PROPOSTA DE

ADITIVO DO PLANO DE TRABALHO ENTRE UFOP E POTAMOS

1. **TÍTULO DO PROJETO**

PROJETOS DE ENGENHARIA PARA SUBSIDIAR A RECUPERAÇÃO E RENATURALIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO APÓS REMOÇÃO DO REJEITO PROVENIENTE DE EVENTO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM

2. **OBJETO**

O objeto é o aditivo contratual da contratação de serviços técnicos especializados no contexto de Pesquisa e Desenvolvimento para subsidiar a recuperação e renaturalização da bacia do Ribeirão Ferro-Carvão após e durante a remoção do rejeito proveniente de evento de rompimento de barragem.

3. **INTRODUÇÃO**

Após o evento de rompimento da barragem de rejeitos, denominada Barragem 1, na mina Córrego do Feijão em 25 de janeiro de 2019, surgiram diversas demandas técnicas científicas que visam ações do diagnóstico e de remediação dos impactos causados ao longo da bacia hidrográfica.

A onda de rejeitos, na ruptura da barragem, propagou-se ao longo do vale do ribeirão Ferro e seus afluentes, causando significativa alteração na morfologia fluvial, seja pelo efeito de erosão de camadas de solos aluvionares, seja pela deposição de uma mistura de rejeitos com sedimentos e detritos ao longo de sua calha fluvial e planície de inundação e em áreas de remanso de seus afluentes.

Com essas alterações morfológicas, que incluíram a ruptura de antigos reservatórios de contenção de sedimentos da Mina Córrego do Feijão, alterou-se significativamente a conectividade e funcionalidade ambiental da bacia. Diversos trabalhos foram necessários para acompanhar e quantificar o volume de rejeito depositados ao longo da bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão, assim como foram demandadas ações de remediação dos impactos causados, voltados para a recuperação e renaturalização da bacia.

Das principais demandas, que estão dentro das exigências emitidas pelo MPMG, órgãos ambientais e sociedade, cita-se a necessidade de recuperação socioambiental. Com o processo de remoção do rejeito depositado na bacia e vale do ribeirão Ferro-Carvão uma nova topografia dos vales impactados tem sido revelada. Dessa maneira, faz-se necessário o estudo hidrodinâmico e do dimensionamento do canal. Porém, a ausência de monitoramento e registros sistemáticos na bacia, para a condição pré-rompimento, tem se mostrado um desafio técnico científico para a determinação da configuração que se deseja restituir na bacia.

Com o avanço na elaboração de estudos de base e trabalhos de remoção e manejo de rejeitos, em face da topografia que vem sendo revelada ao longo da bacia, torna-se necessário o aprofundamento desses

estudos, com foco no acompanhamento da remoção e reconformação de terrenos, bem como conceituação de soluções, elaboração de estudos e projetos de engenharia, tanto para o detalhamento dos projetos de recuperação dos fundos de vale quanto para estabilização e proteção de taludes e encostas.

A POTAMOS, instituição financiadora do projeto em voga, é uma empresa de engenharia de recursos hídricos e geotecnia que tem atuado em diversas frentes de trabalho para atender a demanda de trabalhos técnicos científicos voltados para áreas de engenharia de recursos hídricos e hidrossedimentologia.

Devido a complexidade do contexto de recuperação da bacia hidrográfica do Ferro-Carvão impactada, a POTAMOS tem buscado estruturar intercâmbios e aprofundamentos de metodologias e conhecimentos científicos juntos com instituições de ensino como a UFOP. Até o momento, o projeto em voga atuou no projeto conceitual do curso de água principal do ribeirão Ferro-Carvão (aproximadamente 12km de extensão) e a nível executivo em dois afluentes do ribeirão Ferro-Carvão, denominados de Remanso 1b e Remanso 2 (totalizando aproximadamente 2,2km). Um levantamento dos cursos de água afetados pelo rompimento da Barragem 1 gira em uma extensão total de 20 km, sendo que atualmente, apenas cerca de 2,2 km possuem projeto executivo.

Assim, de maneira geral, o escopo do projeto e respectivo plano de trabalho compreende a definição e concepção de projetos de engenharia a nível executivo dos trechos ainda não abordados, visando as especificidades de cada trecho, buscando uma recuperação fluvial e da bacia hidrográfica com vista na aderência da topografia sub-rejeitos que subsidiou os projetos conceituais de recuperação, de maneira a permitir o adequado detalhamento de projetos para execução das diversas ações que se fazem necessárias para a recuperação ambiental e renaturalização do ribeirão Ferro-Carvão, assim como seus afluentes.

4. JUSTIFICATIVA E ESTADO DA ARTE

Dentro do contexto da avaliação do impacto do rompimento da Barragem 1 e de proposições de restauração e remediação dos impactos causados, um estudo multidisciplinar é necessário.

Devido a carência de dados disponíveis na bacia hidrográfica na condição pré-rompimento, um estudo aprofundado do comportamento sistêmico da bacia também é necessário. As principais disciplinas envolvidas são voltadas às temáticas hidrogeomorfológica, hidrosedimentológicos, hidrológicas, biológicas, hidrodinâmicas, monitoramento e modelagem numérica. Lições já foram aprendidas durante a elaboração dos projetos do Remanso 1B e Remanso 2, porém, cada trecho possui as suas especificidades e deverão ser estudadas durante as etapas de projeto.

Em relação ao comportamento hidrodinâmico, a forma e dimensão da seção transversal de um curso de água, assim como a sua declividade longitudinal, a sua sinuosidade e a composição do sedimento do leito são parâmetros físicos que afetam o habitat aquático e devem ser levadas em conta para a elaboração e implementação de um projeto de recuperação de um canal fluvial natural. Portanto, o comportamento hidrodinâmico do escoamento deve ser estudado e quantificado para condições extremas (cheia e seca) e para condições normais (vazões com maior permanência).

