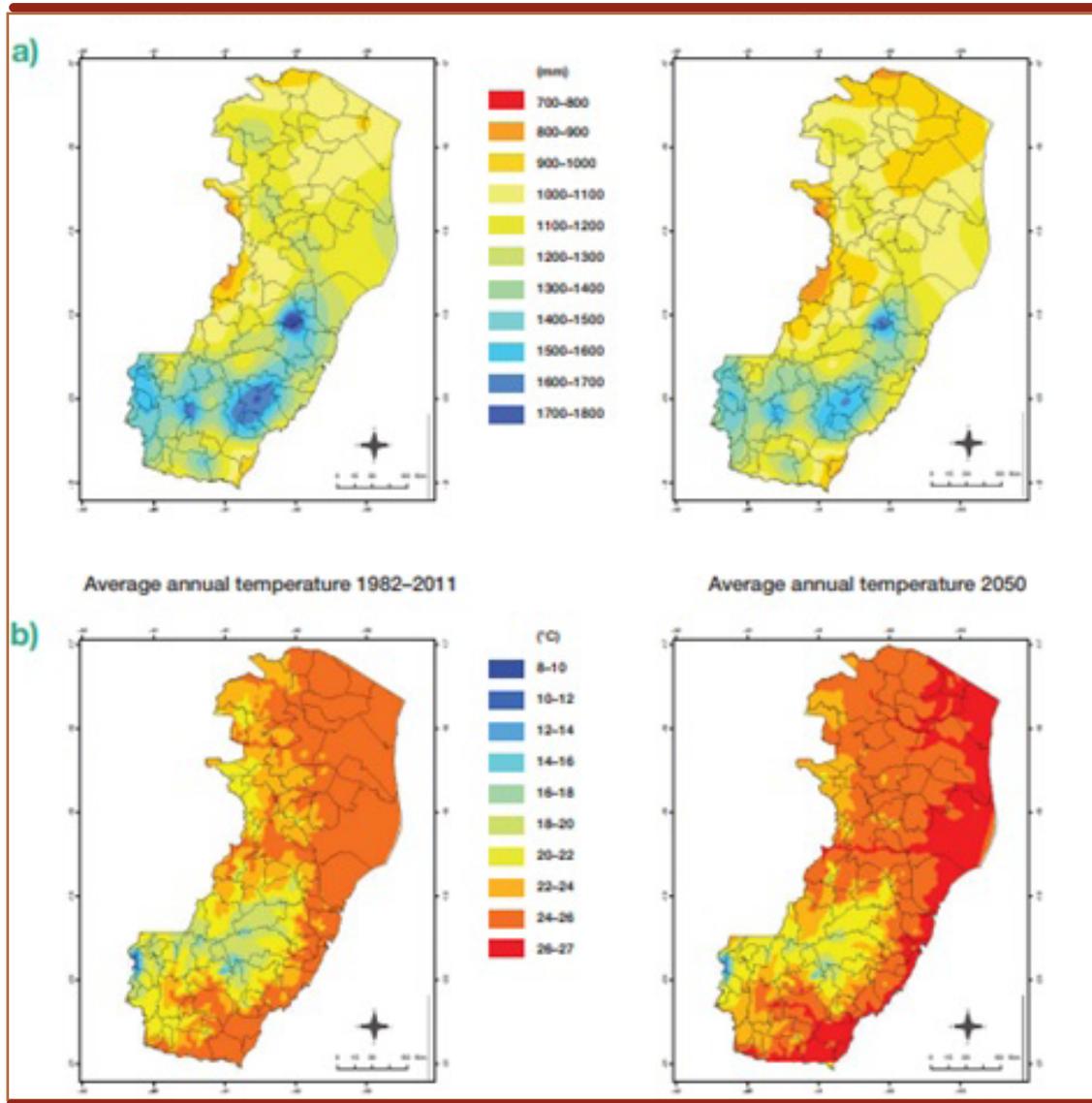
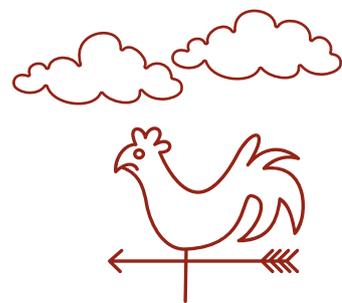
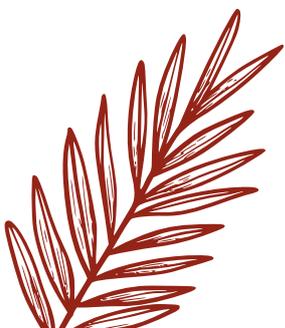


Figura 1: Cenários de Mudança Climática no Espírito Santo (1982 a 2011) e 2050 – a) Precipitação Anual e (b) Temperatura Média Anual - Fonte: Pirovani (2014, p. 77 (a), p. 82 (b))

Além disso, os impactos do rompimento da Barragem de Fundão contribuem para o aumento da vulnerabilidade do território, exacerbando a exposição e a sensibilidade a fatores de risco associados à adaptação à mudança climática, principalmente em relação aos



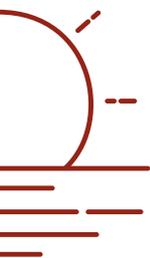
meios de subsistência e à saúde humana e do ecossistema.

Diante deste cenário, fica evidente que a mudança climática pode afetar os resultados da mitigação de várias maneiras. No entanto, os programas para restauração da Bacia em andamento não incluem a consideração sobre a mudança climática. Mais da metade dos 42 programas do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) apresenta objetivos ou resultados potencialmente ameaçados ou comprometidos pelos efeitos previstos da mudança climática, principalmente aqueles associados à escassez de recursos hídricos ou a eventos extremos de chuva.

Além disso, o reconhecimento da mudança climática dos esforços de restauração também pode representar oportunidades para a Renova e os municípios do Rio Doce, que podem ser coordenadas a partir de uma estratégia conjunta em prol do planejamento de ações climáticas na Bacia. Alguns programas do TTAC e sua manutenção a longo prazo podem contribuir para o sequestro de carbono em sistemas naturais e a mitigação das emissões de gases de efeito estufa por meio da adoção de tecnologias adequadas de geração e uso de energia.

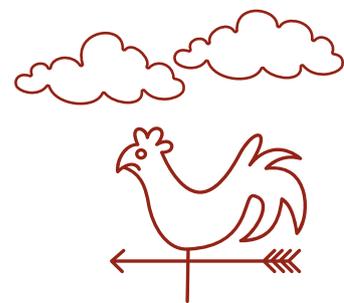
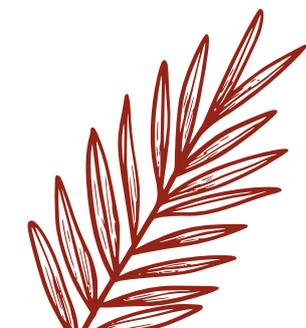
O alcance dos objetivos globais de conservação da natureza e a garantia de resposta adequada às previsões de mudança climática também oferecem oportunidade de mecanismos de precificação de carbono que podem apoiar financeiramente ações que visam reduzir a mudança climática. Outras alternativas podem advir da convergência de atividades já em andamento, como a implementação de Soluções baseadas na Natureza que podem contribuir para a adaptação climática, restauração florestal e redução de emissões.

