



Ofício N° 10-2018-Congregação FCA

Diamantina, 14 de junho de 2018.

A Sua Senhoria, o Senhor
Gilciano Saraiva Nogueira
Reitor da UFVJM
Diamantina – MG

*AO CONSELHO para análise
e deliberação,
Dias, 22/06/2018
Rodrigues*

Assunto: **Participação do Professor Cristiano Christóforo Matosinhos em projeto de pesquisa da ANEEL-CEMIG**

*Prof. Dr. Cláudio Eduardo Rodrigues
Vice Reitor / UFVJM*

Magnífico Reitor,

Conforme deliberado na 46ª Reunião da Congregação da FCA, realizada no dia 11 de maio de 2018, a Congregação aprovou a participação do Professor Cristiano Christóforo Matosinhos no Projeto de Pesquisa intitulado “Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas: validação e acesso aos dados”. Na reunião, o docente esclareceu que o projeto aprovado ainda se encontra em tramitação, podendo vir a se iniciar no fim desse semestre ou no início do próximo.

Anexos, ofícios com anuência do Chefe do Departamento de Engenharia Florestal, cópia do Formulário do Projeto, cópia do Formulário de Proposta de Projeto de P&D em continuidade e cópia do Chamamento Públicos Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico CEMIG-ANEEL – 2016/2017.

Solicito a gentileza das devidas providências.

Atenciosamente,

Wellington Willian Rocha
Presidente da Congregação da FCA

*Recebido em
18/06/18*



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI



Diamantina, 29 de janeiro de 2018


Exmo Senhor Prof. Cristovão Pereira Abraão
DD Chefe do Departamento de Engenharia Florestal/UFVJM

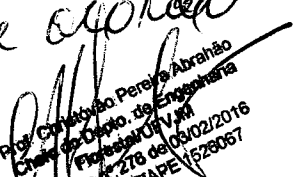
Senhor Chefe,

Solicito autorização para participação, como Pesquisador, na equipe do projeto de Pesquisa *Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas: validação e acesso aos dados*, sob coordenação de docente da UFMG e apoio da FUNDEP, aprovado no **Chamamento Público PROGRAMA ANUAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO CEMIG-ANEEL – 2016/2017**, nos termos da documentação em anexo. A participação prevê a dedicação de 8 (oito) horas semanais, por 24 meses, sendo 6 (seis) dessas horas semanais remuneradas por meio de bolsas mensais (768 horas no total, sendo 624 remuneradas), a serem pagas por fundação de apoio, nos termos do inciso III do artigo 21 da Lei 12772/2012, com previsão de início em março desse ano.

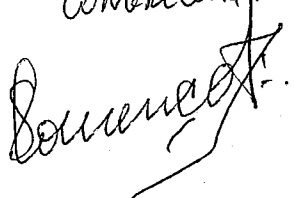
Sendo o que cabe para o momento, coloco-me à disposição para prestar esclarecimentos e/ou informações que V. Sa. entenda como necessários. Anexos: Chamamento Público Cemig-Aneel 2016/2017 e projeto submetido.

Cordialmente,


Prof. Cristiano Christofaro Matosinhos
Prof Adjunto III – DEF/UFVJM

De acordo

Prof. Cristiano Pereira Abraão
Chefe do Depto. de Engenharia
Florestal/UFVJM
Matrícula nº 276 de 03/02/2016
Matrícula SIAPE 1528067
29/01/2018

APROVADO NA REUNIÃO
DEPARTAMENTAL NO DIA
02/03/2018.
ENCAMINHADO À
CONGREGAÇÃO.



CHAMAMENTO PÚBLICO
PROGRAMA ANUAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
CEMIG-ANEEL – 2016/2017

SELEÇÃO DE PROPOSTAS DE PROJETOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
PARA EXECUÇÃO EM PARCERIA COM A COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS
GERAIS

A CEMIG, visando à implementação do seu Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento do ano de 2016/2017, estará acolhendo propostas de projetos de P&D para desenvolvimento em parceria com empresas e instituições científicas e tecnológicas, na forma e condições estabelecidas no presente Chamamento Público e em consonância com o PROP&D – Procedimento do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

1. OBJETIVO

O presente Chamamento tem por objetivo apresentar os critérios para proposição e seleção de projetos de P&D a serem desenvolvidos em parceria com a Companhia Energética de Minas Gerais, através de suas subsidiárias Cemig Distribuição S.A., Cemig Geração e Transmissão S.A., UTE Termelétrica S.A; Barreiro S.A, Rosal Energia S.A e Sá Carvalho S.A, Cemig Geração Camargos S.A, Cemig Geração Itutinga S.A, Cemig Geração Salto Grande S.A, Cemig Geração Três Marias S.A, Cemig Geração Sul S.A, Cemig Geração Leste S.A, Cemig Geração Oeste S.A no âmbito dos seus Programas Anuais de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico 2016/2017.

Este Chamamento visa ao estabelecimento de parcerias com Universidades, Empresas e Instituições de Pesquisa para o desenvolvimento de tecnologias sinérgicas com os interesses da Cemig, do setor energético e da sociedade como um todo.

1.1. Objetivos Específicos

No âmbito deste Chamamento, para a formulação dos Programas Anuais de P&D, são demandados projetos que atendam todas as fases da cadeia de inovação, quais sejam:

- a. Pesquisa Básica Dirigida – PB;
- b. Pesquisa Aplicada - PA;
- c. Desenvolvimento Experimental - DE;
- d. Cabeça-de-Série - CS;
- e. Lote Pioneiro - LP, ou;
- f. Inserção no Mercado - IM.

Ressalta-se, porém, que projetos enquadrados nas alíneas “d”, “e” e “f”, listadas acima, somente serão aceitos se a invenção/inovação for advinda de outro projeto de P&D regulado pela Aneel.

As atividades que podem ser relacionadas à execução de projetos de P&D são aquelas de natureza criativa ou empreendedora, desenvolvidas sistematicamente, com vistas à geração de

novos conhecimentos ou aplicação inovadora de conhecimento existente, inclusive para investigação de novas aplicações, dentro das **DEMANDAS TECNOLÓGICAS PRIORITÁRIAS** relacionadas no **ANEXO I**.

Conforme classificação constante no PROP&D – Procedimento do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL, os projetos deverão gerar um ou mais produtos inéditos, conforme a seguir:

- a. novo material, nova estrutura, modelo ou algoritmo;
- b. metodologia ou técnica; protótipo ou projeto demonstrativo de novos equipamentos; modelos digitais; modelos de funções ou de processos;
- c. softwares ou serviços, os quais podem ser novos ou aperfeiçoados; implantação de projeto piloto; protótipo de equipamento, de dispositivo ou de material para demonstração e testes.

Adicionalmente, são também considerados produtos, desde que não sejam o objetivo final do projeto e sejam necessários para o desenvolvimento dos produtos citados anteriormente e/ou consequência de seu desenvolvimento:

- a. construção e/ou reaparelhamento de laboratórios de pesquisa (somente para universidades e instituições de pesquisa)
- b. formação de especialistas, mestres, doutores e pós-doutores em temas ou áreas do projeto e de interesse do setor elétrico;
- c. publicação de livros e/ou das pesquisas relacionadas ao projeto em periódicos e/ou anais de eventos nacionais ou internacionais ou repositórios de instituições de pesquisa (universidades ou centros de pesquisa) nas áreas de interesse do setor elétrico.

2. ELEGIBILIDADE DAS INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES

Entidades Executoras:

2.1. Universidade ou Instituição de Ensino Superior e de Pesquisa, pública ou privada, que poderá ser representada por Fundação de Apoio criada para tal fim, ou Instituição de Pesquisa, Científica ou Tecnológica, Pública ou Privada, sem fins lucrativos, que poderá ser representada por entidade sem fins lucrativos que tenha por objetivo regimental ou estatutário a pesquisa, o ensino ou o desenvolvimento institucional, científico e tecnológico e que possua competência e atuação no tema em questão.

2.2. Empresas de qualquer porte, que estejam dispostas a aportar recursos financeiros e/ou não financeiros, desde que economicamente mensuráveis para o desenvolvimento de projetos apresentados.

3. CONTRAPARTIDAS

Como requisito básico fica estabelecido que a entidade executora poderá aportar recursos financeiros e/ou não-financeiros no projeto a ser desenvolvido. As propostas deverão explicitar claramente o interesse da entidade executora na parceria e os valores a serem aportados em complemento aos recursos da CEMIG.

4. OUTROS RECURSOS DESTINADOS AO PROJETO

O aporte de recursos das entidades executoras deverá ser de natureza financeira ou não financeira, desde que economicamente mensurável. Como aportes não-financeiros serão aceitos recursos humanos (horas de trabalho), horas de máquinas, utilização de laboratórios, material de consumo, diárias e transporte dos envolvidos no projeto e propriedade industrial. Não serão aceitos ativos da entidade executora como contrapartida (terrenos, equipamentos, instalações, etc), assim como participações acionárias.

5. DIREITOS DE PROPRIEDADE INTELECTUAL

A divisão da propriedade intelectual sobre os resultados de um projeto de P&D será rateada, entre os participantes que aportarem recursos, na proporção de seus investimentos.

6. CRONOGRAMA

Lançamento da Chamada e Disponibilização do Formulário	09-01-2017
Data final para a apresentação de propostas	09-03-2017
Divulgação dos Projetos Selecionados	28-04-2017

6.1 Prazo de Execução dos Projetos

O prazo para execução dos projetos aprovados deverá ser acordado com a CEMIG, de forma a atender as necessidades do projeto em consonância com os prazos estabelecidos pela Aneel. Sendo que a duração mínima permitida pela CEMIG para um projeto de P&D é de 12 (doze) meses e a máxima é de 48 (quarenta e oito) meses.

7. ITENS APOIÁVEIS COM RECURSOS DO PROGRAMA ANUAL DE P&D CEMIG-ANEEL

Poderão ser apoiadas, em observância à legislação em vigor à época da aprovação do projeto, as seguintes despesas:

a) **Despesas Correntes:** horas de pesquisadores e horas de técnicos, material de consumo, licença de *softwares*, instalação, recuperação e manutenção de equipamentos, despesas acessórias com importação, serviços de terceiros (pessoa física ou jurídica), passagens, diárias e custos administrativos até 5% (aplicável somente para universidades e centros de pesquisa).

b) **Despesas de Capital:** equipamento, material permanente e material bibliográfico, obras, instalações civis e reformas em geral necessárias ao desenvolvimento do projeto.

8. PROCEDIMENTOS

8.1. Apresentação das Propostas

- As propostas deverão ser enviadas ao endereço eletrônico de email gestec@cemig.com.br até a data limite estabelecida no item 6, por meio do preenchimento do **FORMULÁRIO DE PROPOSTA DE PROJETO DE P&D (ANEXO III.1** para projetos novos e **ANEXO III.2** para projetos em continuidade) e do Formulário Eletrônico de Projetos da

Aneel (formato **PRJ** e **PDF**). Deve ser encaminhado também, o **FORMULÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DA(S) ENTIDADE(S) EXECUTORA(S)** conforme **ANEXO IV.1** para Empresa(s) e/ou **ANEXO IV.2** para Instituto(s) de Ciência e Tecnologia - ICT.