Para promover a diversidade de habitat, algumas estruturas que promovem a deflexão de fluxo, a dissipação de energia de canais, e a variação de condições hidrodinâmicas no escoamento, como por exemplo estruturas J-Hook Vane, W-Weir, Cross-Vane, Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), Water Sensitive Urban Design (WSUD), entre outras, têm sido utilizadas (ALENCAR, 2017; ROSGEN, 2001). Tais estruturas visam o controle do escoamento fluvial e a diversificação de características hidrodinâmicas de leitos fluvias, influenciando e impactando nos aspectos da qualidade da água, diversidade da fauna e flora do local. Essas estruturas ainda possuem o potencial de contribuir para o controle da velocidade do curso, evitando por exemplo a erosão das margens (ROSGEN, 2001).

Para eventos de vazões de grande magnitude (cheias), os canais fluviais naturais devem resultar em inundações, favorecendo a conectividade ambiental entre vale, planície de inundação e a bacia como um todo. O escoamento deve resultar em condições hidrodinâmica para diferentes demandas ambientais para espécies locais. As grandes vazões também devem ser avaliadas para que as estruturas propostas para as soluções de renaturalização permaneçam aptas a manterem-se funcionais em situações de stress provocado pelo aumento de tensões cisalhante e velocidades de escoamento.

Ainda sobre os canais supracitados, em situações de baixas vazões de escoamento (secas), os mesmos resultam em águas rasas e velocidades muito lentas por toda seção molhada, ou em fluxos interrompidos que dificultam o deslocamento e a subsistência das espécies aquáticas. Tradicionais técnicas de engenharia frequentemente utilizadas não visam a heterogeneidade e formas naturais de leitos, provocando a homogeneidade do substrato do leito e margens e, consequentemente, na diminuição da diversidade do habitat. FISRWG (2001) salienta que os cursos de água são ambientes naturalmente dinâmicos e não deveriam possuir estrutura homogênea e rígida. Dessa forma, técnicas de renaturalização deve buscar satisfazer a qualidade ambiental em eventos de baixa vazão.

Nesse contexto, nos últimos anos, diversas foram as iniciativas, em todo o mundo, no sentido de atuar nos sistemas fluviais tanto como resposta à necessidade de preservar recursos essenciais às atividades humanas como também à luz da crescente preocupação com as questões ambientais. Todavia, diversos projetos de restauração fluvial apresentam limitadas abordagens nas ações que envolvem a restauração de processos ecológicos, processos geomorfológicos, ou aspectos ainda mais específicos, como a restauração de habitats para reintrodução de espécies.

Portanto, em vista da carência de metodologias para essa nova abordagem integrada, um aprofundamento das técnicas de revitalização e recuperação de canais, passando pela busca e definições dos equacionamentos, critérios e premissas utilizados na elaboração de intervenções e projetos que visam a recuperação dos canais fluviais. Acrescido da necessidade de avaliar quantitativamente o impacto delas no escoamento no sentido de diversidade de condições hidrodinâmicas e da qualidade ecológica.

5. OBJETIVOS (GERAL E ESPECÍFICOS)

Com a remoção do rejeito na bacia do ribeirão Ferro-Carvão uma nova topografia dos vales impactados foi e está sendo revelada. Portanto, a engenharia deverá atuar, junto a resiliência ambiental, para que a nova condição ambiental possa representar um ambiente sustentável o mais próximo possível da condição pretérita ao rompimento.

O objetivo geral do projeto é realizar o estudo hidrodinâmico para caracterizar e dimensionar a calha fluvial e singularidades estruturais ao longo do curso de água do vale do ribeirão Ferro-Carvão, de seus afluentes impactados e da conectividade dos mesmos no curso de água principal.

Os objetivos específicos do projeto são: (i) definir critérios, metodologias e premissas para dimensionamento de calhas fluviais naturais no contexto de recuperação ambiental; (ii) validar os conceitos estabelecidos pelas diretrizes de recuperação no projeto conceitual; (iii) avaliar o funcionamento hidráulico das soluções propostas; (iv) Avaliar a conectividade ambiental entre o vale e a bacia hidrográfica; (v) Acompanhar a implantação dos projetos; (vi) Acompanhar o monitoramento e analisar a recuperação fluvial.

6. METODOLOGIA

Como premissa básica para a recuperação e restauração da bacia, parte-se do princípio de que os rejeitos depositados nas calhas fluviais e planícies, em sua totalidade, deverão ser removidos. A elaboração do estudo do comportamento hidrodinâmico da calha do ribeirão Ferro-Carvão e o seu dimensionamento é fortemente influenciada pela topografia da região. Portanto, o atual projeto terá como referência a topografia revelada após remoção do rejeito na bacia hidrográfica.

A partir do conhecimento da topografia, a seguinte metodologia será adotada:

- Recebimento, análise e consolidação da base topográfica da superfície sub-rejeitos após os trabalhos de remoção, com a elaboração de MDT – Modelo Digital de Terreno – unificado, que deverá ser empregado em todos os trabalhos na bacia do ribeirão Ferro-Carvão;

- Especificação de levantamentos planialtimétrico-cadastrais e investigações complementares que se fizerem necessários;

- Revisão, detalhamento e ampliação do modelo hidrogeomorfológico, elaborado em trabalhos anteriores com emprego da topografia restituída e do modelo geológico 3D;

- Validação ou redefinição dos perfis longitudinais e das conexões nas confluências e níveis de base, com vistas a modelar os circuitos hídricos ideais a serem adotados em função da topografia revelada;

- Definição do revestimento do material local residual (tipo, características geológico-geotécnicas, espessura, diâmetros, etc.);

- Definição do local e detalhamento dos modelos de preenchimento de fundos de canais;

- Estimativa de volumes e tipos de materiais a serem empregados na recuperação hidrogeomorfológica e vegetal (considerando a integração com as empresas responsáveis pela revegetação e disponibilidade de jazidas de materiais naturais na bacia do Ferro Carvão);

- Avaliação do impacto na hidrodinâmica do escoamento fluvial decorrente de obras/técnicas de contenção/estabilização de eventuais pontos de erosão;