Como conclusão, o Painel urge a Renova a cooperar plenamente com suas partes interessadas e instituições parceiras, incluindo o



Ministério Público e o poder judiciário, para integrar considerações sobre a mudança climática em seus programas e fortalecer as capacidades locais e estaduais para adaptação à mudança climática.

As recomendações reforçam a necessidade de cooperação entre as principais partes interessadas e instituições parceiras, incluindo governos estaduais e locais, promotores públicos e o poder judiciário. São elas: (I) Iniciar um diálogo em direção ao desenvolvimento de um Plano de Ação Climática para a Bacia do Rio Doce; (II) Propor que o CIF e outras entidades integrem a perspectiva da mudança climática em uma revisão oportuna dos programas relevantes do TTAC; (III) Adotar Soluções Baseadas na Natureza (SbN) ao considerar alternativas tecnológicas de remediação, restauração e compensação; e (IV) Convidar governos estaduais e locais a desenvolver suas capacidades e empreender ações preparatórias para se adaptarem à mudança climática.



ABORDAGENS FONTE-MAR E DE PAISAGEM: INTEGRAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NA RESTAURAÇÃO DA BACIA DO RIO DOCE

Palestrantes

Maria Cecília Wey de Brito

Francisco Barbosa



Com área de 86.715 km² e 3,2 milhões de habitantes, a bacia do Rio Doce é a bacia hidrográfica mais importante exclusiva à região Sudeste do Brasil. Desde o rompimento da barragem de Fundão, um volume considerável de conhecimentos técnico-científicos e recursos financeiros têm sido investidos para mitigar seus impactos. No entanto, como o rio não é um elemento isolado e sim parte de um todo, se faz necessário que o processo de restauração deve incluir também as paisagens do entorno, incluindo as áreas costeiras e marinhas adjacentes. Para obter sucesso, a restauração também exige uma abordagem integradora que considere todos os aspectos ambientais, sociais, financeiros, econômicos e culturais desta região única.

No terceiro relatório temático (Brito et al., 2021), o Painel do Rio Doce³ discute que nos esforços de restauração Bacia do Rio Doce, duas abordagens integradoras poderiam ser utilizadas: a abordagem fonte mar e a abordagem de paisagem.

A abordagem Fonte-mar é amplamente usada para analisar uma bacia hidrográfica em seu nível mais alto de interdependência e influência ecológica. Ela expressa a escala e os elementos necessários para lidar com sistemas complexos de governança e territórios vastos. Já a abordagem de paisagem integrada busca entender a inter-relação entre os aspectos físicos e ambientais e os fatores sociais, econômicos e culturais que regem sua natureza e suas tendências. Com essa abordagem é possível equilibrar demandas concorrentes e desenvolver políticas e práticas que possibilitam usos múltiplos da terra com o envolvimento de diversas partes interessadas.

³O Painel do Rio Doce é um Painel Independente de Assessoramento Científico e Técnico (ISTAP, na sigla em inglês) convocado e administrado pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Composto por especialistas nacionais e internacionais que acumulam grande conhecimento técnico, qualificações acadêmicas e conhecimentos locais, o Painel tem caráter técnico, independente e multidisciplinar, e reúne recomendações em diferentes níveis.



O Painel também traz informações e dados selecionados sobre a qualidade física, química e biológica da água e uma visão geral da biodiversidade terrestre, de água doce e marinha na bacia do Rio Doce desde o rompimento da barragem até o momento atual. Também apresenta uma revisão das abordagens integradas já adotadas nas ações de restauração do Rio Doce, com foco nos programas do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta, cuja concepção incorpora, em alguns aspectos, as abordagens fonte-mar e de paisagem.

Brito et al. (2021) apontam caminhos para a criação de uma abordagem conjunta para restaurar a qualidade da água e a biodiversidade na bacia do Rio Doce, aproveitando as ações já implementadas pela Fundação Renova e seus parceiros.

A partir de um embasamento teórico das condições da bacia e o levantamento dos programas do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta, o Painel propõe que a Fundação Renova, organizações de partes interessadas e tomadores de decisão integrem as abordagens de fonte-mar e paisagem às estratégias já existentes para melhor avaliar as interações entre a qualidade da água e a conservação da biodiversidade, juntamente com os elementos sociais, econômicos, culturais e ambientais críticos para a bacia hidrográfica e para as áreas costeiras e marinhas associadas, adotando uma perspectiva de longo prazo.

A partir de uma abordagem combinada entre o sistema fonte-mar e paisagem fará com que todos os atores pertinentes da bacia hidrográfica compreendam melhor as interconexões entre a governança, as pessoas e o espaço, além de facilitar a definição das prioridades, a alocação dos recursos e o planejamento de longo prazo.

Para restaurar a paisagem e o sistema fonte-mar como um todo



a um estado mais saudável e sustentável do que antes do desastre e para contribuir para a resiliência do ambiente natural e dos meios de subsistência locais, é necessário integrar as ações que ocorrem dentro da bacia hidrográfica, enfatizando não só o escoamento essencial da água, mas também ações a partir da cabeceira que seguem pela foz do rio e se expandem para as áreas costeiras e marinhas adjacentes.



Figura 1: Ilustração do sistema fonte-mar. Fonte: : © Painel do Rio Doce (2021).

Nesse sentido, os esforços devem incluir os processos que ocorrem dentro do canal do rio, mas também devem refletir as características sociais, econômicas, culturais e ambientais de toda a bacia hidrográfica para configurar uma abordagem de paisagem integrada e em várias escalas. Adicionalmente, ter uma definição clara dos



objetivos, participação colaborativa, abordagens transdisciplinares e intersetoriais, gerenciamento da capacidade adaptativa e um processo interativo são processos fundamentais para lidar com a complexidade inerente ao sistema e elaborar e implementar planos para o futuro.

Visando contribuir para o objetivo de garantir a restauração eficaz da bacia hidrográfica como um todo, o Painel do Rio Doce faz as seguintes recomendações:

Adotar a abordagem fonte-mar e uma abordagem de paisagem integrada nos esforços de restauração da bacia do Rio Doce.

Realizar uma ampla avaliação dos dados do Programa de Monitoramento Quali-Quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (PMQQS) para priorizar as ações direcionadas à melhoria contínua das características ambientais do Rio Doce.

Usar o programa de monitoramento da água existente para aumentar a capacidade da região de monitorar os impactos potenciais na qualidade da água e biota associados ao surgimento de compostos poluentes sinérgicos

Fortalecer o apoio técnico aos esforços dos municípios para implementar um programa abrangente, inovador e customizado de saneamento básico na bacia hidrográfica.

Expandir o atual plano de monitoramento da biodiversidade para informar e priorizar as atividades de restauração.