- Dúvidas deverão ser encaminhadas ao endereço eletrônico de email gestec@cemig.com.br.
- Após o prazo limite para apresentação das propostas, nenhuma outra proposta ou informação adicional será recebida e, não serão aceitos adendos ou esclarecimentos que não forem explícita e formalmente, solicitados pela CEMIG.

8.2. Sigilo e Confidencialidade

A CEMIG e todas as entidades executoras de projetos se comprometem a tratar e manter sob absoluto sigilo e confidencialidade, durante e após a vigência deste Convite, todas as informações obtidas nesse processo seletivo. A divulgação dos resultados e conhecimentos adquiridos no âmbito deste Convite dependerá de autorização por escrito das Partes. As informações específicas de cada participante, disponibilizadas para conhecimento, julgamento e desenvolvimento dos projetos aprovados só poderão ser divulgadas com o consentimento formal da mesma.

8.3. Julgamento

O julgamento e seleção das propostas serão realizados em duas etapas: Pré-qualificação e Avaliação de Mérito. O não atendimento a quaisquer das exigências especificadas neste Convite implicará na desclassificação automática da proposta.

8.3.1. Pré – Qualificação

Esta etapa é eliminatória e consistirá no exame formal da proposta segundo os critérios abaixo, cabendo à CEMIG sua realização:

- Preenchimento completo e adequado do Formulário de Proposta de Projeto de P&D (**ANEXO III.1** ou **ANEXO III.2**), do Formulário Eletrônico de Projetos da Aneel (formato **PRJ** e **PDF**) e Formulário de Caracterização da(s) Entidade(s) Executora(s) (**ANEXO IV.1** e/ou **ANEXO IV.2**);
- Envio da proposta até a data final estabelecida no item 6;
- Elegibilidade das instituições participantes, conforme item 2;
- O pesquisador não poderá participar como coordenador, simultaneamente, em mais de dois (02) projetos no programa CEMIG/ANEEL;
- Cadastro na Plataforma Lattes (<http://lattes.cnpq.br/>), de todos os pesquisadores citados nas propostas.

8.3.2. Avaliação de Mérito

Esta etapa, de caráter eliminatório e classificatório, consiste na avaliação dos projetos selecionados na etapa de pré-qualificação, utilizando-se de critérios estabelecidos na

metodologia de Gestão Estratégica de Tecnologia adotada pela CEMIG. Os **CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE MÉRITO** para essa análise estão listados no **ANEXO II**.

8.3.3. Seleção das Propostas

As propostas qualificadas na forma do item 8.3.2 serão avaliadas e priorizadas pela CEMIG para decisão final, considerando as prioridades de alocação dos recursos previstos no Programa Anual de P&D.

8.3.4. Contratação

Os recursos para a execução dos projetos selecionados serão comprometidos através de instrumentos jurídicos específicos a serem celebrados entre a CEMIG e as Entidades Executoras, que figurarão nos contratos com a denominação de *Participes*.

Para a assinatura dos referidos instrumentos jurídicos pela CEMIG, as instituições selecionadas deverão comprovar sua situação de regularidade, apresentando os documentos listados no art. 3º da Instrução Normativa da Secretaria do Tesouro Nacional, de 15/01/1997, e se for o caso, a Lei Complementar 101/2000, a saber:

- Certidão Negativa de Débitos de Tributos e Contribuições;
- Certidão Negativa quanto à Dívida Ativa;
- Certificado de regularidade de situação perante o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS;
- Certidão Negativa de Débito – CND, ou certidão positiva com efeitos de negativa, junto ao INSS.

8.3.5. Acompanhamento e Avaliação

O acompanhamento técnico e financeiro dos projetos aprovados será feito em consonância com as determinações da ANEEL, normas da CEMIG e de acordo com a legislação vigente, podendo ser complementado com reuniões técnicas ou outros mecanismos de avaliação a critério da CEMIG.

Os projetos aprovados serão objeto de avaliação periódica pela CEMIG, por meio de relatórios e visitas, de acordo com as metas e os parâmetros constantes no PROP&D – Procedimento do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL ou o vigente a época da publicação deste edital. Quando do encerramento, todos os projetos serão auditados pela ANEEL segundo critérios estabelecidos também no PROP&D.

9. CONCEITOS

Para orientar a concepção e formulação de projetos para o Programa Anual de P&D Tecnológico da CEMIG, na elaboração das propostas de projetos, deverão ser consideradas as seguintes definições básicas:

A

ATIVIDADES DE P&D: atividades de natureza criativa ou empreendedora, desenvolvidas sistematicamente, com vistas à geração de novos conhecimentos ou aplicação inovadora de conhecimentos existentes. As atividades de P&D podem ser agrupadas nas seguintes categorias, que se classificam como fases da cadeia de inovação:

a) Pesquisa Básica Dirigida: Fase teórica ou experimental destinado à busca de conhecimento sobre novos fenômenos, com vistas ao desenvolvimento de produtos e processos inovadores. Envolve a análise de propriedades, estruturas e conexões para formular ou comprovar hipóteses, teorias e leis. Dentre outros, podem ser considerados os seguintes aspectos:

- Investigação de materiais, como supercondutores, novos isolantes e ferromagnéticos;
- Síntese e caracterização de propriedades elétricas e morfológicas de polímeros condutores e luminescentes para aplicação tecnológica.

b) Pesquisa Aplicada: Fase destinada à aplicação de conhecimento adquirido, com vistas ao desenvolvimento ou aprimoramento de produtos e processos. Conduz à descoberta de aplicações do conhecimento advindo da pesquisa básica dirigida ou de novos métodos e maneiras de alcançar um objetivo específico. Envolve o conhecimento disponível e sua aplicação na busca de oportunidades ou na solução de problemas e desafios. Exemplos de atividades nesta fase são:

- Desenvolvimento de equipamentos, componentes e sistemas utilizando, por exemplo, supercondutores, materiais ferromagnéticos e novos isolantes;
- Desenvolvimento de projetos ou protótipos de novos equipamentos para ensaios;
- Desenvolvimento de projetos ou protótipos que incorporem novas funções;
- Desenvolvimento de modelos de funções ou de processos em sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica;
- Desenvolvimento de modelos digitais que representem situações reais.

c) Desenvolvimento Experimental: Fase sistemática, delineada a partir de conhecimento pré-existente, visando à comprovação ou à demonstração da viabilidade técnica ou funcional de novos produtos, processos, sistemas e serviços ou, ainda, o aperfeiçoamento do já produzido ou estabelecido. É, portanto, o processo de transformação ou refinamento de conhecimento advindo da pesquisa básica ou aplicada em programas operacionais, incluindo projetos de demonstração e testes, para posterior aplicação comercial. São exemplos de atividades desta fase:

- Desenvolvimento de software para aplicação no setor de energia elétrica;
- Desenvolvimento de equipamentos (protótipos), processos e sistemas;
- Aperfeiçoamentos graduais em produtos, processos, ou serviços existentes;

- Implantação de projeto-piloto de geração ou substituição de energia elétrica (célula combustível, eólica, biomassa, solar, etc.), que incorporem novos processos ou funções.

d) Cabeça-de-série: Fase que considera aspectos relativos ao aperfeiçoamento de protótipo obtido em projeto de P&D anterior. Procura-se, assim, melhorar o desenho e as especificações do protótipo para eliminar peças e componentes com dificuldade de reprodução em larga escala. Definem-se também as características básicas da linha de produção e do produto.

e) Lote Pioneiro: Fase que considera aspectos relativos à produção em “escala piloto” de cabeça-de-série desenvolvido em projeto de P&D anterior. Nessa fase, realiza-se uma primeira fabricação em “escala piloto”, para ensaios de validação, análise de custos e refino do projeto, com vistas à produção industrial e/ou à comercialização. A produção abrange uma amostra considerada representativa no caso em estudo, limitado a 1% da base de clientes ou de ativos da empresa.

f) Inserção no Mercado: Fase que encerra a cadeia da inovação e busca a difusão no setor elétrico dos resultados obtidos. São previstas as seguintes atividades: estudos mercadológicos, material de divulgação, registro de patentes, viagens, diárias e serviços jurídicos.

AVANÇO: Aumento do conhecimento em relação ao estado-da-arte ou ao padrão tecnológico vigente.

C

CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL: Atividades complementares dirigidas à capacitação de recursos humanos dedicados aos projetos de P&D das empresas de energia elétrica e das entidades executoras, por meio de cursos de treinamento e pós-graduação (*lato sensu* ou *stricto sensu*).

CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA: É a capacidade que uma instituição adquire, ao executar um projeto de P&D, para desenvolver outras inovações tecnológicas, bem como para absorver, adaptar, aperfeiçoar e difundir tecnologias.

COORDENADOR DA EQUIPE DE P&D: Principal responsável pela execução do projeto perante a empresa de energia elétrica e, portanto, deverá ter formação compatível com o tema proposto e sólida experiência no assunto. Ele será responsável pela coordenação dos trabalhos da equipe, deverá prestar contas do progresso dos trabalhos ao Gerente de Projeto e deverá estar vinculado profissionalmente à entidade executora. Cada projeto deverá ter um único Coordenador mesmo que haja mais de uma entidade executora participando do projeto.

D

DIFUSÃO TECNOLÓGICA: A difusão tecnológica está relacionada ao alcance dos resultados obtidos nas atividades de P&D para proveito da sociedade. Quanto mais indivíduos forem impactados e Empresas utilizarem tais resultados ou dominarem a tecnologia gerada, maior será a difusão. As dimensões para avaliar tal difusão podem variar de acordo com a tecnologia e, podem incluir, por exemplo, o alcance geográfico ou a entrada em novos mercados. As Empresas podem utilizar meios diversos para promover a difusão, como, por

exemplo, a realização de encontros públicos para apresentação de resultados em foros diversos, a edição e publicação de livros, a transferência de tecnologia, etc.

E

EMPRESA COOPERADA: Empresa de energia elétrica que participa da execução de projeto de P&D com aporte ou não de recursos. Caso haja realização de despesas, cada Empresa cooperada deve enviar seus comprovantes para a Empresa proponente do projeto, com vistas ao reconhecimento por parte da ANEEL dos gastos realizados por cada Empresa.

EMPRESA DE BASE TECNOLÓGICA: Empreendimento que fundamenta sua atividade produtiva no desenvolvimento de novos produtos ou processos baseado na aplicação sistemática de conhecimentos científicos e tecnológicos e na utilização de técnicas avançadas ou pioneiras. As EBTs têm como principal insumo os conhecimentos e as informações técnico-científicas. (Fonte: ANPROTEC - Glossário dinâmico de termos na área de tecnópolis, parques tecnológicos e incubadoras de empresas).

EMPRESA DE ENERGIA ELÉTRICA NÃO-OBRIGADA A INVESTIR EM P&D: Empresas termelétricas com potência inferior a 5.000 kW e empresas que geram energia exclusivamente a partir de instalações eólicas, solar, biomassa, pequenas centrais hidroelétricas e cogeração qualificada e autoprodutores que não comercializam a energia excedente.

EMPRESA DE ENERGIA ELÉTRICA OBRIGADA A INVESTIR EM P&D: Concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, concessionárias de serviço público de transmissão de energia elétrica, concessionárias de serviço público de geração de energia elétrica, empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica e empresas de geração na modalidade de autoprodução que comercializem energia excedente. São denominadas empresas de energia elétrica ou simplesmente Empresa.