- Revisão, atualização e consolidação dos estudos hidrodinâmicos realizados na etapa conceitual, com vistas ao detalhamento executivo das soluções, compreendendo:

o Revisão dos modelos hidrodinâmicos, de maneira a considerar no MDT e nas malhas de cálculo os ajustes necessários ao projeto conceitual para o cenário final de recuperação, em função da topografia primitiva revelada;

o Realização de testes de estabilidade e convergência numérica;

o Realização de simulações de escoamento com emprego de modelo computacional 2D (RiverFlow2D), compreendendo extração e análise de resultados e a avaliação do comportamento hidrodinâmico do ribeirão Ferro-Carvão e afluentes, para vazões de projeto decorrentes de eventos com 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos de período de retorno;

o Revisão/elaboração/atualização dos dimensionamentos hidráulicos para os segmentos fluviais, de acordo com o avanço da remoção dos rejeitos e sua compatibilização com o projeto conceitual de recuperação das calhas e planícies fluviais;

- Definição da metodologia e de critérios de dimensionamentos hidráulicos para conformação das calhas fluviais, considerando a condição de equilíbrio morfodinâmico;

- Realização de estudos hidrodinâmicos para validação do dimensionamento e de escolhas das técnicas propostas de recuperação fluvial;

- Definição da metodologia e de critérios de dimensionamento das estruturas de proteção da calha fluvial visando evitar a formação de processos erosivos intensos, porém permitindo que o curso de água busque naturalmente a condição de equilíbrio hidrossedimentológico, com a existência de processos erosivos e deposicionais ao longo dos cursos de água, de acordo com os conceitos estabelecidos nos estudos hidrogeomorfológicos;

- Definição da metodologia e de critérios para o dimensionamento hidráulico das estruturas a serem implantadas ao longo do ribeirão Ferro-Carvão e afluentes, tais como: bueiros, pontes e demais travessias, sistemas extravasores de pequenos barramentos, regiões com a função de dissipação de energia a jusante de trechos de corredeiras com desníveis acentuados etc. Para tanto, serão empregadas modelagens hidráulicas 1D e 2D;

- Definição da metodologia e de critérios e a avaliações hidráulicas de soluções alternativas que vierem a ser propostas para a proteção das calhas fluviais e planícies de inundações distintas do projeto conceitual, mediante modelagem numérica computacional, para diferentes tipos de trechos fluviais quanto à sinuosidade, declividade longitudinal, morfologia fluvial (trechos mais encaixados ou com planícies fluviais);

- Propor metodologia de acompanhamento da recuperação ambiental durante a após a implantação e renaturalização dos canais impactados

7. **RESULTADOS ESPERADOS**

Com a definição das técnicas e critérios de dimensionamento e a forma correta de utilização das estruturas que buscam a revitalização de um leito fluvial, o presente projeto tem como resultados esperados a validação metodológica e a avaliação da eficiência do dimensionamento de estruturas para a recuperação ambiental do vale e afluentes impactados pelo rompimento da barragem de rejeito. Portanto, os resultados esperados são:

- Consolidação do dimensionamento da calha principal e singularidades do ribeirão Ferro-Carvão e seus afluentes impactados pelo rompimento da Barragem I;
- Definição e aprofundamento da metodologia de dimensionamento de cursos de águas naturais no contexto de recuperação ambiental;
- Avaliação do desempenho hidrodinâmico das soluções estruturais a serem propostas na etapa de renaturalização;
- Definição do tipo de revestimento a ser aplicado e respectivos locais, verificação das curvas de remanso, obtenção dos perfis de velocidades de escoamento e delimitação de áreas inundáveis para conectividade ambiental.

8. **INDICAR GERAL - MENSURAÇÃO DO OBJETO;**

A mensuração do objeto será por meio de relatório técnico que sintetizar os estudos realizados, resultados obtidos e mapas temáticos. A bacia do ribeirão Ferro-Carvão impactada pelo rejeito, será segmentada em compartimentos hidrogeomorfológicos de referência que serão analisados separadamente. Dentro do prazo de projeto de 9 meses, será emitido 1 relatório englobando os compartimentos analisados. As etapas e metas do projeto que fundamentaram a definição do prazo, estão listadas no cronograma abaixo.

Cabe mencionar que por se tratar do campo complexo da ciência e inovação, não há como se

estabelecer com absoluta certeza o prazo de execução de serviços técnicos. A título de exemplo, a dificuldade de remoção de rejeitos da bacia, a complexidades dos projetos de recuperação e a avaliação da eficiência das estruturas, podem acarretar na necessidade de aditivos contratuais. Portanto, o projeto poderá ser prorrogado por meio de termo aditivo, de acordo com a legislação vigente, se for do interesse das partes envolvidas e não altere o objeto e escopo do mesmo.

Os aditivos deverão ser compatíveis com a natureza e a complexidade do objeto, bem como com relação às metas estabelecidas (em sendo o caso) e o tempo necessário para sua execução, devendo ser justificado por meio de manifestação técnica.

A impossibilidade técnica ou científica quanto ao cumprimento de qualquer fase do Plano de Trabalho que seja devidamente comprovada e justificada poderá acarretar a suspensão de suas respectivas atividades até que haja acordo entre os PARTES quanto à alteração, à adequação ou término do Plano de Trabalho e consequente extinção do contrato firmado entre as partes.

•

Bureal of Reclamation (2015). Bank Stabilization Design Guidelines. Technical Service Center, Denver, Colorado.

Chow, V.; Maidment, D; Mays, L. (1988). Applied hydrology. McGraw-Hill, 572 p., New York.

ELETROBRÁS (2003). Critérios de Projeto Civil de Usina Hidrelétricas.

FISRWG. Stream Corridor Restoratio: Principles, Processes, and Practices. Federal Interagency Stream Working Group. Parte 653 do National Engineering Handbook, USDA-Natural Resources Conservation Service, 1998.

NRCS (2004). Hydrology, National Engineering Handbook – Part 630, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington.

NRCS (2007). Flow Changing Techniques, National Engineering Handbook – Part 654, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington.

Pinheiro, M. (2011). Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração. 1ª Edição. ABRH, Porto Alegre, 2011.

Porto, R. (2006). Hidráulica Básica. 4ª Edição. Escola de Engenharia de São Carlos/USP.