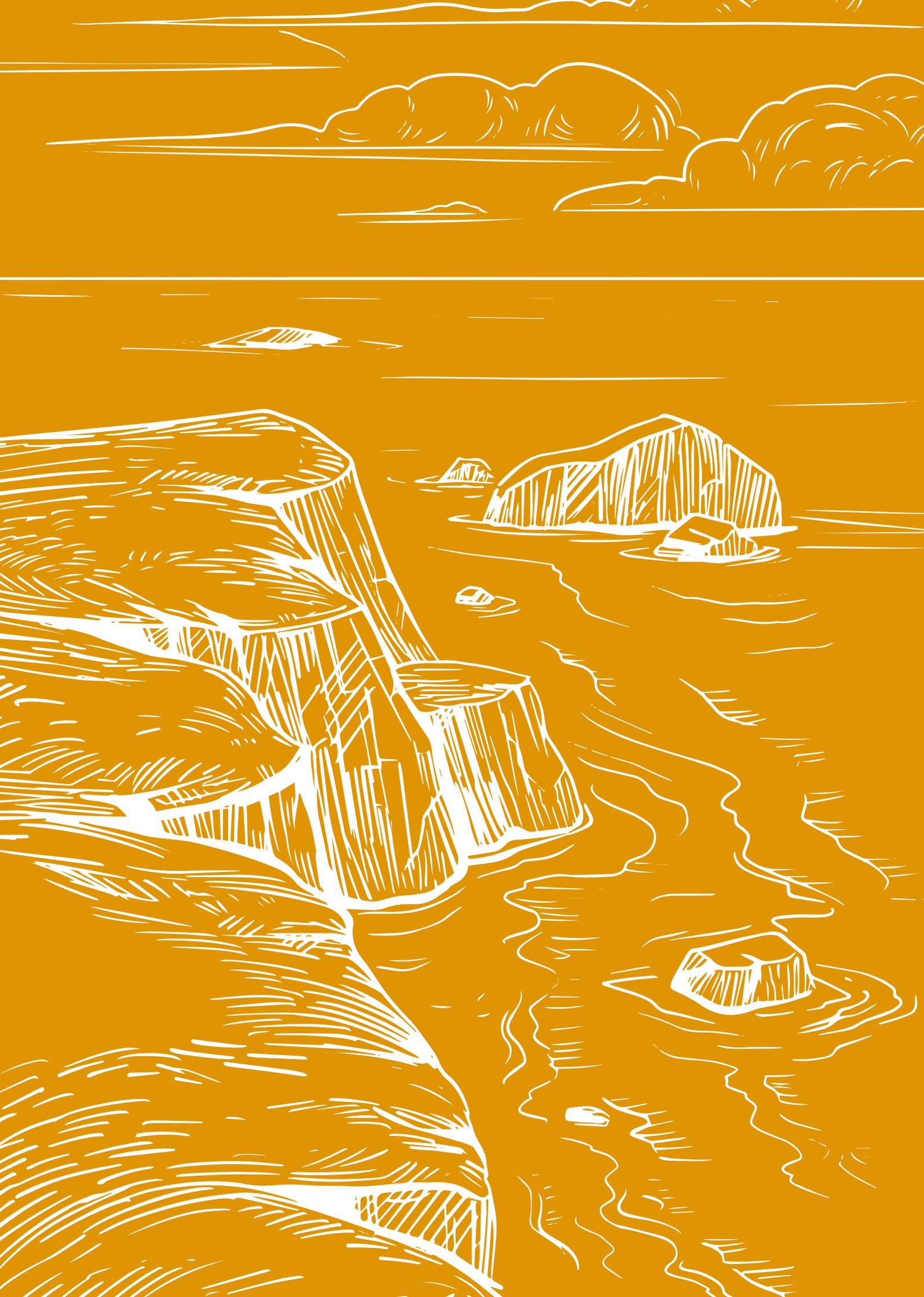


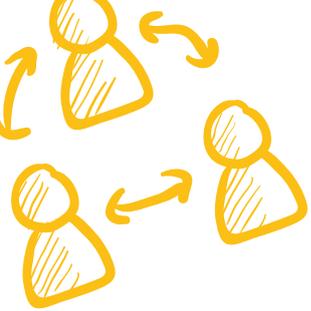
DA RESTAURAÇÃO À GOVERNANÇA RESPONSIVA: O RIO DOCE APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

Palestrantes

Christianne Maroun

John Renshaw





O desastre que ocorreu em 2015 com o rompimento da Barragem de Fundão exigiu uma resposta imediata e um esforço coordenado envolvendo diversos atores devido à sua magnitude e à complexidade da região. Em vista da necessidade de alcançar resultados tangíveis em curto prazo, as autoridades públicas e as empresas responsáveis pelo desastre chegaram a um acordo e criaram um sistema transitório composto por 42 programas de reparação e compensação.

O acordo inicial (Termo de Transação e Ajustamento de Conduta - TTAC) criou a Fundação Renova e o Comitê Interfederativo (CIF) para, respectivamente, implementar e supervisionar a agenda de restauração. Outro acordo firmado em 2018, chamado Termo de Ajustamento de Conduta - Governança (TAC-GOV), previa a implementação de uma série de mecanismos para facilitar a participação das partes interessadas, especialmente das pessoas atingidas pelo desastre. O sistema de governança continua enfrentando dificuldade de implementação que impedem o cumprimento de seus objetivos, representando uma grande lacuna no processo de restauração.

Os estudos, dados, sistemas de informações e, sobretudo, a capacidade desenvolvida no âmbito dos programas do TTAC correm o risco de se perder se não forem integrados a estruturas permanentes de governança na região capazes de garantir sua continuidade.

No seu quarto relatório (Maroun et al., 2021), o Painel do Rio Doce traz uma visão geral do sistema atual de governança e recomenda maneiras de garantir que os investimentos feitos ao longo do processo de reparação possam aprimorar uma governança de longo prazo e composta por múltiplas partes interessadas da região, adotando uma perspectiva fonte-mar.