ENTIDADE EXECUTORA: Centros de pesquisa e desenvolvimento, instituições de ensino superior, empresas de consultoria, empresas de base tecnológica, empresas incubadas e a própria Empresa. Toda entidade executora deve ser nacional.

EMPRESA INCUBADA: Organização que desenvolve produtos ou serviços inovadores, está abrigada em incubadora de empresas, passa por processo de seleção e recebe apoio técnico, gerencial e financeiro de rede de instituições constituída especialmente para criar e acelerar o desenvolvimento de pequenos negócios. (Fonte: ANPROTEC - Glossário dinâmico de termos na área de tecnópolis, parques tecnológicos e incubadoras de empresas).

ENTIDADE PARCEIRA: Instituição pública ou privada, não pertencente ao setor elétrico, que tenha interesse em aportar recursos financeiros e/ou econômicos para a execução de projeto de P&D.

EMPRESA PROPONENTE: Empresa de energia elétrica responsável, perante a ANEEL, pela execução de um projeto de P&D. Caso o projeto ou programa seja cooperativo, apenas a Empresa proponente deve enviar à ANEEL o Programa de P&D ou a proposta e os relatórios (final e de auditoria) do projeto.

G

GERENTE DE PROGRAMA: Pessoa responsável, no âmbito da Empresa, pela elaboração do Programa de P&D da Empresa respondendo administrativamente por esse, devendo atuar juntamente com os Gerentes de Projeto para acompanhar a execução dos projetos. O Gerente de Programa deverá ser membro do quadro efetivo da Empresa, será responsável pelo plano estratégico de investimentos em P&D da Empresa e pelo acompanhamento dos processos de avaliação e fiscalização dos Projetos e do Programa de P&D da Empresa a serem realizados pela ANEEL.

GERENTE DE PROJETO: Pessoa responsável, no âmbito da Empresa, pelo acompanhamento da execução do Projeto de P&D, respondendo técnica e administrativamente por esse. O Gerente de Projeto deverá ser membro do quadro efetivo da Empresa e prestar contas do progresso dos trabalhos ao Gerente de Programa. No caso de projetos cooperativos, o Gerente de Projeto poderá tanto ser da Empresa proponente quanto de uma das Empresas cooperadas.

GESTÃO TECNOLÓGICA: Administração do desenvolvimento de um conjunto de habilidades, mecanismos e instrumentos organizacionais, compreendendo aspectos estratégicos, gerenciais, tecnológicos, de estrutura e de serviços, necessários à sustentação da capacidade de gerar, introduzir e apropriar inovações tecnológicas de fornecimento de energia elétrica, de processos operacionais e de gestão, de modo sistemático e contínuo, com vistas a maximizar a competitividade da Empresa.

I

INOVAÇÃO: Introdução na Empresa ou no mercado de produtos, processos, métodos ou sistemas não existentes anteriormente, ou com alguma característica nova e diferente daquela até então em vigor, com fortes repercussões socioeconômicas.

a) Inovação Tecnológica de Produtos: Ocorre inovação tecnológica de um produto quando suas características de projeto são modificadas para prover melhor serviço aos usuários. As inovações podem envolver tecnologias novas ou combinação de tecnologias existentes para atender novos usos ou, ainda, melhorar o desempenho de produtos existentes. As modificações envolvidas deverão ter um caráter não-trivial e os recursos destinados à inovação tecnológica devem guardar proporção pequena com os ganhos estimados.

b) Inovação Tecnológica de Processos: Ocorre inovação tecnológica de processos quando há mudança significativa na tecnologia de produção de um bem ou serviço. Essa mudança pode ser por meio de novo equipamento e/ou novo método de organização e de gerência. O aperfeiçoamento das organizações não pode ser obtido utilizando plantas ou métodos convencionais, ou sem aumentar a eficiência do processo produtivo de equipamentos ou tecnologias existentes.

P

PATENTE: É um título de propriedade temporária sobre uma invenção ou modelo de utilidade, outorgados pelo Estado aos inventores ou autores ou outras pessoas físicas ou jurídicas detentoras de direitos sobre a criação. Em contrapartida, o inventor se obriga a revelar detalhadamente todo o conteúdo técnico da matéria protegida pela patente. Durante o prazo de vigência da patente, o titular tem o direito de excluir terceiros, sem sua prévia

autorização, de atos relativos à matéria protegida, tais como fabricação, comercialização, importação, uso, venda, etc. (Fonte: INPI).

PROCESSO: Organização lógica e detalhada de pessoas, máquinas, materiais, procedimentos e energia, para execução de atividades que produzam trabalho final específico na forma de produto ou serviço.

PRODUTO: É um bem tangível que pode ser oferecido em um mercado para satisfazer a um desejo ou necessidade.

PROGRAMA COOPERATIVO: Um Programa de P&D é dito cooperativo quando seu plano estratégico de investimentos em P&D e respectivos projetos são compartilhados entre duas ou mais Empresas. As responsabilidades no programa de P&D cooperativo são partilhadas entre as Empresas participantes. Uma das Empresas deverá ser definida como proponente do programa cooperativo, sendo as demais cooperadas.

PROJETO COOPERATIVO: Projeto desenvolvido por duas ou mais Empresas atuando em cooperação. As responsabilidades da execução do projeto de P&D cooperativo são partilhadas entre as Empresas participantes.

PROJETO ESTRATÉGICO: Compreende estudos e desenvolvimentos que coordenem e integrem a geração de novo conhecimento tecnológico em subtema de grande relevância para o setor elétrico brasileiro, exigindo um esforço conjunto e coordenado de várias Empresas e entidades executoras.

PROPRIEDADE INDUSTRIAL: Designa um conjunto de direitos entre os quais figuram as patentes de invenção, os modelos de utilidade, as marcas de fábrica, de comércio ou de serviços, os desenhos e modelos industriais, nomes e insígnias de estabelecimento, logotipos, denominações de origem e indicações geográficas e as indicações de proveniência. A proteção dos direitos relativos à propriedade industrial, considerado o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País, efetua-se mediante:

- I – Concessão de patentes de invenção e de modelo de utilidade;
- II – Concessão de registro de desenho industrial;
- III – Concessão de registro de marca;
- IV – Repressão às falsas indicações geográficas; e
- V – Repressão à concorrência desleal.

PROPRIEDADE INTELECTUAL: Compreende toda espécie de propriedade referente à que provenha de concepção ou produto da inteligência humana. A propriedade intelectual expressa um conjunto de direitos que competem ao intelectual (escritor, artista ou inventor) como autor de obra imaginada, elaborada ou inventada.

PROTÓTIPO: Produto fabricado individualmente ou produzido de modo artesanal, segundo as especificações de um projeto para fabricação em série, com o propósito de servir de teste antes da fabricação em escala industrial ou da comercialização.

R

RELATÓRIO DE AUDITORIA CONTÁBIL E FINANCEIRA: Relatório a ser encaminhado conjuntamente com o Relatório Final do projeto, contendo a auditoria de todos os gastos realizados de um projeto executado. Deve ser elaborado por pessoa física inscrita na Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e sua contratação ficará a cargo da empresa de energia elétrica, cujos custos poderão ser incluídos no Projeto de Gestão do Programa de P&D da Empresa.

RELATÓRIO FINAL: Relatório de finalização do projeto descrevendo o desenvolvimento, os resultados, o cronograma e o orçamento. Faz parte do Relatório Final, um artigo técnico, cujo modelo está disponível no portal da ANEEL (www.aneel.gov.br), no vínculo **Educação/Pesquisa e Desenvolvimento, Pesquisa e Desenvolvimento, Relatório Final.**

S

SISTEMA DE GESTÃO DE P&D: Sistema para gerenciamento dos Programas de P&D das Empresas, com acesso via portal da ANEEL (www.aneel.gov.br), no vínculo **Educação/Pesquisa e Desenvolvimento, Pesquisa e Desenvolvimento, Sistema de Gestão.** Permite acompanhar todo o processo de envio e avaliação de propostas de projetos e análise dos planos estratégicos de investimento em P&D submetidos pelas Empresas. Permite, também, realizar consultas públicas de projetos em execução e concluídos.

T

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: É a transmissão de conhecimentos, idéias, habilidades, informações e sinais de vários tipos para fabricação de um produto, aplicação de um processo ou prestação de um serviço. A transferência de tecnologia é, portanto, premissa para que a inovação tenha êxito, conforme salienta o Manual de Oslo (pág. 36). Ao realizar a transferência é preciso observar as condições impostas pela Resolução ANEEL nº 334, de 21 de outubro de 2008, bem como o Art. 211 da Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996.

Outros recursos destinados ao projeto – Recursos financeiros e/ou não financeiros (bens, materiais e serviços, desde que economicamente mensuráveis), aportados pelos intervenientes co-financiadores e/ou executores e/ou co-executores.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados finais serão divulgados pela CEMIG no endereço eletrônico:

www.cemig.com.br – Inovação – Destaque Especial

Anexo III.2: Formulário de Proposta de Projeto de P&D em continuidade

Dados do Projeto Anterior

Título: APLICAÇÃO DE MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS MULTIVARIADOS NO GERENCIAMENTO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Número do projeto de P&D na CEMIG: GT402

Fase(s) alcançada(s) na cadeia de inovação: PA

Descrição dos produtos entregues:

- 8 relatórios parciais e Relatório Final
- Algoritmo plataforma R
- Análise de consistência dos dados - 1o. Workshop – 08 e 09 de novembro de 2012 – Caderno de Apresentações
- Resultados finais - 2o. Workshop – 13 e 14 de março 2014– Caderno de Apresentações
- Mapa de delimitação das áreas de influência das estações de monitoramento da qualidade das águas da bacia do Rio Paranaíba/MG
- Mapa de uso e ocupação do solo na área de influência do reservatório de Nova Ponte
- Dissertação de mestrado: "Análise do Banco de Dados de Qualidade da Água de UHE Nova Ponte/MG Através da Aplicação de Ferramentas Estatísticas" - Débora Tavares Vianna – defendida e aprovada em 26/02/2014, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – UFMG
- Apresentações em seminários e congressos – 8 trabalhos apresentados e publicados em anais de seminários e congressos nacionais; 1 trabalho apresentado e publicado em congresso internacional.
- Publicações em periódicos:
 - ✓ Spatio-Temporal Variations Of Water Quality In Nova Ponte Reservoir, Araguari River Basin, Brazil – aprovado para publicação no periódico Water Supply - Reference No: WS-EM 16474R1
 - ✓ Metodologia para delimitação de área de influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água do reservatório da UHE Nova Ponte-MG – Revista Brasileira de Recursos Hídricos – em análise

Identificação (Projeto proposto)

Título: Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas: validação e acesso aos dados

Duração do projeto: 24 meses

Segmento do projeto: Geração e Transmissão

Tema de Pesquisa: MA - Meio Ambiente

Subtema de Pesquisa: MA0X - Outro.