Rosgen, D. L. The Cross-Vane, W-Weir and J-Hook Vane Structures. Their Description, Design and Application for Stream Stabilization and River Restoration. Wetlands Engineering and River Restoration, 2001.

Singh, V.P. Elementary hydrology. Englewood Cliffs, 1992.

Suphunvorranop, T. (1985). A Guide to SCS Runoff Procedures. Technical Publication Nº 85-5. Department of Water Resources St. Johns River Water Management District, Palatka, Florida.

Tucci, C.E.M. Hidrologia: Ciencia e Aplicacao. 3ª Edição. Editora UFRGS, 2004.

9. **DURAÇÃO EM MESES;**

A duração total do projeto está mensurada em 36 meses que contemplará adicional variável para o pesquisador no valor mensal de R$7500,0, não contabilizando as taxas para fundação e UFOP (descritas abaixo), acrescido de 6% a cada 12 meses. O detalhamento dos pagamentos será apresentado abaixo.

A duração do projeto, assim como os valores dos recursos financeiros previstos poderão ser alterados por meio de TERMO ADITIVO, com as necessárias justificativas e de comum acordo entre as PARTES, o que implicará a revisão das metas pactuadas e alteração do PLANO DE TRABALHO

10. **VALOR TOTAL DA RECEITA DO PROJETO;**

Prestação de serviço DOCENTE COORDENADOR:

Membro: Docente Denis Furstenau Plec. CPF: 229836728-08. Identificação: SIAPE 1.037.019. Função: Coordenador

Tipo Bolsa: Adicional variável. Carga Horária: 6h/semanais.

Descrição da atividade:

1- Coordenar a realização do projeto, interação co a equipe da iniciativa privada financiadora, realizar etapas metodológicas descritas no projeto.

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Tabela 1: Detalhamento do valor do adicional variável para o pesquisador, UFOP e Fundação

Parcela	Valor	UFOP	Fundação	Total	Mês desembolso
1	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	1º
2	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	2º
3	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	3º
4	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	4º
5	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	5º
6	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	6º
7	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	7º
8	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	8º

9	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	9º
10	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	10º
11	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	11º
12	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	12º
13	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	13º
14	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	14º
15	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	15º
16	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	16º
17	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	17º
18	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	18º
19	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	19º
20	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	20º
21	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	21º
22	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	22º
23	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	23º
24	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	24º
25	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	25º
26	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	26º
27	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	27º
28	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	28º

29	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	29º
30	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	30º
31	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	31º
32	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	32º
33	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	33º
34	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	34º
35	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	35º
36	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	36º

11. VALOR TOTAL DA RECEITA DO FINANCIADOR

Valor Total Aporte Financeiro: **R$366.114,00**

Aplicação detalhada de Recursos

UFOP: R$42.978,60 (15% da Bolsa)

Fundação: 36.611,40 (10% do Valor Total)

Bolsa: 286.524,00

Parcelas: 36

Email do Responsável Geral: márcio.resende@potamos.com.br

Telefone: (31) 2534-5100

12. Cronograma Físico

Os cursos de água a serrem recuperados foram divididos em 6 trechos. Para cada trecho existem 3 metas e suas respectivas ações:

Meta 1: Análise e consolidação da base topográfica da superfície sub-rejeitos após os trabalhos de remoção, com a elaboração de MDT

Ação 1: Analisar e Consolidar a base topográfica revelada. Duração 2 meses

Meta 2: Revisão dos modelos hidrodinâmicos, de maneira a considerar no MDT e nas malhas de cálculo os ajustes necessários ao projeto conceitual para o cenário final de recuperação, em função da topografia

primitiva revelada

Ação 1: Revisão dos modelos hidrodinâmicos. Duração: 3 meses

Meta 3: Revisão/elaboração/atualização dos dimensionamentos hidráulicos para os segmentos fluviais, de acordo com o avanço da remoção dos rejeitos e sua compatibilização com o projeto conceitual de recuperação das calhas e planícies fluviais;

Ação 1: Consolidação dos resultados e elaboração de projetos. Duração: 4 meses

Faltam 4 trechos de recuperação, totalizando 36 meses, com cada trecho estimado em 9 meses de projeto.

13. SERVIDOR PARTICIPANTE

Denis Furstenau Plec, SIAPE 1.037.019, CPF 229.836.728-08

Principal função do projeto: Especialista em simulação hidrodinâmica de canais naturais que atuará na proposição e avaliação de soluções de renaturalização de canais.

- Nome: Denis Furstenau Plec
- Siape: 1037019
- Laboratório: Não utilizado
- Departamento: Engenharia Urbana - DEURB
- Unidade: Escola de Minas
- Telefone Institucional: +55 31 3559-1471
- Telefone Celular: +55 31 9 9886 2859
- E-mail Institucional: denis.plec@ufob.edu.br

14. FUNDAMENTO LEGAL

Para autorização de participação de docentes submetidos ao regime de trabalho de 40 (quarenta) horas com Dedicação Exclusiva em atividades remuneradas, nos termos do art. 21,XII, da Lei n° 12.772/2012.

Obs.: Plano de Trabalho elaborado pelo coordenador do Projeto Prof. Denis Furstenau Plec, SIAPE 1.037.019, CPF 229.836.728-08

Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Pacheco da Silveira**, **ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO**, em 04/11/2024, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Denis Furstenau Plec**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/11/2024, às 14:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Claudia Aparecida Marliere de Lima**, **REITOR(A)**, em 04/11/2024, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo de Almeida Leite Barbosa**, **Usuário Externo**, em 05/11/2024, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Cristovam Paes de Oliveira**, **Usuário Externo**, em 08/11/2024, às 08:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Adriana de Fátima Resende Gomes**, **PRESIDENTE**, em 08/11/2024, às 08:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 , informando o código verificador **0805112** e o código CRC **EF5462B1**.