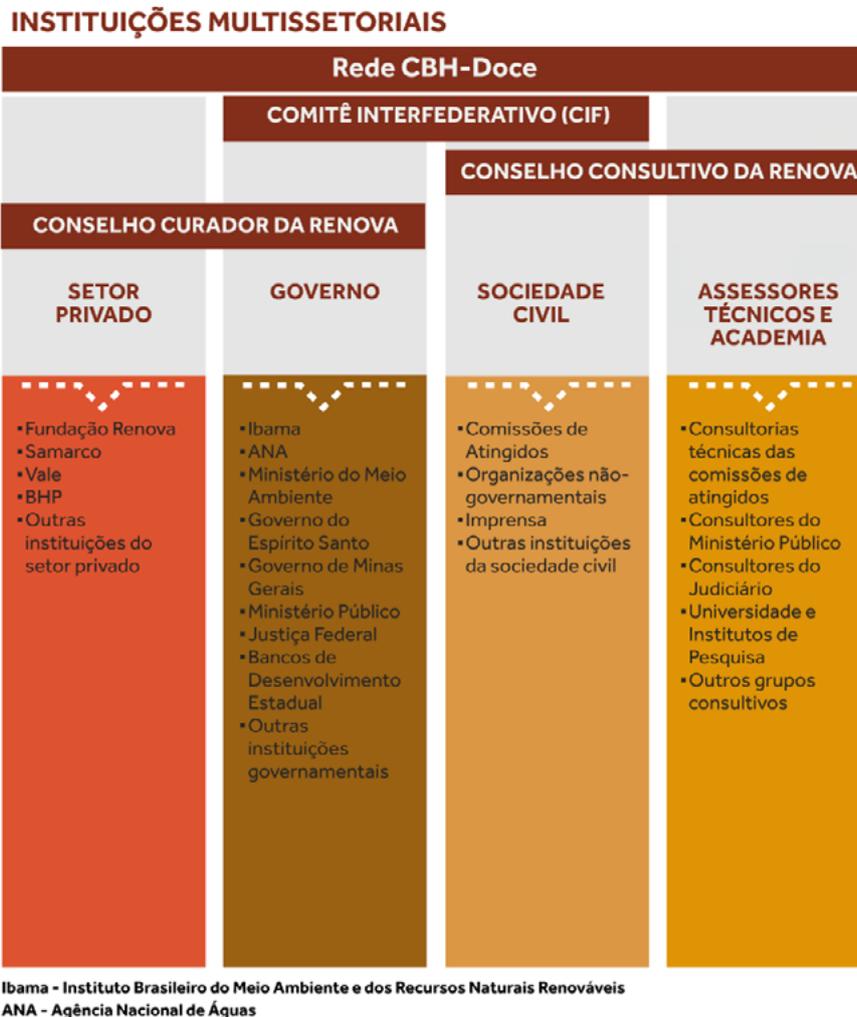
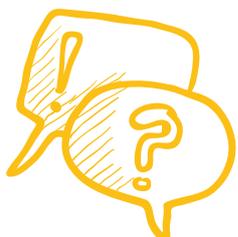
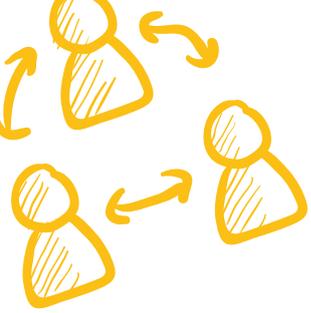


Figura 1: Os quatro grupos de partes interessadas envolvidos na governança da restauração do Rio Doce após o desastre da Barragem de Fundão

A melhoria da governança na região é fundamental para mitigar os impactos causados pelo desastre e promover o desenvolvimento econômico e social sustentável das comunidades presentes nas paisagens afetadas. Em termos práticos, a atual estrutura de governança das atividades de restauração precisa apoiar a governança de longo





Da restauração à governança responsável: O Rio Doce após o rompimento da Barragem de Fundão

prazo permeando os três eixos estruturais: I) engajamento, participação social e promoção de sinergias entre as partes interessadas; II) o papel da transparência e da comunicação eficaz na boa governança; e III) recursos financeiros adequados para os planos e programas.



Em consonância com estes eixos estruturais da boa governança, o conhecimento da situação da bacia hidrográfica do Rio Doce e as lacunas no sistema de governança atual, as partes interessadas devem considerar algumas premissas detalhadas a seguir.

A “linha de base” a partir da qual a restauração do Rio Doce está sendo desenvolvida deve ser fundamentada em uma análise científica da situação da região e desenvolvida por meio do engajamento com as comunidades atingidas e outras partes interessadas relevantes.

A comunicação deve ir além da divulgação de informações e ser um processo que garanta que as pessoas atingidas e outras partes





relevantes estejam plenamente cientes dos vários aspectos das questões críticas que enfrentam, evitando a armadilha de dar mais ênfase às boas notícias ou de tecer uma visão unilateral da realidade na região.

Medidas para garantir a participação efetiva das pessoas mais diretamente afetadas pelo desastre e fortalecer as instituições permanentes da região.

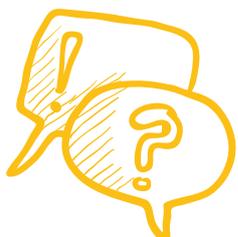
Planejamento da transição para a era pós-Renova com a participação das partes interessadas em todo o sistema fonte-mar. Dessa forma será possível planejar o legado do trabalho da Fundação Renova, com indicações das principais melhorias realizadas durante o processo de restauração.

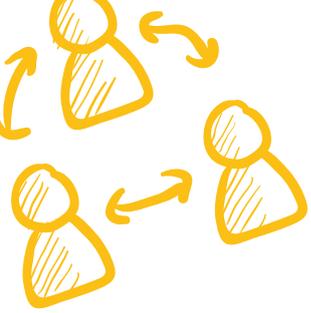
O Painel também aponta o legado dos esforços de restauração, destacando a escala dos investimentos realizados até o momento, proporcionando uma oportunidade de instituir-se um modelo de boa governança com base em uma abordagem efetivamente participativa. Também ressalta a importância da criação de um ou mais repositórios para as informações produzidas e de um programa de comunicação para garantir a acessibilidade às informações para todas as partes interessadas e sua inteligibilidade para o público em geral.

Com base nas conclusões do relatório e em consonância com sua visão, o Painel recomenda:

Construir uma visão comum para o sistema fonte-mar do Rio Doce: é necessário acordar uma visão comum para o futuro sustentável do sistema fonte-mar do Rio Doce. Essa visão deve ser construída por meio de um processo participativo que envolva as comunidades locais e outras partes interessadas que integram o processo de restauração.

Preparar a transição para a era pós-Renova: A Fundação Renova





Da restauração à governança responsável: O Rio Doce após o rompimento da Barragem de Fundão

não é responsável pelo desenvolvimento de longo prazo da região e, portanto, a Fundação, os governos estaduais e o CIF devem chegar a um acordo quanto aos processos e arranjos necessários para a eventual transição para a era pós-Renova.

Criar um repositório de dados, informações e documentos: Com o apoio do CIF, Fundação Renova deveria identificar e desenvolver um ou mais mecanismos para manter e atualizar os dados, informações e documentos gerados pelos programas do TTAC e todos os estudos relacionados.

Envolver ainda mais o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce nos esforços de restauração: Incentiva-se que a Fundação Renova e o CIF apoiem o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce) para fortalecer sua atuação no processo de restauração.



MONITORAMENTO DOS MANGUEZAIS ATINGIDOS PELO REJEITO DA BARRAGEM DE FUNDÃO

Autores

Mônica Maria Pereira Tognella,
Antelmo Ralph Falqueto,
Helia Del Carmen Farias
Espinoza,
Andreia Barcelos Passos Lima Gontijo,
Saulo Furtado Ronconi Vieiras,
Ivoney Gontijo,
Adriano Alves Fernandes,
Edilson Romais Schmildt,
Mário Luiz Gomes Soares,
Dielle Meire de Santana Lopes,
Ully Depolo Barcelos,
Verônica D'Addazio,

Karen Otoni de Oliveira Lima,
Sávia Soares Pascoalini,
Neilson Victorino de Brites Júnior,
Laís Altoé Porto,
Eduardo de Almeida Filho,
Camila Patrício de Oliveira,
Raquel Vidal dos Santos Leopoldo,
Samira Leite,
Marcelo Barcellos da Rosa,
Marcos Paulo Berribilli,
Fabian Sá,
Renato Rodrigues Neto,
Renato David Ghisolfi,
Jacqueline Albino.