Outro Tema de Pesquisa: GB - **Gestão de Bacias e Reservatórios**

Outro Subtema de Pesquisa: GB0X - Outro

Nova Fase na Cadeia de Inovação: desenvolvimento experimental

Tipo de produto: algoritmo plataforma R – aperfeiçoamento

Palavras-Chave: recursos hídricos; qualidade da água; tratamento estatístico de dados; interface gráfica com usuário; gestão de recursos hídricos

Custo Total: R\$ 916.105,38

Contrapartida Total: R\$ 235.920,00

Descrição (Originalidade)

Objetivos (Descrição dos objetivos mensuráveis do projeto e dos resultados pretendidos):

No projeto GT 402 foi desenvolvido algoritmo utilizando a plataforma R, para análises estatísticas, e este algoritmo foi integrado ao Sistema de Informação de Qualidade da Água dos Reservatórios da Cemig – SISÁGUA, para os dados do reservatório de Nova Ponte. Uma etapa preliminar importante foi a estruturação do banco de dados de resultados das análises físico-químicas das águas, com verificação e validação de todos os resultados analíticos, revisão dos limites reportados e descrição de procedimento para validação dos dados. A integração do Siságua ao algoritmo R agiliza o processo de divulgação dos dados de qualidade da água, decodificando as informações com apresentação de mapas, permitindo seu acesso e uso por estudantes, pesquisadores e usuários dos reservatórios, além de constituírem ferramenta complementar e importante no planejamento regional. Os resultados de monitoramento podem agora ser extraídos na forma de tabelas ou gráficos, de acordo com a demanda específica do usuário interno quanto, por exemplo, ao período de interesse, aos pontos de amostragem, aos parâmetros, ou análise estatística descritiva, entre outras possibilidades. A metodologia desenvolvida pode ser aplicada aos dados de qualidade da água obtidos em todos os reservatórios da Cemig, permitindo a otimização do uso dos dados como instrumento de gestão da qualidade da água dos reservatórios e no fornecimento de informações para o público externo.

O relatório final do projeto indicou que, para permitir o aproveitamento máximo das informações do banco de dados SISÁGUA, alguns procedimentos deveriam ser adotados, tais como:

- estabelecer uma formatação padrão para os laudos de resultados analíticos, onde constem informações sobre os métodos empregados, limites de detecção e incerteza dos resultados;
- estabelecer um protocolo para validação dos dados, antes de sua inserção no banco. Neste protocolo devem ser previstos procedimentos para avaliação global dos dados e para registro de dados locais por ocasião das coletas, incluindo ocorrências atípicas, que possam auxiliar na validação de valores extremos, por exemplo;
- assegurar frequência regular de coletas, assim como a localização e profundidade (quando aplicável) dos locais de amostragem.

Os dados de qualidade da água dos reservatórios da Cemig estão armazenados no SISAGUA, e podem ser acessados no endereço <http://www2.cemig.com.br/SAG//Default.aspx>. Apesar da facilidade de acesso, foram apresentadas sugestões para aprimorar a extração e utilização dos dados:

- o SISAGUA, quando acessado por usuários externos, oferece duas opções de formato de importação dos dados físicos e químicos: xls e pdf. Porém, apenas a importação feita para o formato pdf fornece os dados completos, ou seja, com o cadastro da coleta (temperatura, OD, condutividade, etc.) e os parâmetros coletados. Sendo assim, propõe-se que os dados fornecidos em xls passassem a conter também o cadastro da coleta de forma que fiquem completos;
- implementar a opção "baixar todos" quando o usuário necessitar fazer um download de todos os dados de um ponto ou de um determinado ano;
- verificar as unidades de concentração, pois há unidades incompletas ou escritas incorretamente e parâmetros sem indicação das unidades de concentração;
- na planilha eletrônica, lançar os sinais que indicam que um valor está acima ou abaixo do limite de detecção (menor que, maior que) em colunas separadas das colunas dos valores correspondentes, permitindo que estejam disponíveis para os usuários que acessassem o SISAGUA externamente ao sistema da CEMIG;
- disponibilizar ao usuário arquivos para download que descrevam os métodos analíticos utilizados e os limites de detecção, bem como os dados de sonda.

O algoritmo desenvolvido para aplicação de técnicas estatísticas aos dados de qualidade da água armazenado no SISAGUA foi gerado no programa R 2.15, e tem as seguintes funcionalidades:

- preparação dos dados;
- geração de tabelas com estatísticas descritivas;
- realização de testes estatísticos não-paramétricos (comparação entre pontos, sazonalidade, ;
- elaboração de gráficos boxplots por parâmetros e por local de monitoramento (por exemplo, boxplots de cada parâmetro, para todos os pontos; boxplots por semestre de um parâmetro em todos pontos de amostragem);
- elaboração de gráficos com as séries temporais dos dados (todos os parâmetros em cada estação de monitoramento ou para um dado parâmetro, todos os parâmetros monitorados).

A continuidade do projeto tem como objetivo principal o aperfeiçoamento do algoritmo desenvolvido, nos seguintes aspectos:

- avaliar a eficácia das medidas apontadas para validação e formatação dos dados do Siságua;
- verificar a aplicação do algoritmo a outros reservatórios monitorados pela Cemig, com avaliação detalhada do banco de dados e qualidade das informações extraídas em pelo menos dois reservatórios;
- introduzir o Índice de Qualidade de Água em Reservatórios (IQAR) no Siságua;
- participar do aprimoramento da interface gráfica, participando de discussões e reuniões com grupos responsáveis pelo aperfeiçoamento do Siságua;

- ampliar o acesso às informações extraídas do Siságua, com disponibilização de gráficos da qualidade da água ao público em geral;
- promover o envolvimento da população residente no entorno dos reservatórios operados pela Cemig, através da conscientização, educação e participação.

As atividades serão desenvolvidas ao longo de 24 meses, divididos em cinco etapas:

1ª. Etapa – planejamento inicial e formação/nivelamento da equipe- duração: um mês

Objetivo: definir equipe, nivelar informações, atualização bibliográfica.

Resultado: relatório parcial 1.

2ª. Etapa – integração com projetos P&D – duração: 2 meses

Objetivo: verificar possibilidades de cooperação/integração com projetos P&D e outros projetos da CEMIG em execução, relacionados à qualidade da água. Realização de workshop com Cemig e equipes de pesquisadores.

Resultado: proposta de trabalhos conjuntos entre os projetos.

3ª. Etapa – validação do algoritmo – duração: 9 meses

Objetivo: avaliar banco de dados em reservatórios selecionados e informações extraídas do Siságua com aplicação do algoritmo, visitas a campo; incluir IQAR no Siságua, definir dados a serem disponibilizados para usuários externos. Na seleção dos reservatórios, será dada prioridade aos que estiverem sendo estudados em outros projetos da Cemig.

Resultado: relatório parcial 2.

4ª. Etapa – extração de dados e participação popular – duração: 8 meses

Objetivo: definir apresentação dos dados extraídos na forma de gráficos e tabelas, com foco na participação do público em geral; preparar material explicativo para extração e uso das informações do Siságua, dirigido ao público leigo; elaboração de cronograma e material de suporte para realização de seminário em conjunto com comitê(s) de bacia selecionado(s).

Resultado: relatório parcial 3.

5ª. Etapa – seminário e encerramento – duração: 4 meses

Objetivo: realizar seminário piloto com participação de uma comitê de bacia hidrográfica para apresentação do Siságua e possibilidades de uso dos dados disponibilizados, incluindo oficina sobre parâmetros de qualidade de água voltada para o público leigo; preparar documentação final do projeto; divulgar os resultados em eventos científicos e periódicos.

Resultado: Relatório final, material de seminário, trabalhos publicados.

Motivação (Descrição sucinta das justificativas da proposição do projeto):

O projeto proposto visa otimizar o emprego dos dados de qualidade da água da CEMIG, gerados pelo monitoramento de seus reservatórios e armazenados no banco de dados Siságua. Este projeto foi iniciado com o desenvolvimento de um algoritmo que, integrado ao banco de dados, permite a extração de gráficos e tabelas. O acesso às informações é dirigido ao público interno, sendo o público externo atendido sob demanda. A situação ideal é, no entanto, o acesso público a todos os dados e informações disponíveis, tendência hoje irreversível na ciência. No entanto, o simples fornecimento de informações

científicas usando linguagem científica não leva ao aprendizado ou encoraja a discussão. É importante dispor de um sistema de apoio à decisão continuamente atualizado, com uma interface gráfica de fácil utilização que seja facilmente acessível e interpretável por usuários.

A participação ativa do público bem informado é amplamente reconhecida como um pilar e objetivo cruciais para a gestão sustentável dos recursos naturais, incluindo a gestão dos recursos hídricos. Essa participação tanto é direta, através das decisões de uso da água (por exemplo, a extensão e a frequência de banhos), quanto indireta, através do apoio a visões políticas particulares que moldam as políticas públicas.

O envolvimento do público é dividido em três categorias com base no resultado pretendido: conscientização pública (aumentando o conhecimento público de que existe um problema ou questão), educação pública (fornecendo informações para que o público possa entender políticas e ações governamentais), e participação pública (o público tem a oportunidade de ajudar na tomada de decisões ou toma alguma ação para apoiar a implementação da política). Os esforços nas relações com o público muitas vezes se concentram em aumentar a conscientização, sem solicitar nenhuma contribuição. A insatisfação com esses tipos de esforços de participação pública é generalizada. As abordagens "decidir-anunciar-defender" (DAD), nas quais os especialistas da agência tomam decisões, e tentam "dizer às pessoas o que é bom para elas", não levam a políticas duradouras e amplamente apoiadas. Para combater a insatisfação do público, muitas agências de tomada de decisão estão fazendo um maior esforço para melhorar o envolvimento do público em duas etapas, tomada de decisão e implementação da decisão.

Um aspecto muito importante, e que por si só já justifica o desenvolvimento de projetos que levem a informação correta e decodificada ao público em geral é que envolvimento público é visto como pedra fundamental dos ideais democráticos, mas é também cada vez mais visto pelos tomadores de decisão como um meio prático de colocar as decisões em prática. Envolver o público na tomada de decisões ajuda a evitar a obstrução pública das decisões e garante recursos públicos para a sua implementação..

Estado da arte da tecnologia em referência:

O projeto proposto inclui o tratamento e divulgação dos dados de qualidade da água, com fundamentação em três assuntos: análise estatística multivariada, interface gráfica com usuário, e participação popular.

A aplicação de métodos quimiométricos (também conhecidos como técnicas estatísticas multivariadas) nos estudos da qualidade das águas permite uma melhor avaliação e aproveitamento dos resultados, sendo uma condição praticamente obrigatória para a obtenção de resultados satisfatórios à medida que o número de parâmetros analisados aumenta. Por auxiliarem na interpretação de uma matriz complexa de dados, as técnicas multivariadas permitem um melhor entendimento da qualidade e da situação

ecológica do sistema estudado, possibilitando a identificação de possíveis fontes e fatores que influenciam o sistema aquático, bem como o agrupamento de estações de monitoramento de acordo com suas similaridades. São também utilizadas para otimizar o número e a locação de estações de monitoramento, reduzindo o número de dados e custos. Métodos quimiométricos mais utilizados incluem: análise de fatores, análise do componente principal, análise de agrupamento hierárquica, análises discriminantes e redes neurais. Cada uma dessas técnicas apresenta características típicas e, conseqüentemente, usos específicos para análise de dados de qualidade da água. Uma consulta à base de dados ScienceDirect tendo como palavras chave *water quality* e *multivariate analysis* indicou crescimento contínuo no número de publicações no período 2012 a 2017, com 75 artigos em 2016 e 39 nos primeiros meses de 2017.