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35402-163
Telefone: (31)3559-1197 - www.ufop.br

PROPOSTA DE

ADITIVO DO PLANO DE TRABALHO ENTRE UFOP E POTAMOS

1. **TÍTULO DO PROJETO**

PROJETOS DE ENGENHARIA PARA SUBSIDIAR A RECUPERAÇÃO E RENATURALIZAÇÃO DA BACIA DO RIBEIRÃO FERRO-CARVÃO APÓS REMOÇÃO DO REJEITO PROVENIENTE DE EVENTO DE ROMPIMENTO DE BARRAGEM

2. **OBJETO**

O objeto é o aditivo contratual da contratação de serviços técnicos especializados no contexto de Pesquisa e Desenvolvimento para subsidiar a recuperação e renaturalização da bacia do Ribeirão Ferro-Carvão após e durante a remoção do rejeito proveniente de evento de rompimento de barragem.

3. **INTRODUÇÃO**

Após o evento de rompimento da barragem de rejeitos, denominada Barragem 1, na mina Córrego do Feijão em 25 de janeiro de 2019, surgiram diversas demandas técnicas científicas que visam ações do diagnóstico e de remediação dos impactos causados ao longo da bacia hidrográfica.

A onda de rejeitos, na ruptura da barragem, propagou-se ao longo do vale do ribeirão Ferro e seus afluentes, causando significativa alteração na morfologia fluvial, seja pelo efeito de erosão de camadas de solos aluvionares, seja pela deposição de uma mistura de rejeitos com sedimentos e detritos ao longo de sua calha fluvial e planície de inundação e em áreas de remanso de seus afluentes.

Com essas alterações morfológicas, que incluíram a ruptura de antigos reservatórios de contenção de sedimentos da Mina Córrego do Feijão, alterou-se significativamente a conectividade e funcionalidade ambiental da bacia. Diversos trabalhos foram necessários para acompanhar e quantificar o volume de rejeito depositados ao longo da bacia hidrográfica do ribeirão Ferro-Carvão, assim como foram demandadas ações de remediação dos impactos causados, voltados para a recuperação e renaturalização da bacia.

Das principais demandas, que estão dentro das exigências emitidas pelo MPMG, órgãos ambientais e sociedade, cita-se a necessidade de recuperação socioambiental. Com o processo de remoção do rejeito depositado na bacia e vale do ribeirão Ferro-Carvão uma nova topografia dos vales impactados tem sido revelada. Dessa maneira, faz-se necessário o estudo hidrodinâmico e do dimensionamento do canal. Porém, a ausência de monitoramento e registros sistemáticos na bacia, para a condição pré-rompimento, tem se mostrado um desafio técnico científico para a determinação da configuração que se deseja restituir na bacia.

Com o avanço na elaboração de estudos de base e trabalhos de remoção e manejo de rejeitos, em face da topografia que vem sendo revelada ao longo da bacia, torna-se necessário o aprofundamento desses

estudos, com foco no acompanhamento da remoção e reconformação de terrenos, bem como conceituação de soluções, elaboração de estudos e projetos de engenharia, tanto para o detalhamento dos projetos de recuperação dos fundos de vale quanto para estabilização e proteção de taludes e encostas.

A POTAMOS, instituição financiadora do projeto em voga, é uma empresa de engenharia de recursos hídricos e geotecnia que tem atuado em diversas frentes de trabalho para atender a demanda de trabalhos técnicos científicos voltados para áreas de engenharia de recursos hídricos e hidrossedimentologia.

Devido a complexidade do contexto de recuperação da bacia hidrográfica do Ferro-Carvão impactada, a POTAMOS tem buscado estruturar intercâmbios e aprofundamentos de metodologias e conhecimentos científicos juntos com instituições de ensino como a UFOP. Até o momento, o projeto em voga atuou no projeto conceitual do curso de água principal do ribeirão Ferro-Carvão (aproximadamente 12km de extensão) e a nível executivo em dois afluentes do ribeirão Ferro-Carvão, denominados de Remanso 1b e Remanso 2 (totalizando aproximadamente 2,2km). Um levantamento dos cursos de água afetados pelo rompimento da Barragem 1 gira em uma extensão total de 20 km, sendo que atualmente, apenas cerca de 2,2 km possuem projeto executivo.

Assim, de maneira geral, o escopo do projeto e respectivo plano de trabalho compreende a definição e concepção de projetos de engenharia a nível executivo dos trechos ainda não abordados, visando as especificidades de cada trecho, buscando uma recuperação fluvial e da bacia hidrográfica com vista na aderência da topografia sub-rejeitos que subsidiou os projetos conceituais de recuperação, de maneira a permitir o adequado detalhamento de projetos para execução das diversas ações que se fazem necessárias para a recuperação ambiental e renaturalização do ribeirão Ferro-Carvão, assim como seus afluentes.

4. JUSTIFICATIVA E ESTADO DA ARTE

Dentro do contexto da avaliação do impacto do rompimento da Barragem 1 e de proposições de restauração e remediação dos impactos causados, um estudo multidisciplinar é necessário.

Devido a carência de dados disponíveis na bacia hidrográfica na condição pré-rompimento, um estudo aprofundado do comportamento sistêmico da bacia também é necessário. As principais disciplinas envolvidas são voltadas às temáticas hidrogeomorfológica, hidrosedimentológicos, hidrológicas, biológicas, hidrodinâmicas, monitoramento e modelagem numérica. Lições já foram aprendidas durante a elaboração dos projetos do Remanso 1B e Remanso 2, porém, cada trecho possui as suas especificidades e deverão ser estudadas durante as etapas de projeto.

Em relação ao comportamento hidrodinâmico, a forma e dimensão da seção transversal de um curso de água, assim como a sua declividade longitudinal, a sua sinuosidade e a composição do sedimento do leito são parâmetros físicos que afetam o habitat aquático e devem ser levadas em conta para a elaboração e implementação de um projeto de recuperação de um canal fluvial natural. Portanto, o comportamento hidrodinâmico do escoamento deve ser estudado e quantificado para condições extremas (cheia e seca) e para condições normais (vazões com maior permanência).