Introdução

O rompimento da Barragem de Fundão liberou na bacia hidrográfica algo entre 16 a 24 piscinas olímpicas de sedimentos provenientes da mineração. Este volume foi sendo depositado ao longo dos canais e margens dos rios Gualaxo do Norte, Doce e na zona costeira, sendo o maior desastre ambiental do Brasil até 2015.

Os órgãos ambientais brasileiros ajustaram com as operadoras financeiras da Samarco o Termo de Transação e Ajuste de Conduta (TTAC), onde entre vários acordos foi firmado o Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA). Com isto, os manguezais que estiveram sujeitos ao contato com a pluma de rejeitos passam a ser monitorados quanto ao impacto. A pluma de rejeitos em superfície se dispersou ao longo do litoral brasileiro envolvendo os ambientes costeiros situados ao norte do Rio Doce até Caravelas (≈ 236 km) e ao sul deste, até o município de Aracruz (≈ 40 km).

Material e Métodos

Área de Estudo

Os manguezais monitorados pelo PMBA possuem diferentes características ambientais (clima, geomorfologia, geologia, marés e vazões fluviais) e envolvem os ambientes costeiros classificados como Deltas (Rio Doce e Caravelas), Lagunas e Cordões com domínio de ondas e marés (Rios São Mateus, Mariricu, Ipiranga e Riacho) e estuários de vales afogados (Rios Piraquê-Mirim e Piraquê-Açu) onde ocorre o domínio das marés sobre a vazante do rio e manguezais costeiros,



Monitoramento dos manguezais atingidos pelo rejeito da Barragem de Fundão

como aqueles da Unidade de Conservação Costa das Algas (Figura 1).



Figura 1: Descrição das áreas de estudo com a localização geográfica dos pontos amostrais em cada estuário.



Planejamento Amostral

A geodiversidade ambiental dos manguezais resulta em diferentes comportamentos da maré no estuário e com isto a distribuição dos impactos via costeira ou fluvial. Desta forma, o planejamento amostral envolveu seleção de três pontos amostrais dentro do estuário sendo o primeiro situado na foz, o segundo em posição intermediária e o terceiro e último em região a montante contendo florestas expressivas de manguezal (Figura 2).

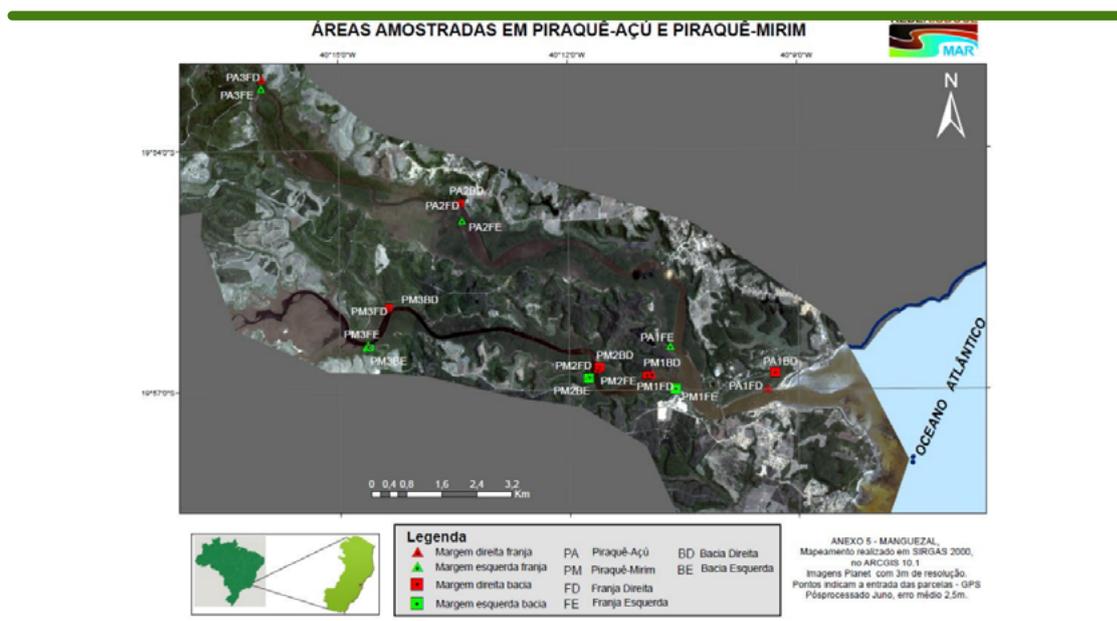


Figura 2: Descrição da distribuição dos pontos amostrais nos estuários com localização próxima a foz (ponto 1), intermediária (ponto 2) e a montante perto da porção final do manguezal no estuário (ponto 3) em ambas margens (verde e vermelho) e caracterizando as florestas de franja (triângulos) e de bacia (quadrados).

Assim como a maré induz a distribuição de salinidade e outros elementos desde a foz até a região montante do rio, ela também



influencia a intrusão salina e material em suspensão e/ou dissolvido para o interior da floresta de manguezal. Desta forma, as áreas mais frequentemente alagadas do manguezal são denominadas de florestas de franja e aquelas com menor inundação, em geral, ocorrendo somente nas grandes marés (sizígia), de florestas de bacia (Figura 3).