Trabalhos mais recentes enfatizam a necessidade de promover o envolvimento do público na tomada e na implementação de decisões, com a divulgação das informações e resultados de pesquisas científicas, decodificadas em plataformas de acesso simplificado e amigável. Várias ferramentas de interface gráfica com usuário são disponíveis, e permitem aplicação em vários ambientes, incluindo o R, usado nas análises estatísticas dos dados do Siságua.

A participação pública ampla é essencial para a gestão sustentável das bacias hidrográficas, e é reconhecida em uma ampla gama de declarações políticas, trabalhos acadêmicos e programas de ativistas em todo o mundo. Existem boas razões para desenvolver processos cada vez mais participativos. Esses processos devem ser localmente apropriados e específicos em seus detalhes; devem envolver todos os membros da comunidade interessada com o resultado ou a decisão; devem considerar as implicações políticas e ecológicas a longo prazo; devem lidar com as questões difíceis de escala, jurisdições, prazos e incerteza científica. Mecanismos e sistemas de participação pública na formulação e implementação de decisões relativas a questões ambientais são objeto de estudos e publicações, e remetem às necessidades básicas de dar acesso às informações e de educar o público para compreender e usar essas informações.

Os trabalhos relacionados a seguir apresentam as discussões mais recentes sobre análise multivariada de dados de qualidade da água, representação gráfica e participação do público em geral em decisões na área ambiental.

1. Redfern, J., Illingworth, S. & Verran, J. What does the UK public want from academic science communication? [version 1; referees: 3 approved]. *F1000Research* 5, (2016).
2. Perkins, P. E. (Ellie). Public participation in watershed management: International practices for inclusiveness. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C* 36, 204–212 (2011).
3. McKinley, D. C., Briggs, R. D. & Bartuska, A. M. Reprint of: When peer-reviewed publications are not enough! Delivering science for natural resource management. *Forest Policy and Economics* 37, 9–19 (2013).

4. Marie, T. T. Public values as essential criteria for public entrepreneurship: Water management in France. *Utilities Policy* 40, 162–169 (2016).
5. Kochskämper, E., Challies, E., Newig, J. & Jäger, N. W. Participation for effective environmental governance? Evidence from Water Framework Directive implementation in Germany, Spain and the United Kingdom. *Journal of Environmental Management* 181, 737–748 (2016).
6. Jucan, M. S. & Jucan, C. N. The Power of Science Communication. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 149, 461–466 (2014).
7. Escott, H., Beavis, S. & Reeves, A. Incentives and constraints to Indigenous engagement in water management. *Land Use Policy* 49, 382–393 (2015).
8. Duijn, M. The value of reflection on the evolving individual and collective practice of public policy innovation in water management: An action science approach. *Journal of Cleaner Production* doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.193
9. Duijn, M. The value of reflection on the evolving individual and collective practice of public policy innovation in water management: An action science approach. *Journal of Cleaner Production* doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.193
10. Crow-Miller, B., Chang, H., Stoker, P. & Wentz, E. A. Facilitating collaborative urban water management through university-utility cooperation. *Sustainable Cities and Society* 27, 475–483 (2016).
11. Arzberger, P. et al. Promoting Access to Public Research Data for Scientific, Economic, and Social Development. *Data Science Journal* 3, 135–152 (2004).
12. Wu, M.-L. et al. Seasonal and spatial variations of water quality and trophic status in Daya Bay, South China Sea. *Marine Pollution Bulletin* 112, 341–348 (2016).
13. Wang, J., Liu, G., Liu, H. & Lam, P. K. S. Multivariate statistical evaluation of dissolved trace elements and a water quality assessment in the middle reaches of Huaihe River, Anhui, China. *Science of The Total Environment* 583, 421–431 (2017).
14. Kändler, M. et al. Impact of land use on water quality in the upper Nisa catchment in the Czech Republic and in Germany. *Science of The Total Environment* 586, 1316–1325 (2017).
15. Jung, K. Y. et al. Evaluation of water quality for the Nakdong River watershed using multivariate analysis. *Environmental Technology & Innovation* 5, 67–82 (2016).
16. Cristóvão, R. O. et al. Fish canning industry wastewater variability assessment using multivariate statistical methods. *Process Safety and Environmental Protection* 102, 263–276 (2016).
17. Chen, Q., Wu, W., Blanckaert, K., Ma, J. & Huang, G. Optimization of water quality monitoring network in a large river by combining measurements, a numerical model and matter-element analyses. *Journal of Environmental Management* 110, 116–124 (2012).
18. Chen, F., Taylor, W. D., Anderson, W. B. & Huck, P. M. Application of fingerprint-based multivariate statistical analyses in source characterization and tracking of contaminated sediment migration in surface water. *Environmental Pollution* 179, 224–231 (2013).
19. Abdullah, P., Abdullah, S. M. S., Jaafar, O., Mahmud, M. & Khalik, W. M. A. W. M. Characterization of spatial and temporal variability in hydrochemistry of Johor Straits, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin* 101, 378–385 (2015).

20. Shamir, A. & Stolpnik, A. Interactive visual queries for multivariate graphs exploration. *Computers & Graphics* 36, 257–264 (2012).
21. Jones, W. R., Spence, M. J., Bowman, A. W., Evers, L. & Molinari, D. A. A software tool for the spatiotemporal analysis and reporting of groundwater monitoring data. *Environmental Modelling & Software* 55, 242–249 (2014).
22. Campelo, F., García-González, I. & Nabais, C. detrendeR – A Graphical User Interface to process and visualize tree-ring data using R. *Dendrochronologia* 30, 57–60 (2012).
23. Bertone, E., Stewart, R. A., Zhang, H., Bartkow, M. & Hacker, C. An autonomous decision support system for manganese forecasting in subtropical water reservoirs. *Environmental Modelling & Software* 73, 133–147 (2015).

Pesquisas correlatas (Listagem de pesquisas correlatas a esse projeto de P&D):

GT402 - Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas
 Descrição: Desenvolvimento de algoritmo utilizando software livre R para análise quimiométrica dos dados de qualidade da água de bacias hidrográficas e reservatórios, permitindo avaliação de redes de monitoramento e visualização das variações temporais e espaciais da qualidade da água. Integração do algoritmo ao banco de dados de qualidade da água da CEMIG.

Integrantes: Mônica Maria Diniz Leão - Coordenador / Mauro da Cunha Naghettini - Integrante / Olivia Maria S R Vasconcelos - Integrante / Cristiano Christófaros Matosinhos - Integrante / Camila Costa de Amorim - Integrante / Sílvia Maria Alves Corrêa Oliveira - Integrante.

Aplicação De Métodos Estatísticos Multivariados Para Otimização De Monitoramento Da Qualidade De Água

Descrição: O projeto pretende abordar problemas usuais observados no tratamento de dados que são gerados em grande número, como aqueles oriundos de programas de monitoramento regular, desenvolvidos por órgãos públicos ou indústrias de grande porte. Tem como objetivos: Sistematizar os dados de monitoramento da qualidade das águas da Bacia do rio São Francisco, disponibilizados pelo IGAM e pela VALE; estudar as tendências temporais e espaciais dos parâmetros de qualidade de água nos cursos de água da região, utilizando métodos estatísticos multivariados; avaliar e otimizar o programa de monitoramento em uma sub-bacia selecionada; propor uma metodologia para análise e disponibilização de dados de qualidade de água. Projeto aprovado no Edital FAPs/ VALE - Chamada de propostas nº 01/2010.

Integrantes: Mônica Maria Diniz Leão - Integrante / Camila Costa de Amorim - Integrante / Sílvia Maria Alves Corrêa Oliveira - Coordenador.

Contribuição inovadora do projeto proposto (Originalidade) (Descrição da originalidade do produto principal do projeto, em relação ao estado da arte, com foco no setor elétrico brasileiro):

A disponibilização dos dados armazenados no Siságua vem ao encontro de novas práticas de divulgação de resultados de pesquisas e de formulação e aplicação de políticas públicas, especialmente na área ambiental.

Pesquisas financiadas com verbas públicas devem ser acessíveis ao público, e os resultados devem ser apresentados de forma que possam ser bem compreendidos e eventualmente usados. O acesso por pessoas de diferentes formações, atuações e interesses permite uso mais amplo dos dados e é um fator positivo para a empresa.

A abertura dos dados do Siságua contribui também para a formação e informação da população vizinha aos reservatórios, se tornando assim mais preparada para participar do planejamento e ações relativas à operação dos reservatórios, reduzindo conflitos e disputas.

Desafios e avanços tecnológicos a serem realizados com a implementação do projeto:

Tornar o Siságua uma fonte de informação sobre a qualidade da água dos reservatórios operados pela Cemig, em um sistema de informação robusto e amigável.

Produção (Descrição dos produtos esperados do projeto):

Integração Siságua – plataforma R –usuário

Uma dissertação de mestrado

Um artigo publicado em periódico

Dois artigos apresentados em congressos

Aplicabilidade

Âmbito de aplicação do produto principal do projeto:

Siságua – banco de dados de qualidade da água

Potencial de aplicação sobretudo do projeto principal:

Alto potencial de melhorar a apresentação e extração de dados do Siságua

Restrições em termos de âmbito e abrangência do produto principal (se existirem):

Não se aplica

Previsão da verificação da funcionalidade do projeto ou produto (ex. teste de laboratório, testes de campo, de tipo, de rotina, com justificativa da escolha técnica):

A funcionalidade do sistema integrado Siságua - plataforma R – interface gráfica será verificada na terceira etapa do projeto, e prevê a participação de empresa especializada na gestão de informação.

Relevância

Descrição das contribuições ou impactos para as entidades participantes do projeto e o setor elétrico:

Para a universidade, os impactos serão verificados principalmente na capacitação de pessoal, com participação de bolsistas de graduação na modalidade de iniciação científica e um mestrando. A concessionária se beneficiará pela melhoria do processo interno e do Siságua.

CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL

Programação de Capacitação profissional

Tipo		Nome do Membro da Equipe que será qualificado	Instituição de ensino	Área de Pesquisa	Início (mês/ano)	Término (mês/ano)
Mestrado	ME	A definir	UFMG	Tratamento estatístico de dados	08/2017	07/2019

Impacto ou importância da(s) capacitação(ões) profissional(is) para a(s) entidade(s) a(os) qual(ais) o(s) profissional(is) pertencem e para o setor elétrico:

CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA

Produção técnico-científica prevista (publicações em periódicos ou Anais/nacionais ou internacionais)
(Indicar quais periódicos ou eventos está previsto a submissão de trabalhos técnico-científicos):

- 1 trabalho submetido para publicação no periódico Water Supply
- Submissão de trabalhos para os congressos da ABRH (nacional) e da IWA – International Water Association

Propriedade intelectual (indicar se planeja gerar algum tipo de registro/patente e produtos gerados pelo projeto, quais tipos de propriedades serão geradas e como será o compartilhamento dos resultados do projeto):

Não se aplica

Apoio a infraestrutura (indicar laboratórios e equipamentos a serem adquiridos e entidades beneficiadas):

UFMG e UFVJM: sala de pós-graduandos – ampliação de equipamentos de informática dedicados à pesquisa.