Para promover a diversidade de habitat, algumas estruturas que promovem a deflexão de fluxo, a dissipação de energia de canais, e a variação de condições hidrodinâmicas no escoamento, como por exemplo estruturas J-Hook Vane, W-Weir, Cross-Vane, Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), Water Sensitive Urban Design (WSUD), entre outras, têm sido utilizadas (ALENCAR, 2017; ROSGEN, 2001). Tais estruturas visam o controle do escoamento fluvial e a diversificação de características hidrodinâmicas de leitos fluvias, influenciando e impactando nos aspectos da qualidade da água, diversidade da fauna e flora do local. Essas estruturas ainda possuem o potencial de contribuir para o controle da velocidade do curso, evitando por exemplo a erosão das margens (ROSGEN, 2001).

Para eventos de vazões de grande magnitude (cheias), os canais fluviais naturais devem resultar em inundações, favorecendo a conectividade ambiental entre vale, planície de inundação e a bacia como um todo. O escoamento deve resultar em condições hidrodinâmica para diferentes demandas ambientais para espécies locais. As grandes vazões também devem ser avaliadas para que as estruturas propostas para as soluções de renaturalização permaneçam aptas a manterem-se funcionais em situações de stress provocado pelo aumento de tensões cisalhante e velocidades de escoamento.

Ainda sobre os canais supracitados, em situações de baixas vazões de escoamento (secas), os mesmos resultam em águas rasas e velocidades muito lentas por toda seção molhada, ou em fluxos interrompidos que dificultam o deslocamento e a subsistência das espécies aquáticas. Tradicionais técnicas de engenharia frequentemente utilizadas não visam a heterogeneidade e formas naturais de leitos, provocando a homogeneidade do substrato do leito e margens e, consequentemente, na diminuição da diversidade do habitat. FISRWG (2001) salienta que os cursos de água são ambientes naturalmente dinâmicos e não deveriam possuir estrutura homogênea e rígida. Dessa forma, técnicas de renaturalização deve buscar satisfazer a qualidade ambiental em eventos de baixa vazão.

Nesse contexto, nos últimos anos, diversas foram as iniciativas, em todo o mundo, no sentido de atuar nos sistemas fluviais tanto como resposta à necessidade de preservar recursos essenciais às atividades humanas como também à luz da crescente preocupação com as questões ambientais. Todavia, diversos projetos de restauração fluvial apresentam limitadas abordagens nas ações que envolvem a restauração de processos ecológicos, processos geomorfológicos, ou aspectos ainda mais específicos, como a restauração de habitats para reintrodução de espécies.

Portanto, em vista da carência de metodologias para essa nova abordagem integrada, um aprofundamento das técnicas de revitalização e recuperação de canais, passando pela busca e definições dos equacionamentos, critérios e premissas utilizados na elaboração de intervenções e projetos que visam a recuperação dos canais fluviais. Acrescido da necessidade de avaliar quantitativamente o impacto delas no escoamento no sentido de diversidade de condições hidrodinâmicas e da qualidade ecológica.

5. OBJETIVOS (GERAL E ESPECÍFICOS)

Com a remoção do rejeito na bacia do ribeirão Ferro-Carvão uma nova topografia dos vales impactados foi e está sendo revelada. Portanto, a engenharia deverá atuar, junto a resiliência ambiental, para que a nova condição ambiental possa representar um ambiente sustentável o mais próximo possível da condição pretérita ao rompimento.

O objetivo geral do projeto é realizar o estudo hidrodinâmico para caracterizar e dimensionar a calha fluvial e singularidades estruturais ao longo do curso de água do vale do ribeirão Ferro-Carvão, de seus afluentes impactados e da conectividade dos mesmos no curso de água principal.

Os objetivos específicos do projeto são: (i) definir critérios, metodologias e premissas para dimensionamento de calhas fluviais naturais no contexto de recuperação ambiental; (ii) validar os conceitos estabelecidos pelas diretrizes de recuperação no projeto conceitual; (iii) avaliar o funcionamento hidráulico das soluções propostas; (iv) Avaliar a conectividade ambiental entre o vale e a bacia hidrográfica; (v) Acompanhar a implantação dos projetos; (vi) Acompanhar o monitoramento e analisar a recuperação fluvial.

6. METODOLOGIA

Como premissa básica para a recuperação e restauração da bacia, parte-se do princípio de que os rejeitos depositados nas calhas fluviais e planícies, em sua totalidade, deverão ser removidos. A elaboração do estudo do comportamento hidrodinâmico da calha do ribeirão Ferro-Carvão e o seu dimensionamento é fortemente influenciada pela topografia da região. Portanto, o atual projeto terá como referência a topografia revelada após remoção do rejeito na bacia hidrográfica.

A partir do conhecimento da topografia, a seguinte metodologia será adotada:

- Recebimento, análise e consolidação da base topográfica da superfície sub-rejeitos após os trabalhos de remoção, com a elaboração de MDT – Modelo Digital de Terreno – unificado, que deverá ser empregado em todos os trabalhos na bacia do ribeirão Ferro-Carvão;

- Especificação de levantamentos planialtimétrico-cadastrais e investigações complementares que se fizerem necessários;

- Revisão, detalhamento e ampliação do modelo hidrogeomorfológico, elaborado em trabalhos anteriores com emprego da topografia restituída e do modelo geológico 3D;

- Validação ou redefinição dos perfis longitudinais e das conexões nas confluências e níveis de base, com vistas a modelar os circuitos hídricos ideais a serem adotados em função da topografia revelada;

- Definição do revestimento do material local residual (tipo, características geológico-geotécnicas, espessura, diâmetros, etc.);

- Definição do local e detalhamento dos modelos de preenchimento de fundos de canais;

- Estimativa de volumes e tipos de materiais a serem empregados na recuperação hidrogeomorfológica e vegetal (considerando a integração com as empresas responsáveis pela revegetação e disponibilidade de jazidas de materiais naturais na bacia do Ferro Carvão);

- Avaliação do impacto na hidrodinâmica do escoamento fluvial decorrente de obras/técnicas de contenção/estabilização de eventuais pontos de erosão;