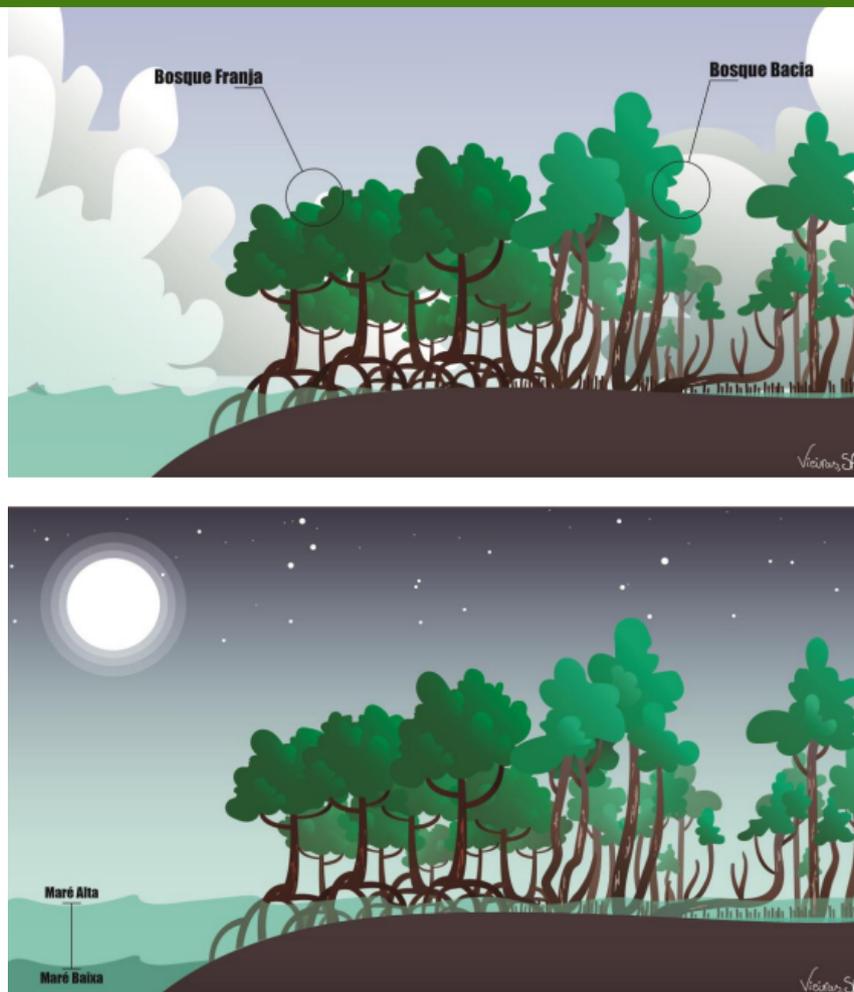
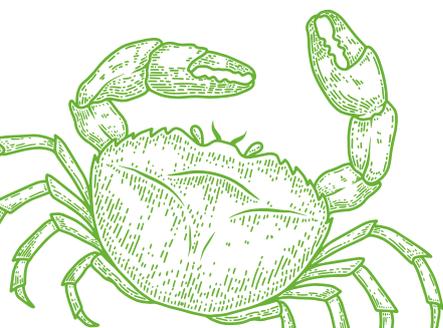


Figura 3: Descri o das florestas de Franja (maior frequência e amplitude de inunda o) e de Bacia (menor frequência e amplitude de inunda o) representadas em maré de quadratura (menor amplitude de onda) e de sizígia (maior amplitude de onda).





Procedimentos

Os metais presentes nos rejeitos da mineração que não são tóxicos, são considerados como nutrientes necessários ao desenvolvimento dos organismos (fauna e flora). Com este conhecimento, entende-se que estes elementos só serão nocivos em grandes concentrações (agudo) ou quando são persistentes (crônicos) no ambiente, levando ao acúmulo do metal ao longo da vida do organismo por ingresso sucessivo, isto é, ao longo dos anos de contaminação. Outra forma é ter o acúmulo (bioacumulação) no organismo e este ao ser comido por um predador passa a transferir sua contaminação, ocorrendo a biomagnificação.

Cientes disto, foram planejadas ações de pesquisa que pudessem identificar como estava ocorrendo a bioacumulação e como isto poderia levar a biomagnificação para entendermos os efeitos negativos dos metais presentes no rejeito da mineração sobre a floresta de manguezal.

Tendo em vista que as contaminações persistentes, muitas em baixas concentrações, podem comprometer em longo prazo, previmos a determinação do comprometimento da produção de energia fotoquímica (fluorescência) e da aquisição de gás carbônico (denominada de fotossíntese). Processos necessários para o crescimento das plantas na floresta e para produção de alimentos para a fauna (Figura 4).



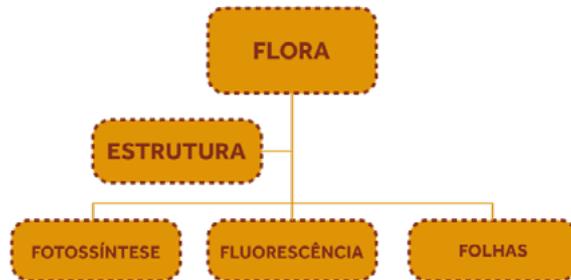


Figura 4: Esquema descrevendo os indicadores biológicos para os estudos de monitoramento da flora com imagens de coleta de dados em campo. Da esquerda para direita: Fotossíntese (assimilação de carbono), fluorescência (dissipação de energia calórica) e coleta de folhas para análise de pigmentos (clorofila a), atividade antirradicalar (DPPH) e concentração de metais.

Para a fauna buscamos analisar como estava a distribuição de indivíduos juvenis e adultos (idade reprodutiva) na população. Este censo populacional com a distribuição das densidades de indivíduos nos diferentes tamanhos e a identificação da proporção de machos em relação as fêmeas colaboram para o entendimento do impacto dos rejeitos sobre as larvas na região costeira ou sobre os demais organismos no manguezal se estiver com contaminação crônica ou aguda. Os dados de fecundidade permitem interpretar se os metais no sedimento, na água ou no alimento estão provocando declínio no número de descendentes por indivíduo (Figura 5).

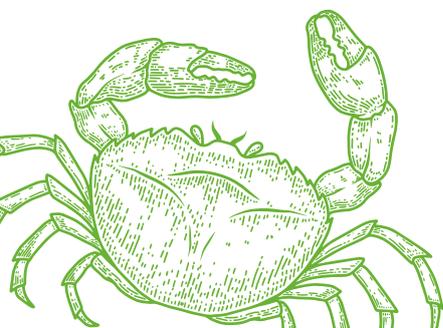




Figura 5: Esquema descrevendo os indicadores biológicos para os estudos de monitoramento da fauna com imagens de coleta de dados em campo. Da esquerda para direita: contagem e medida das galerias (tamanho do indivíduo e densidade), fecundidade (separação individual dos ovos para contagem) e biometria (comprimento e largura da carapaça).

As análises do sedimento com coletas nas florestas onde estão sendo estudadas a vegetação e a fauna (*Caranguejo-uçá - Ucides cordatus* e *guaianum - Cardisoma guanhumi*) permitem avaliar se a contaminação está sendo crônica e se foi aguda em algum momento.

Resultados e Discussões

A figura 6 descreve os impactos observados na flora do manguezal nos estuários. O mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) registrou maior acúmulo de Manganês (Mn) foliar. Este efeito crônico está

alterando o metabolismo oxidativo do mangue vermelho com a formação de radicais livres avaliados pela técnica do DPPH. Estes resultados indicam menor capacidade oxidante da planta confirmada pela diminuição da assimilação de carbono (A) nas florestas dos rios Piraquê-Mirim, Caravelas e São Mateus.