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS

Descrever os impactos previstos e, se couber, medidas de mitigação:

Não se aplica

IMPACTOS ECONÔMICOS

Apresentar os impactos econômico-financeiros (por ex., ganhos de produtividade, qualidade do fornecimento de energia, gestão de ativos, perdas não técnicas, mercados, eficiência energética, dentre outros):

Melhoria dos processos internos de avaliação do monitoramento; maior agilidade na recuperação de informações relativas à qualidade da água; melhor atendimento aos usuários dos dados do Siságua; fortalecimento do Siságua como ferramenta de gestão; melhor relacionamento com o público vizinho dos reservatórios.

Razoabilidade dos Custos

Benefícios Econômicos (Apresentar Estudo de Viabilidade Econômica ou Avaliação da expectativa de Retorno de investimento, com horizonte de tempo definido, com base nos custos de execução, aplicação de seus resultados e benefícios decorrentes de sua implantação, justificando argumentos e premissas):

O monitoramento anual da qualidade da água em 22 UHEs (coletas trimestrais, média de 10 pontos por coleta, 880 amostras por ano) e 30 PCHs (coletas semestrais, média de 3 pontos por coleta, 180 amostras anuais) com análise de 35 parâmetros, em média, por amostra, a um custo de R\$35,00/parâmetro, leva a uma despesa anual da ordem de R\$1.298.500,00. O acesso aos dados de qualidade da água estocados no Siságua permite a realização de uma série de estudos e avaliações, tal como o estudo estatístico incorporado ao Siságua, que podem levar a redes conjuntas de monitoramento, minimizando custos; otimização das redes, quando operadas em conjunto por instituições diversas que tem interesse e atividade nas mesmas regiões, estudos de variações temporais e espaciais, além de correlação entre as variáveis, podem levar à otimização da rede. O projeto proposto tem para a concessionária custo global menor que um ano de monitoramento, e pode abrir possibilidades diversas de participação de outros gestores e pesquisadores, com benefícios para toda a comunidade.

QUADRO GERAL DE DESPESAS DO PROJETO (Executora 1: UFMG; exec. 2: UFVJM; exec. 3: Fundep)

Item de custo	Total (R\$)	Executora 1 (R\$)	Executora 2 (R\$)	Executora 3 (R\$)	Executora 4 (R\$)	Executora n (R\$)
Recursos humanos (RH)	468.000,00	355.680,00	112.320,00	0,00		
Serviços de Terceiros (ST)	0,00	0,00	0,00	0,00		
Material de Consumo (MC)	3.600,00	3.600,00	0,00	0,00		
Materiais e equipamentos (MP)	15.800,00	15.800,00	0,00	0,00		
Viagens e diárias (VD)	48.014,45	48.014,45	0,00	0,00		
Outros (OU)	184.790,93	150.495,44		34.295,49		
TOTAIS	720.205,38	573.589,89	112.320,00	34.295,49		

QUADRO GERAL DE CONTRAPARTIDAS DO PROJETO (Executora 1: UFMG; exec. 2: UFVJM; exec. 3: Fundep)

Item de custo	Total (R\$)	Executora 1 (R\$)	Executora 2 (R\$)	Executora 3 (R\$)	Executora 4 (R\$)	Executora n (R\$)
Recursos humanos (RH)	127.200,00	91.680,00	35.520,00	0,00		
Serviços de Terceiros (ST)	0,00	0,00	0,00	0,00		
Material de Consumo (MC)	0,00	0,00	0,00	0,00		
Materiais e equipamentos (MP)	68.700,00	68.700,00	0,00	0,00		
Viagens e diárias (VD)	0,00	0,00	0,00	0,00		
Outros (OU)	0,00	0,00	0,00	0,00		
TOTAIS	195.900,00	160.380,00	35.520,00	0,00		

CUSTO TOTAL DO PROJETO (DESPESAS + CONTRAPARTIDA) (Executora 1: UFMG; exec. 2: UFVJM; exec. 3: Fundep)

Item de custo	Total (R\$)	Executora 1 (R\$)	Executora 2 (R\$)	Executora 3 (R\$)	Executora 4 (R\$)	Executora n (R\$)
Recursos humanos (RH)	595.200,00	447.360,00	147.840,00	0,00		
Serviços de Terceiros (ST)	0,00	0,00	0,00	0,00		
Material de Consumo (MC)	3.600,00	3.600,00	0,00	0,00		
Materiais e equipamentos (MP)	84.500,00	84.500,00	0,00	0,00		
Viagens e diárias (VD)	48.014,45	48.014,45	0,00	0,00		
Outros (OU)	184.790,93	150.495,44	0,00	34.295,49		
TOTAIS	916.105,38	733.969,89	147.840,00	34.295,49		

Ciência e de Acordo do Coordenador do Projeto, Fundação e NIT

Estou ciente de que o custo unitário (H/h) de cada membro da equipe executora é bruto, devendo ser descontado desse valor as parcelas referentes aos impostos e encargos cabíveis.

[para o caso de Universidades e ICTs] Estou ciente, de que as informações contidas nessa proposta, foram submetidas e aprovadas pela Fundação Interviente e pelo Núcleo de Inovação Tecnológica.

Estou ciente e de acordo com todas as informações contidas nessa proposta.

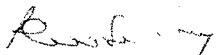
Ciência e de acordo.

LOCAL: Belo Horizonte


DATA: 29/01/2018



COORDENADOR DO PROJETO / ENTIDADE EXECUTORA



FUNDAÇÃO DE PESQUISA INTERVENIENTE (caso haja)
Fundação de Desenvolvimento de Pesquisa



NIT – NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE ICTs (caso haja)
Prof. Ado Jorio de Vasconcelos
Pró-Reitor de Pesquisa / UFMG
Nomeação DCU nº 5 233/2018

Formulário de Projeto

Identificação

Título: Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas: validação e acesso aos dados

Página na internet: <http://>

Duração: 24 meses

Ano de Início: 2018

Categoria de Pesquisa: Pesquisa Aplicada

Tema de Pesquisa: Meio ambiente

Palavras-Chave

recursos hídricos
qualidade da água
tratamento estatístico de dados
participação público

Custo Total: R\$ 906.505,36

Áreas

Áreas de Conhecimento

Probabilidade e Estatística Aplicadas
Recursos Hídricos
Saneamento Ambiental

Descrição

Objetivos (Descrição dos objetivos mensuráveis do projeto)

No projeto GT 402 foi desenvolvido algoritmo utilizando a plataforma R, para análises estatísticas, e este algoritmo foi integrado ao Sistema de Informação de Qualidade da Água dos Reservatórios da Cemig - SISÁGUA, para os dados do reservatório de Nova Ponte. Foram feitas recomendações para otimizar o sistema, incluindo tratamento dos dados de qualidade e funcionalidades do Siságua.

A continuidade do projeto tem como objetivo principal o aperfeiçoamento do algoritmo desenvolvido, nos seguintes aspectos:

- avaliar a eficácia das medidas apontadas para validação e formatação dos dados do Siságua;
- verificar a aplicação do algoritmo a outros reservatórios monitorados pela Cemig, com avaliação detalhada do banco de dados e qualidade das informações extraídas em pelo menos dois reservatórios;
- introduzir o Índice de Qualidade de Água em Reservatórios (IQAR) no Siságua;
- participar do aprimoramento da interface gráfica, participando de discussões e reuniões com grupos responsáveis pelo aperfeiçoamento do Siságua;
- ampliar o acesso às informações extraídas do Siságua, com disponibilização de gráficos da qualidade da água ao público em geral;
- promover o envolvimento da população residente no entorno dos reservatórios operados pela Cemig, através da conscientização, educação e participação.

Justificativa (Indicação do motivador e da originalidade do proposto)

O projeto proposto visa otimizar o emprego dos dados de qualidade da água da CEMIG, gerados pelo monitoramento de seus reservatórios e armazenados no banco de dados Siságua. Este projeto foi iniciado com o desenvolvimento de um algoritmo que, integrado ao banco de dados, permite a extração de gráficos e tabelas. O acesso às informações é dirigido ao público interno, sendo o público externo atendido sob demanda. A situação ideal é, no entanto, o acesso público a todos os dados e informações disponíveis, tendência hoje irreversível na ciência. No entanto, o simples fornecimento de informações científicas usando linguagem científica não leva ao aprendizado ou encoraja a discussão. É importante dispor de um sistema de apoio à decisão continuamente atualizado, com uma interface gráfica de fácil utilização que seja facilmente acessível e interpretável por usuários.

Formulário de Projeto

utilização que seja facilmente acessível e interpretável por usuários.

A participação ativa do público bem informado é amplamente reconhecida como um pilar e objetivos cruciais para a gestão sustentável dos recursos naturais, incluindo a gestão dos recursos hídricos. Essa participação tanto é direta, através das decisões de uso da água (por exemplo, a extensão e a frequência de banhos), quanto indireta, através do apoio a visões políticas particulares que moldam as políticas públicas.

O envolvimento do público é dividido em três categorias com base no resultado pretendido: conscientização pública (aumentando o conhecimento público de que existe um problema ou questão), educação pública (fornecendo informações para que o público possa entender políticas e ações governamentais), e participação pública (o público tem a oportunidade de ajudar na tomada de decisões ou toma alguma ação para apoiar a implementação da política). Os esforços nas relações com o público muitas vezes se concentram em aumentar a conscientização, sem solicitar nenhuma contribuição. A insatisfação com esses tipos de esforços de participação pública é generalizada. As abordagens "decidir-anunciar-defender" (DAD), nas quais os especialistas da agência tomam decisões, e tentam "dizer às pessoas o que é bom para elas", não levam a políticas duradouras e amplamente apoiadas. Para combater a insatisfação do público, muitas agências de tomada de decisão estão fazendo um maior esforço para melhorar o envolvimento do público em duas etapas, tomada de decisão e implementação da decisão.

Um aspecto muito importante, e que por si só já justifica o desenvolvimento de projetos que levem a informação correta e decodificada ao público em geral é que envolvimento público é visto como pedra fundamental dos ideais democráticos, mas é também cada vez mais visto pelos tomadores de decisão como um meio prático de colocar as decisões em prática. Envolver o público na tomada de decisões ajuda a evitar a obstrução pública das decisões e garante recursos públicos para a sua implementação.

Bibliografia (Sumário da Revisão bibliográfica)

O projeto proposto inclui o tratamento e divulgação dos dados de qualidade da água, com fundamentação em três assuntos: análise estatística multivariada, interface gráfica com usuário, e participação popular.

A aplicação de métodos quimiométricos (também conhecidos como técnicas estatísticas multivariadas) nos estudos da qualidade das águas permite uma melhor avaliação e aproveitamento dos resultados, sendo uma condição praticamente obrigatória para a obtenção de resultados satisfatórios à medida que o número de parâmetros analisados aumenta. Por auxiliarem na interpretação de uma matriz complexa de dados, as técnicas multivariadas permitem um melhor entendimento da qualidade e da situação ecológica do sistema estudado, possibilitando a identificação de possíveis fontes e fatores que influenciam o sistema aquático, bem como o agrupamento de estações de monitoramento de acordo com suas similaridades. São também utilizadas para otimizar o número e a localização de estações de monitoramento, reduzindo o número de dados e custos. Métodos quimiométricos mais utilizados incluem: análise de fatores, análise do componente principal, análise de agrupamento hierárquica, análises discriminantes e redes neurais. Cada uma dessas técnicas apresenta características típicas e, conseqüentemente, usos específicos para análise de dados de qualidade da água. Uma consulta à base de dados ScienceDirect tendo como palavras chave water quality e multivariate analysis indicou crescimento contínuo no número de publicações no período 2012 a 2017, com 75 artigos em 2016 e 39 nos primeiros meses de 2017.