- Revisão, atualização e consolidação dos estudos hidrodinâmicos realizados na etapa conceitual, com vistas ao detalhamento executivo das soluções, compreendendo:

o Revisão dos modelos hidrodinâmicos, de maneira a considerar no MDT e nas malhas de cálculo os ajustes necessários ao projeto conceitual para o cenário final de recuperação, em função da topografia primitiva revelada;

o Realização de testes de estabilidade e convergência numérica;

o Realização de simulações de escoamento com emprego de modelo computacional 2D (RiverFlow2D), compreendendo extração e análise de resultados e a avaliação do comportamento hidrodinâmico do ribeirão Ferro-Carvão e afluentes, para vazões de projeto decorrentes de eventos com 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos de período de retorno;

o Revisão/elaboração/atualização dos dimensionamentos hidráulicos para os segmentos fluviais, de acordo com o avanço da remoção dos rejeitos e sua compatibilização com o projeto conceitual de recuperação das calhas e planícies fluviais;

- Definição da metodologia e de critérios de dimensionamentos hidráulicos para conformação das calhas fluviais, considerando a condição de equilíbrio morfodinâmico;

- Realização de estudos hidrodinâmicos para validação do dimensionamento e de escolhas das técnicas propostas de recuperação fluvial;

- Definição da metodologia e de critérios de dimensionamento das estruturas de proteção da calha fluvial visando evitar a formação de processos erosivos intensos, porém permitindo que o curso de água busque naturalmente a condição de equilíbrio hidrossedimentológico, com a existência de processos erosivos e deposicionais ao longo dos cursos de água, de acordo com os conceitos estabelecidos nos estudos hidrogeomorfológicos;

- Definição da metodologia e de critérios para o dimensionamento hidráulico das estruturas a serem implantadas ao longo do ribeirão Ferro-Carvão e afluentes, tais como: bueiros, pontes e demais travessias, sistemas extravasores de pequenos barramentos, regiões com a função de dissipação de energia a jusante de trechos de corredeiras com desníveis acentuados etc. Para tanto, serão empregadas modelagens hidráulicas 1D e 2D;

- Definição da metodologia e de critérios e a avaliações hidráulicas de soluções alternativas que vierem a ser propostas para a proteção das calhas fluviais e planícies de inundações distintas do projeto conceitual, mediante modelagem numérica computacional, para diferentes tipos de trechos fluviais quanto à sinuosidade, declividade longitudinal, morfologia fluvial (trechos mais encaixados ou com planícies fluviais);

- Propor metodologia de acompanhamento da recuperação ambiental durante a após a implantação e renaturalização dos canais impactados

7. **RESULTADOS ESPERADOS**

Com a definição das técnicas e critérios de dimensionamento e a forma correta de utilização das estruturas que buscam a revitalização de um leito fluvial, o presente projeto tem como resultados esperados a validação metodológica e a avaliação da eficiência do dimensionamento de estruturas para a recuperação ambiental do vale e afluentes impactados pelo rompimento da barragem de rejeito. Portanto, os resultados esperados são:

- Consolidação do dimensionamento da calha principal e singularidades do ribeirão Ferro-Carvão e seus afluentes impactados pelo rompimento da Barragem I;
- Definição e aprofundamento da metodologia de dimensionamento de cursos de águas naturais no contexto de recuperação ambiental;
- Avaliação do desempenho hidrodinâmico das soluções estruturais a serem propostas na etapa de renaturalização;
- Definição do tipo de revestimento a ser aplicado e respectivos locais, verificação das curvas de remanso, obtenção dos perfis de velocidades de escoamento e delimitação de áreas inundáveis para conectividade ambiental.

8. **INDICAR GERAL - MENSURAÇÃO DO OBJETO;**

A mensuração do objeto será por meio de relatório técnico que sintetizar os estudos realizados, resultados obtidos e mapas temáticos. A bacia do ribeirão Ferro-Carvão impactada pelo rejeito, será segmentada em compartimentos hidrogeomorfológicos de referência que serão analisados separadamente. Dentro do prazo de projeto de 9 meses, será emitido 1 relatório englobando os compartimentos analisados. As etapas e metas do projeto que fundamentaram a definição do prazo, estão listadas no cronograma abaixo.

Cabe mencionar que por se tratar do campo complexo da ciência e inovação, não há como se

estabelecer com absoluta certeza o prazo de execução de serviços técnicos. A título de exemplo, a dificuldade de remoção de rejeitos da bacia, a complexidades dos projetos de recuperação e a avaliação da eficiência das estruturas, podem acarretar na necessidade de aditivos contratuais. Portanto, o projeto poderá ser prorrogado por meio de termo aditivo, de acordo com a legislação vigente, se for do interesse das partes envolvidas e não altere o objeto e escopo do mesmo.

Os aditivos deverão ser compatíveis com a natureza e a complexidade do objeto, bem como com relação às metas estabelecidas (em sendo o caso) e o tempo necessário para sua execução, devendo ser justificado por meio de manifestação técnica.

A impossibilidade técnica ou científica quanto ao cumprimento de qualquer fase do Plano de Trabalho que seja devidamente comprovada e justificada poderá acarretar a suspensão de suas respectivas atividades até que haja acordo entre os PARTES quanto à alteração, à adequação ou término do Plano de Trabalho e consequente extinção do contrato firmado entre as partes.

•

Bureal of Reclamation (2015). Bank Stabilization Design Guidelines. Technical Service Center, Denver, Colorado.

Chow, V.; Maidment, D; Mays, L. (1988). Applied hydrology. McGraw-Hill, 572 p., New York.

ELETROBRÁS (2003). Critérios de Projeto Civil de Usina Hidrelétricas.

FISRWG. Stream Corridor Restoratio: Principles, Processes, and Practices. Federal Interagency Stream Working Group. Parte 653 do National Engineering Handbook, USDA-Natural Resources Conservation Service, 1998.

NRCS (2004). Hydrology, National Engineering Handbook – Part 630, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington.

NRCS (2007). Flow Changing Techniques, National Engineering Handbook – Part 654, Natural Resources Conservation Service, USDA, Washington.

Pinheiro, M. (2011). Diretrizes para Elaboração de Estudos Hidrológicos e Dimensionamentos Hidráulicos em Obras de Mineração. 1ª Edição. ABRH, Porto Alegre, 2011.

Porto, R. (2006). Hidráulica Básica. 4ª Edição. Escola de Engenharia de São Carlos/USP.