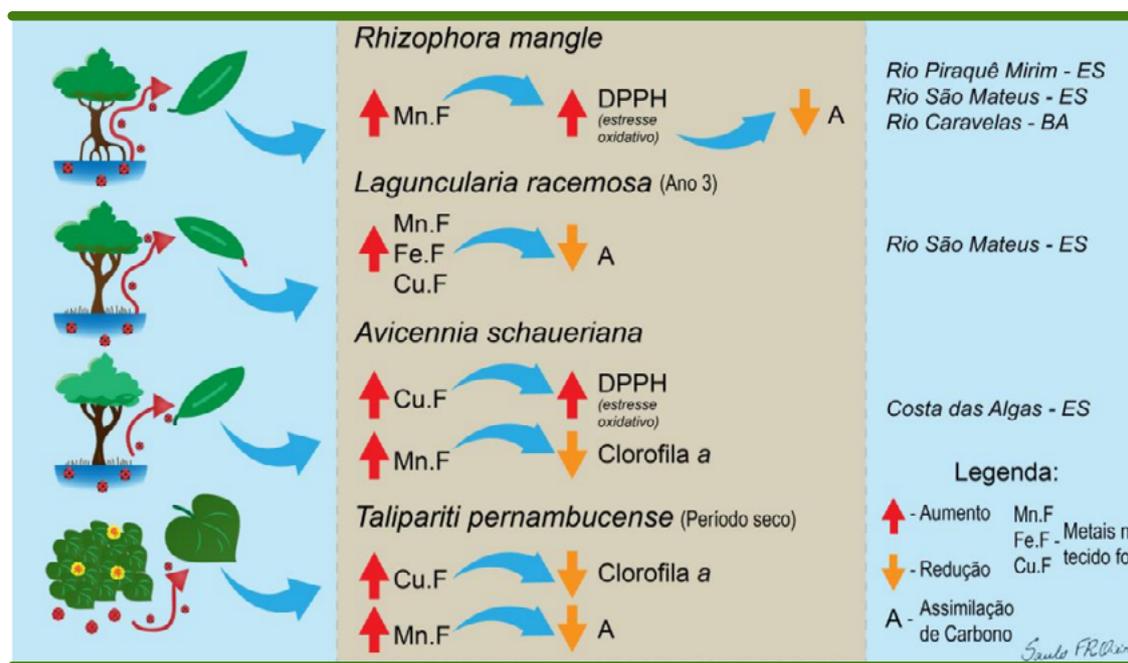
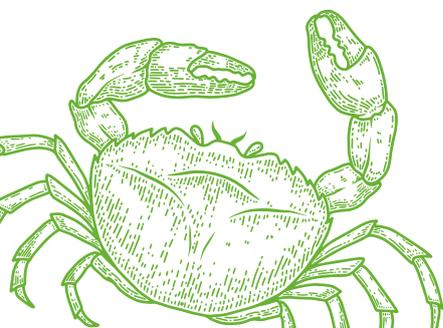


Figura 6: Descrição esquemática dos impactos causados pelo acúmulo dos metais foliares para as espécies de mangue e as alterações da fisiologia da planta com base nas análises dos indicadores biológicos (processos funcionais) nos estuários.

A espécie mangue branco (*Laguncularia racemosa*), devido suas características fisiológicas apresenta maior acúmulo de Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Mn nas suas folhas apresentando somente diminuição da assimilação no rio São Mateus, sem maiores danos que possam definir estresse oxidativo até o momento.

Avicennia schaueriana (mangue preto) é a espécie dominante





nos manguezais dos lateritos (únicos na costa capixaba), na Costa das Algas. A presença de Cu e Mn nas suas folhas indicam efeito crônico com registro de estresse oxidativo e diminuição na produção de clorofila a, principal pigmento para o transporte de elétrons na parte fotoquímica da fotossíntese (Figura 6). A guacima-do-mangue (*Talipariti pernambucense*) registrou aumento de Cu e Mn nas folhas com drenos na produção de clorofila a e na assimilação do carbono. Esta espécie, também conhecida como algodão-do-mangue é a única existente na região intertidal (espaço terrestre/costeiro de transição entre emersão e submersão pela onda de maré) do Rio Doce.

Os caranguejos uçá apresentam concentração mais elevada de metais do rejeito em alguns estuários. Estes estudos realizados pelo grupo de pesquisa do professor Adalto Bianchini reportaram ocorrência de maiores concentrações alternando entre brânquias, hepatopancreas e músculo. As interpretações ecológicas realizadas para estes estudos são de que estes uçás estão em estuários onde as concentrações agudas quando ocorrem associadas as brânquias e crônicas quando os metais já são observados em maiores concentrações no hepatopancreas e na musculatura. Entretanto, como não há um limite de concentração conhecido como diagnóstico de toxicidade para a espécie torna-se difícil definir contaminação deste recurso pesqueiro.

Em relação aos dados de densidade populacional, para os primeiros dois anos de monitoramento, foi observado que a densidade flutua ao longo do ano, mas entre anos descreve uma condição constante. Este dado, ainda que não descreve alterações em curta escala de tempo, permite compreender que a população de uçá tem se mantido mesmo com o esforço pesqueiro sobre este recurso (Figura 7). A análise serve de referência para a análise de diminuição futura da densidade ou do



tamanho dos indivíduos, isolando a captura do recurso sobre os efeitos da contaminação.

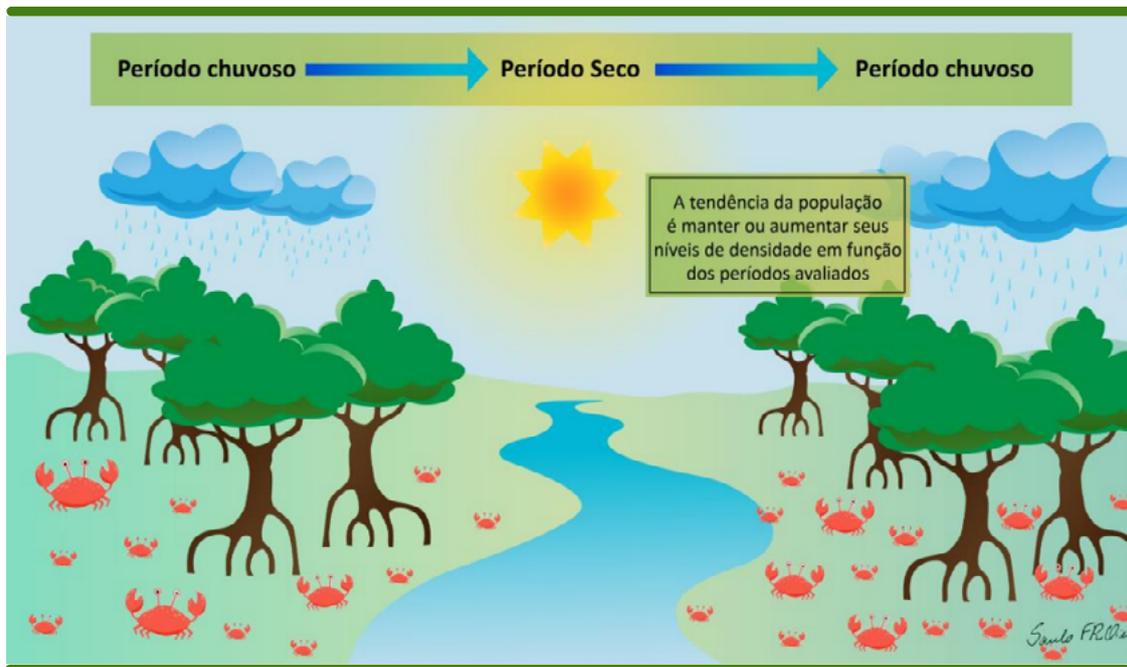
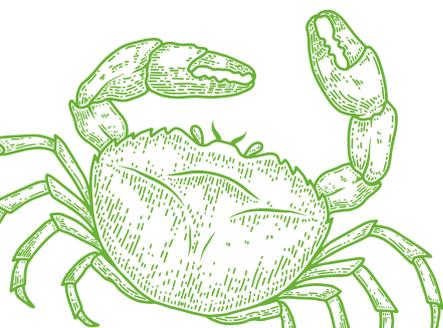


Figura 7: Descrição da variação anual na densidade e tamanho dos indivíduos nas populações do caranguejo uçá (*Ucides cordatus*) nos estuários reportando em curto prazo baixo impacto provocado pela captura do recurso.