Trabalhos mais recentes enfatizam a necessidade de promover o envolvimento do público na tomada e na implementação de decisões, com a divulgação das informações e resultados de pesquisas científicas, decodificadas em plataformas de acesso simplificado e amigável. Várias ferramentas de interface gráfica com usuário são disponíveis, e permitem aplicação em vários ambientes, incluindo o R, usado nas análises estatísticas dos dados do Siságua. Uma vez definida a interface sistema-usuário, que será implementada por outro grupo, concomitante ao desenvolvimento do projeto aqui proposto, serão promovidos seminários dirigidos ao público com o objetivo de apresentar o banco de dados e mostrar as possibilidades de extração e uso das informações, incluindo também introdução à qualidade da água e significado dos vários parâmetros e seus valores numéricos.

A participação pública é essencial para a gestão sustentável das bacias hidrográficas, e é reconhecida em uma ampla gama de declarações políticas, trabalhos acadêmicos e programas de ativistas em todo o mundo. Existem boas razões para desenvolver processos cada vez mais participativos. Esses processos devem ser localmente apropriados e específicos em seus detalhes; devem envolver todos os membros da comunidade interessada com o resultado ou a decisão; devem considerar as implicações políticas e ecológicas a longo prazo; devem lidar com as questões difíceis de escala, jurisdições, prazos e incerteza científica. Mecanismos e sistemas de participação pública na formulação e implementação de decisões relativas a questões ambientais são objeto de estudos e publicações, e remetem às necessidades básicas de dar acesso às informações e de educar o público para compreender e usar essas informações.

Os trabalhos relacionados a seguir apresentam as discussões mais recentes sobre análise multivariada de dados de qualidade da água, representação gráfica e participação do público em geral em decisões na área ambiental.

1. Redfern, J., Illingworth, S. & Verran, J. What does the UK public want from academic science communication? [version 1; referees: 3 approved]. F1000Research 5, (2016).
2. Perkins, P. E. (Ellie). Public participation in watershed management: International practices for inclusiveness. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C 36, 204-212 (2011).

Formulário de Projeto

3. McKinley, D. C., Briggs, R. D. & Bartuska, A. M. Reprint of: When peer-reviewed publications are not enough! Delivering science for natural resource management. *Forest Policy and Economics* 37, 9-19 (2013).
4. Marie, T. T. Public values as essential criteria for public entrepreneurship: Water management in France. *Utilities Policy* 40, 162-169 (2016).
5. Kochskämper, E., Challies, E., Newig, J. & Jager, N. W. Participation for effective environmental governance? Evidence from Water Framework Directive implementation in Germany, Spain and the United Kingdom. *Journal of Environmental Management* 181, 737-748 (2016).
6. Jucan, M. S. & Jucan, C. N. The Power of Science Communication. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 149, 461-466 (2014).
7. Escott, H., Beavis, S. & Reeves, A. Incentives and constraints to Indigenous engagement in water management. *Land Use Policy* 49, 382-393 (2016).
8. Duijn, M. The value of reflection on the evolving individual and collective practice of public policy innovation in water management: An action science approach. *Journal of Cleaner Production* doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.193
9. Duijn, M. The value of reflection on the evolving individual and collective practice of public policy innovation in water management: An action science approach. *Journal of Cleaner Production* doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.193
10. Crow-Miller, B., Chang, H., Stoker, P. & Wentz, E. A. Facilitating collaborative urban water management through university-utility cooperation. *Sustainable Cities and Society* 27, 475-483 (2016).
11. Arzberger, P. et al. Promoting Access to Public Research Data for Scientific, Economic, and Social Development. *Data Science Journal* 3, 135-152 (2004).
12. Wu, M.-L. et al. Seasonal and spatial variations of water quality and trophic status in Daya Bay, South China Sea. *Marine Pollution Bulletin* 112, 341-348 (2016).
13. Wang, J., Liu, G., Liu, H. & Lam, P. K. S. Multivariate statistical evaluation of dissolved trace elements and a water quality assessment in the middle reaches of Huaihe River, Anhui, China. *Science of The Total Environment* 583, 421-431 (2017).
14. Kändler, M. et al. Impact of land use on water quality in the upper Nisa catchment in the Czech Republic and in Germany. *Science of The Total Environment* 586, 1316-1325 (2017).
15. Jung, K. Y. et al. Evaluation of water quality for the Nakdong River watershed using multivariate analysis. *Environmental Technology & Innovation* 5, 67-82 (2016).
16. Cristóvão, R. O. et al. Fish canning industry wastewater variability assessment using multivariate statistical methods. *Process Safety and Environmental Protection* 102, 263-276 (2016).
17. Chen, Q., Wu, W., Blanckaert, K., Ma, J. & Huang, G. Optimization of water quality monitoring network in a large river by combining measurements, a numerical model and matter-element analyses. *Journal of Environmental Management* 110, 116-124 (2012).
18. Chen, F., Taylor, W. D., Anderson, W. B. & Huck, P. M. Application of fingerprint-based multivariate statistical analyses in source characterization and tracking of contaminated sediment migration in surface water. *Environmental Pollution* 179, 224-231 (2013).
19. Abdullah, P., Abdullah, S. M. S., Jaafar, O., Mahmud, M. & Khalik, W. M. A. W. M. Characterization of spatial and temporal variability in hydrochemistry of Johor Straits, Malaysia. *Marine Pollution Bulletin* 101, 378-385 (2015).
20. Shamir, A. & Stolpnik, A. Interactive visual queries for multivariate graphs exploration. *Computers & Graphics* 36, 257-264 (2012).
21. Jones, W. R., Spence, M. J., Bowman, A. W., Evers, L. & Molinari, D. A. A software tool for the spatiotemporal analysis and reporting of groundwater monitoring data. *Environmental Modelling & Software* 55, 242-249 (2014).
22. Campelo, F., García-González, I. & Nabais, C. detrendeR - A Graphical User Interface to process and visualize tree-ring data using R. *Dendrochronologia* 30, 57-60 (2012).
23. Bertone, E., Stewart, R. A., Zhang, H., Bartkow, M. & Hacker, C. An autonomous decision support system for manganese forecasting in subtropical water reservoirs. *Environmental Modelling & Software* 73, 133-147 (2015).

Metodologia

A disponibilização dos dados armazenados no Siságua vem ao encontro de novas práticas de divulgação de resultados de pesquisas e de formulação e aplicação de políticas públicas, especialmente na área ambiental. Pesquisas financiadas com verbas públicas devem ser acessíveis ao público, e os resultados devem ser apresentados de forma que possam ser bem compreendidos e eventualmente utilizados. O acesso por pessoas de diferentes formações, atuações e interesses permite uso mais amplo dos dados e é um fator positivo para a empresa. A abertura dos dados do Siságua contribui também para a formação e informação da população vizinha aos reservatórios, que se torna assim mais preparada para participar do planejamento e ações relativas à operação dos reservatórios, reduzindo conflitos e disputas.

As atividades serão desenvolvidas ao longo de 24 meses, divididos em cinco etapas:

1ª. Etapa - planejamento inicial e formação/niveiamento da equipe- duração: um mês
Objetivo: definir equipe, nivelar informações, atualização bibliográfica.

Resultado: relatório parcial 1.

2ª. Etapa - integração com projetos P&D - duração: 2 meses

Objetivo: verificar possibilidades de cooperação/integração com projetos P&D e outros projetos da CEMIG em

Formulário de Projeto

execução, relacionados à qualidade da água. Realização de workshop com Cemig e equipes de pesquisadores.

Resultado: proposta de trabalhos conjuntos entre os projetos.

3ª. Etapa - validação do algoritmo - duração: 9 meses

Objetivo: avaliar banco de dados em reservatórios selecionados e informações extraídas do Siságua com aplicação do algoritmo, visitas a campo; incluir IQAR no Siságua, definir dados a serem disponibilizados para usuários externos. Na seleção dos reservatórios, será dada prioridade aos que estiverem sendo estudados em outros projetos da Cemig.

Resultado: relatório parcial 2.

4ª. Etapa - extração de dados e participação popular - duração: 8 meses

Objetivo: definir apresentação dos dados extraídos na forma de gráficos e tabelas, com foco na participação do público em geral; preparar material explicativo para extração e uso das informações do Siságua, dirigido ao público leigo; elaboração de cronograma e material de suporte para realização de seminário em conjunto com comitê(s) de bacia selecionado(s).

Resultado: relatório parcial 3.

5ª. Etapa - seminário e encerramento - duração: 4 meses

Objetivo: realizar seminário piloto com participação de uma comitê de bacia hidrográfica para apresentação do Siságua e possibilidades de uso dos dados disponibilizados, incluindo oficina sobre parâmetros de qualidade de água voltada para o público leigo; preparar documentação final do projeto; divulgar os resultados em eventos científicos e periódicos.

Resultado: Relatório final, material de seminário, trabalhos publicados.

Pesquisas Correlatas

GT402 - Aplicação de métodos quimiométricos multivariados no gerenciamento de bacias hidrográficas

Descrição: Desenvolvimento de algoritmo utilizando software livre R para análise quimiométrica dos dados de qualidade da água de bacias hidrográficas e reservatórios, permitindo avaliação de redes de monitoramento e visualização das variações temporais e espaciais da qualidade da água. Integração do algoritmo ao banco de dados de qualidade da água da CEMIG.

Integrantes: Mônica Maria Diniz Leão - Coordenador / Mauro da Cunha Naghettini - Integrante / Olivia Maria S R Vasconcelos - Integrante / Cristiano Christóforo Matosinhos - Integrante / Camila Costa de Amorim - Integrante / Sílvia Maria Alves Corrêa Oliveira - Integrante.

Aplicação De Métodos Estatísticos Multivariados Para Otimização De Monitoramento Da Qualidade De Água

Descrição: O projeto pretende abordar problemas usuais observados no tratamento de dados que são gerados em grande número, como aqueles oriundos de programas de monitoramento regular, desenvolvidos por órgãos públicos ou indústrias de grande porte. Tem como objetivos: Sistematizar os dados de monitoramento da qualidade das águas da Bacia do rio São Francisco, disponibilizados pelo IGAM e pela VALE; estudar as tendências temporais e espaciais dos parâmetros de qualidade de água nos cursos de água da região, utilizando métodos estatísticos multivariados; avaliar e otimizar o programa de monitoramento em uma sub-bacia selecionada; propor uma metodologia para análise e disponibilização de dados de qualidade de água. Projeto aprovado no Edital FAPs/ VALE - Chamada de propostas nº 01/2010.

Integrantes: Mônica Maria Diniz Leão - Integrante / Camila Costa de Amorim - Integrante / Sílvia Maria Alves Corrêa Oliveira - Coordenador.

Riscos

Fatores (Descrição dos fatores que podem causar atrasos ou impedir a implementação do projeto como proposto originalmente)

Fator técnico:

- fatores: equipe, instituições, dados de qualidade da água - fator técnico considerado baixo devido à qualidade e experiência da equipe; expertise das instituições envolvidas; existência e disponibilidade de dados de qualidade da água; uso de software aberto.

Fator financeiro:

- fator: atraso no repasse dos recursos - baixo devido à grande experiência da CEMIG na gestão de projetos de pesquisa, e da FUNDEP como órgão gestor pela UFMG.