Rosgen, D. L. The Cross-Vane, W-Weir and J-Hook Vane Structures. Their Description, Design and Application for Stream Stabilization and River Restoration. Wetlands Engineering and River Restoration, 2001.

Singh, V.P. Elementary hydrology. Englewood Cliffs, 1992.

Suphunvorranop, T. (1985). A Guide to SCS Runoff Procedures. Technical Publication Nº 85-5. Department of Water Resources St. Johns River Water Management District, Palatka, Florida.

Tucci, C.E.M. Hidrologia: Ciencia e Aplicacao. 3ª Edição. Editora UFRGS, 2004.

9. **DURAÇÃO EM MESES;**

A duração total do projeto está mensurada em 36 meses que contemplará adicional variável para o pesquisador no valor mensal de R$7500,0, não contabilizando as taxas para fundação e UFOP (descritas abaixo), acrescido de 6% a cada 12 meses. O detalhamento dos pagamentos será apresentado abaixo.

A duração do projeto, assim como os valores dos recursos financeiros previstos poderão ser alterados por meio de TERMO ADITIVO, com as necessárias justificativas e de comum acordo entre as PARTES, o que implicará a revisão das metas pactuadas e alteração do PLANO DE TRABALHO

10. **VALOR TOTAL DA RECEITA DO PROJETO;**

Prestação de serviço DOCENTE COORDENADOR:

Membro: Docente Denis Furstenau Plec. CPF: 229836728-08. Identificação: SIAPE 1.037.019. Função: Coordenador

Tipo Bolsa: Adicional variável. Carga Horária: 6h/semanais.

Descrição da atividade:

1- Coordenar a realização do projeto, interação co a equipe da iniciativa privada financiadora, realizar etapas metodológicas descritas no projeto.

CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO

Tabela 1: Detalhamento do valor do adicional variável para o pesquisador, UFOP e Fundação

Parcela	Valor	UFOP	Fundação	Total	Mês desembolso
1	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	1º
2	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	2º
3	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	3º
4	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	4º
5	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	5º
6	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	6º
7	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	7º
8	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	8º

9	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	9º
10	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	10º
11	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	11º
12	R$ 7.500	R$ 1.125	R$ 958	R$ 9.583	12º
13	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	13º
14	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	14º
15	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	15º
16	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	16º
17	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	17º
18	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	18º
19	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	19º
20	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	20º
21	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	21º
22	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	22º
23	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	23º
24	R$ 7.950	R$ 1.193	R$ 1.016	R$ 10.158	24º
25	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	25º
26	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	26º
27	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	27º
28	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	28º

29	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	29º
30	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	30º
31	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	31º
32	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	32º
33	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	33º
34	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	34º
35	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	35º
36	R$ 8.427	R$ 1.264	R$ 1.077	R$ 10.768	36º

11. VALOR TOTAL DA RECEITA DO FINANCIADOR

Valor Total Aporte Financeiro: **R$366.114,00**

Aplicação detalhada de Recursos

UFOP: R$42.978,60 (15% da Bolsa)

Fundação: 36.611,40 (10% do Valor Total)

Bolsa: 286.524,00

Parcelas: 36

Email do Responsável Geral: márcio.resende@potamos.com.br

Telefone: (31) 2534-5100

12. Cronograma Físico

Os cursos de água a serrem recuperados foram divididos em 6 trechos. Para cada trecho existem 3 metas e suas respectivas ações:

Meta 1: Análise e consolidação da base topográfica da superfície sub-rejeitos após os trabalhos de remoção, com a elaboração de MDT

Ação 1: Analisar e Consolidar a base topográfica revelada. Duração 2 meses

Meta 2: Revisão dos modelos hidrodinâmicos, de maneira a considerar no MDT e nas malhas de cálculo os ajustes necessários ao projeto conceitual para o cenário final de recuperação, em função da topografia

primitiva revelada

Ação 1: Revisão dos modelos hidrodinâmicos. Duração: 3 meses

Meta 3: Revisão/elaboração/atualização dos dimensionamentos hidráulicos para os segmentos fluviais, de acordo com o avanço da remoção dos rejeitos e sua compatibilização com o projeto conceitual de recuperação das calhas e planícies fluviais;

Ação 1: Consolidação dos resultados e elaboração de projetos. Duração: 4 meses

Faltam 4 trechos de recuperação, totalizando 36 meses, com cada trecho estimado em 9 meses de projeto.

13. SERVIDOR PARTICIPANTE

Denis Furstenau Plec, SIAPE 1.037.019, CPF 229.836.728-08

Principal função do projeto: Especialista em simulação hidrodinâmica de canais naturais que atuará na proposição e avaliação de soluções de renaturalização de canais.

- Nome: Denis Furstenau Plec
- Siape: 1037019
- Laboratório: Não utilizado
- Departamento: Engenharia Urbana - DEURB
- Unidade: Escola de Minas
- Telefone Institucional: +55 31 3559-1471
- Telefone Celular: +55 31 9 9886 2859
- E-mail Institucional: denis.plec@ufob.edu.br

14. FUNDAMENTO LEGAL

Para autorização de participação de docentes submetidos ao regime de trabalho de 40 (quarenta) horas com Dedicação Exclusiva em atividades remuneradas, nos termos do art. 21,XII, da Lei n° 12.772/2012.

Obs.: Plano de Trabalho elaborado pelo coordenador do Projeto Prof. Denis Furstenau Plec, SIAPE 1.037.019, CPF 229.836.728-08

Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Pacheco da Silveira**, **ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO**, em 04/11/2024, às 10:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Denis Furstenau Plec**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 04/11/2024, às 14:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Claudia Aparecida Marliere de Lima**, **REITOR(A)**, em 04/11/2024, às 16:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo de Almeida Leite Barbosa**, **Usuário Externo**, em 05/11/2024, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Cristovam Paes de Oliveira**, **Usuário Externo**, em 08/11/2024, às 08:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Adriana de Fátima Resende Gomes**, **PRESIDENTE**, em 08/11/2024, às 08:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 , informando o código verificador **0805112** e o código CRC **EF5462B1**.

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35402-163
Telefone: (31)3559-1197 - www.ufop.br