O monitoramento identificou o ingresso do caranguejo uçá no Rio Doce. Esta espécie não tinha registro de ocorrência neste rio por ser um organismo fortemente associado aos manguezais e este ecossistema não ocorre neste rio devido as baixas salinidades registradas. O depósito de sedimentos provenientes do rejeito na zona costeira provocou alterações na dinâmica costeira e no transporte de sedimentos, diminuindo a declividade das praias ao norte da desembocadura do Rio Doce e este fato pode ter contribuído para maior intrusão salina (observada por registros de salinidade acima de 7 psu), permitindo o





acesso e permanência de juvenis do uçá. Este caranguejo competiu por habitat com o guaiamum que era a única espécie de caranguejo nesta região intertidal do Rio Doce (Figura 8).

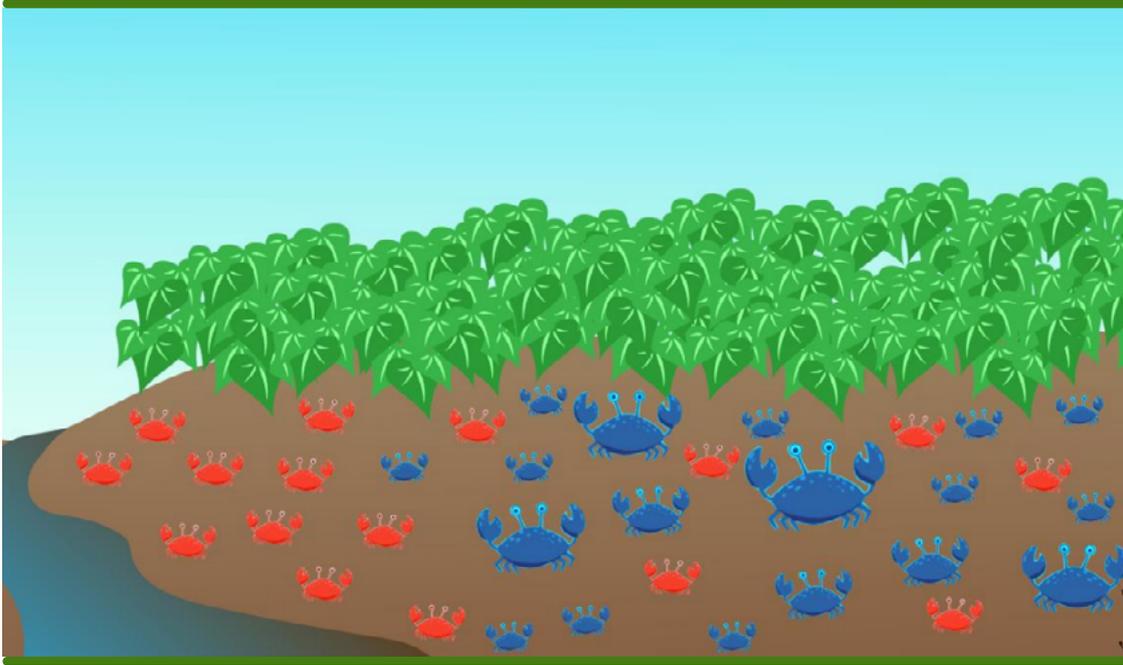
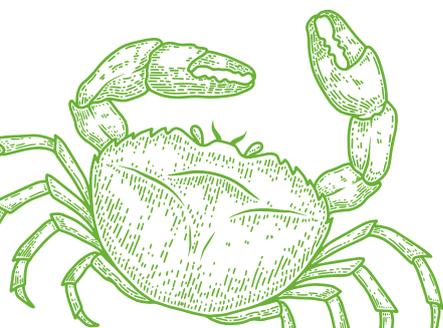


Figura 8: Descrição da competição provocada por caranguejo uçá (*Ucides cordatus* – caranguejos vermelhos) por habitat com o guaiamum (*Cardisoma guanhumi* – caranguejos azuis) nas áreas de guacima-do-mangue (*Talipariti pernambucense*) localizadas no rio Doce.



Conclusões

- A geodiversidade, diferenças climáticas e influência oceânica explicam padrões de contaminação distinto entre estuários.
- Fisiologia das plantas de mangue e associadas descrevem os diferentes comportamentos entre elas e suas respostas aos distintos metais.
- Os metais serão fonte de contaminação em longo prazo para o sistema costeiro e para os manguezais associados a área de influência do rio Doce (tanto ao sul quanto ao norte deste ambiente).
- A resiliência dos manguezais e suas espécies engenheiras permitem ajuste aos contaminantes de origem natural com tendência a manter o equilíbrio do ecossistema.
- Persistência do contaminante e sinergismo com outros impactos naturais (mudanças climáticas, uso da água) ou antropogênicos (petróleo e derivados, urbanização) podem diminuir a resiliência do ecossistema, levando a perda de serviços ecossistêmicos.





CONHEÇA MAIS

As gravações dos webinários Conhecimento em Pauta estão disponíveis na plataforma interativa do CIT. Lá também é possível consultar os estudos que basearam as palestras.

ACESSE

Ciência cidadã na bacia do Rio Doce: Monitoramento hídrico participativo

→ 1º Webinário - Vera Lúcia de Miranda

 Assista aqui

Integração da perspectiva mudança climática na restauração da Bacia do Rio Doce

→ 2º Webinário - Christianne Maroun e
Peter May

 Assista aqui

Abordagens fonte-mar e de paisagem: integração da qualidade da água e conservação da biodiversidade na restauração da bacia do Rio Doce

...→ **3º Webinar - Maria Cecília Wey de Brito e Francisco Barbosa**

 **Assista aqui**

Da restauração à governança responsiva: O Rio Doce após o rompimento da Barragem de Fundão

...→ **4º Webinar - Christianne Maroun e John Renshaw**

 **Assista aqui**

Monitoramento dos manguezais atingidos pelo rejeito da Barragem de Fundão

...→ **5º Webinar - Mônica Maria Pereira Tognella**

 **Assista aqui**

www|



PARTICIPE DA CONSTRUÇÃO DO ACERVO DIGITAL SOBRE O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO



Para participar, acesse:

citdoriodoce.org



[clique aqui!](#)