Atrasos no cronograma:

- poderão ocorrer em função de problemas técnicos ou financeiros, cuja possibilidade de ocorrência é baixa. Pequenos atrasos no cronograma já estão contabilizados na distribuição das etapas.

Classificação

Formulário de Projeto

Tipo de Risco	Probabilidade
Técnico	Baixo
Financeiro	Baixo
Atrasos no Cronograma	Baixo

Resultados

Produção (Descrição dos produtos esperados do projeto)	
Metodologia ou técnica	
- Especificação Complementar extração dos dados de qualidade da água em forma de gráficos validada	
Capacitação (Capacitação dos profissionais da equipe do projeto)	Quantidade
Títulos de mestrado	1
- Especificação Complementar	
Instituições (Capacitação das instituições participantes)	
Participação em conferências, seminários e congressos	
Artigos em revistas e anais	
- Especificação Complementar Um artigo publicado em periódico Dois artigos apresentados em congressos	
Concessionária (Capacitação para a concessionária)	
Melhoria de processo interno	
Melhoria da qualidade do serviço prestado	
- Especificação Complementar Maior agilidade na recuperação de dados de qualidade da água; melhor acessibilidade do usuário aos dados de qualidade da água; melhor relacionamento com comunidade afetada pela implantação e operação de reservatórios	

Entidades Participantes

Nome	Tipo	Função
CEMIG Geração e Transmissão S/A		Proponente
Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - In	Fundação	Executora
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais	Universidade	Executora

Propriedade intelectual

NÃO SE APLICA

Equipe

Nome	Categoria	Função	(R\$/h)
Camila Costa de Amorim Amaral	Doutor	Pesquisador	180,00
Cristiano Christofaro Matosinhos	Doutor	Pesquisador	180,00
Mônica Maria Diniz Leão	Doutor	Pesquisador	180,00
Recurso Humano		Auxiliar técnico	25,00
Silvia Maria Aives Correa Oliveira	Doutor	Coordenador	210,00

Recursos

Descrição	Tipo	Origem	Qtd	Custo (R\$)
UFMG/FUNDEP- diárias internacionais	Viagens e diárias			

Formulário de Projeto

Descrição	Tipo	Origem	Qtd	Custo (R\$)
		Nacional	5	5.914,45
UFMG/FUNDEP- - material de consumo escritório, tais Pilhas e Baterias, cabos, cartões de memória, tonners	Material de consumo	Nacional	24	3.600,00
UFMG/FUNDEP- - 42 diárias nacionais para viagens campo e 10 para participação em congressos nacionais	Viagens e diárias	Nacional	52	20.800,00
UFMG/FUNDEP- - coffe break	Outros	Nacional	115	11.500,00
UFMG/FUNDEP- - computador pessoal tipo ultrabook	Materiais e equipamentos	Nacional	1	5.000,00
UFMG/FUNDEP- - computadores de mesa, para uso exclusivo no projeto, configuração mínima: Processador Intel® Core™ i5; Windows 10 Home Single Language.8GB de memória; Disco rígido de 1TB; tela LED Full HD IPS de 23.8" touchscreen. Incluso teclado e mouse sem fio.	Materiais e equipamentos	Nacional	2	8.000,00
UFMG/FUNDEP- - dias de aluguel de carro com motorista	Viagens e diárias	Nacional	21	6.300,00
UFMG/FUNDEP- - editoração e impressão caderno de workshops e seminários, a cores, formato A5, com gráficos, mapas, textos e figuras	Outros	Nacional	55	16.500,00
UFMG/FUNDEP- - impressoras multifuncionais com configuração mínima: Impressora multifuncional a laser - Laser.Funções Imprimir, copiar, digitalizar. Ciclo de trabalho Mensalmente, A4: Até 20,000 páginas/4Cor de impressão ColoridaScanner Colorido Impressão Frente e Verso Tamanhos de impressão A4; A5; A6; B5; 16k; 10x15cm; cartões postais (JIS simples e duplo) ; envelopes (DL,C5,B5)Memória Interna 128 MB;Wireless (conexão sem fio)	Materiais e equipamentos	Nacional	2	2.800,00
UFMG/FUNDEP- - mensalidades de bolsista de iniciação científica	Outros	Nacional	96	38.400,00
UFMG/FUNDEP- - taxa de administração etapa 3	Outros	Nacional	1	12.749,21
UFMG/FUNDEP- - taxa de administração etapa 4	Outros	Nacional	1	10.243,95
UFMG/FUNDEP- - taxa de inscrição em congresso internacional	Outros	Nacional	1	2.557,60
UFMG/FUNDEP- - taxa de inscrição em congresso nacional	Outros	Nacional	2	2.400,00
UFMG/FUNDEP- passagem ida-volta internacional	Viagens e diárias	Nacional	1	6.000,00
UFMG/FUNDEP- taxa de administração etapa 1	Outros	Nacional	1	2.492,37
UFMG/FUNDEP-- mensalidades de bolsa de mestrado	Outros	Nacional	24	36.000,00
UFMG/FUNDEP-- passagens ida-volta nacionais	Viagens e diárias	Nacional	6	9.000,00
UFMG/FUNDEP-- Profissional de Pesquisa, formação ensino médio	Serviços de Terceiros - Outros	Nacional	24	17.388,48
UFMG/FUNDEP-- Profissional graduado em cursos da área de ciencias exatas e da terra	Serviços de Terceiros - Outros	Nacional	24	25.749,36
UFMG/FUNDEP-- taxa de administração etapa 2	Outros	Nacional	1	2.554,74
UFMG/FUNDEP-- taxa de administração etapa 5	Outros	Nacional	1	6.255,20
[CONTRAPARTIDA] UFMG - Acesso ao periódico CAPES para pesquisa bibliografica	Outros	Nacional	24	48.000,00
[CONTRAPARTIDA]-UFMG - sala de reuniões, contendo 1 mesa, 16 cadeiras estofadas, televisor LED 50 polegadas, web cam, internet sem fio, roteador, telefone	Outros	Nacional	288	14.400,00
[CONTRAPARTIDA]-UFMG Utilização sala de seminários e auditório Escola de Engenharia	Outros	Nacional	42	6.300,00
			Total	320.905,36

Etapas

Ano 1

Nº	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto	Custo (R\$)
----	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---------	-------------

Formulário de Projeto

Ano 1

Nº	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto	Custo (R\$)
1	planejamento inicial	X												relatório parcial 1	59.839,78
2	integração com projetos P&D		X	X										proposta de trabalhos conjuntos entre os projetos	70.149,56
3	validação do algoritmo				X	X	X	X	X	X	X	X	X	relatório parcial 2	335.233,50
														Total	465.222,84

Ano 2

Nº	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Produto	Custo (R\$)
1	Extração de dados e participação popular	X	X	X	X	X	X	X	X					relatório parcial 3	276.323,23
2	seminário e encerramento									X	X	X	X	Relatório final, material de seminário, trabalhos publicados.	164.959,29
														Total	441.282,52

ORÇAMENTO

Quadro de Despesas (Custo por categoria contábil e origens dos recursos)

Ano 1

Tipo de Custo	Desembolsos Ano (R\$)	Próprios (R\$)	Parceiros (R\$)	Cooperados (R\$)
Materiais e equipamentos	15.800,00	15.800,00	0,00	0,00
Material de consumo	1.800,00	1.800,00	0,00	0,00
Outros	125.722,84	93.022,84	32.700,00	0,00
Recursos humanos	292.800,00	246.960,00	45.840,00	0,00
Serviços de Terceiros	0,00	0,00	0,00	0,00
Viagens e diárias	29.100,00	29.100,00	0,00	0,00
Totais	465.222,84	386.682,84	78.540,00	0,00

Ano 2

Tipo de Custo	Desembolsos Ano (R\$)	Próprios (R\$)	Parceiros (R\$)	Cooperados (R\$)
Materiais e equipamentos	0,00	0,00	0,00	0,00
Material de consumo	1.800,00	1.800,00	0,00	0,00
Outros	127.768,07	91.768,07	36.000,00	0,00
Recursos humanos	292.800,00	246.960,00	45.840,00	0,00
Serviços de Terceiros	0,00	0,00	0,00	0,00
Viagens e diárias	18.914,45	16.914,45	0,00	0,00
Totais	441.282,52	359.442,52	81.840,00	0,00

Viabilidade Econômica: O monitoramento anual da qualidade da água em 22 UHEs (coletas trimestrais, média de 10 pontos por coleta, 360 amostras por ano) e 30 PCHs (coletas semestrais, média de 3 pontos por coleta, 180 amostras anuais) com análise de 35 parâmetros, em média, por amostra, a um custo de R\$35,00/parâmetro, leva a uma despesa anual da ordem de R\$1.298.500,00. O acesso aos dados de qualidade da água estocados no Siságua permite a realização de uma série de estudos e avaliações, tal como o estudo estatístico incorporado ao Siságua, que podem levar a redes conjuntas de monitoramento, minimizando custos; otimização das redes, quando operadas em conjunto por instituições diversas que têm interesse e atividade nas mesmas regiões; estudos de variações temporais e espaciais, além de correlação entre as variáveis, podem levar à otimização da rede. O projeto proposto tem para a concessionária custo global menor que um ano de monitoramento, e pode abrir possibilidades diversas de participação de

Formulário de Projeto

outros gestores e pesquisadores, com benefícios para toda a comunidade. Os benefícios resultantes da execução do projeto são não tangíveis, com melhoria da imagem da empresa e disponibilização do Siságua para toda a comunidade,

Quadro de Pessoas(R\$ x 1000)

Ano 1

Nome	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Camila Costa de Amorim Amaral	69,12	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Cristiano Christofaro Matosinhos	69,12	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Mônica Maria Diniz Leão	69,12	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Recurso Humano	4,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Silvia Maria Alves Correa Oliveira	80,64	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72
Total	292,80	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40

Ano 2

Nome	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Camila Costa de Amorim Amaral	69,12	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Cristiano Christofaro Matosinhos	69,12	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Mônica Maria Diniz Leão	69,12	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76
Recurso Humano	4,80	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Silvia Maria Alves Correa Oliveira	80,64	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72	6,72
Total	292,80	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40

Quadro de Desemboiso(R\$ x 1000)

Ano 1

Nome	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Materiais e equipamentos	15,80	15,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Material de consumo	1,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Outros	104,15	17,69	8,25	9,20	18,45	5,70	5,70	5,70	8,10	5,70	8,26	5,70	5,70
Recursos humanos	292,80	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40
Serviços de Terceiros - Outros	21,57	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Viagens e diárias	29,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,40	0,00	0,00	3,00	2,10	5,60	0,00
Total	465,22	59,84	34,60	35,55	44,80	32,05	50,45	32,05	34,45	35,05	36,70	37,65	32,05

Ano 2

Nome	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Material de consumo	1,80	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Outros	106,20	15,94	5,70	5,70	5,70	5,70	5,70	8,40	5,70	11,96	14,70	15,30	5,70
Recursos humanos	292,80	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40	24,40
Serviços de Terceiros - Outros	21,57	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Viagens e diárias	18,91	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,91	0,00	0,00	0,00
Total	441,28	42,29	32,05	32,05	39,05	32,05	32,05	34,75	32,05	50,22	41,05	41,65	32,05

Quadro de Etapas(R\$ x 1000)