

À Comissão Especial da Adasa,

Encaminhamos documentação referente ao Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação - PDI ADASA/CAESB em resposta às recomendações encaminhadas na **Nota Técnica N.º 7/2023 – ADASA/SAE/CORA** e à solicitação de justificativa da **Nota Técnica N.º 11/2023 – ADASA/SAE/CORA**.

DOS ESCLARECIMENTOS

Seguem esclarecimentos relativos aos apontamentos:

- i. **Recomendação a:** *observar os pontos de melhoria técnicos apontados pela banca examinadora, conforme detalhado nos itens 4.1, f; 4.2, f; 4.3, f, visando garantir a adequada execução dos projetos, destacando que estes tópicos serão objeto de avaliação nos relatórios parciais de acompanhamento dos projetos.*

Informamos que entre a realização da banca examinadora e a submissão das propostas à Adasa, os projetos foram revisados pelos proponentes, levando em consideração justamente os apontamentos feitos nos pareceres técnicos dos avaliadores. Além dessas revisões, foram realizados novos ajustes e complementações nos Projetos da Proposta Anual de Projeto anexa, de acordo com as recomendações da **Nota Técnica N.º 7/2023**.

1. Em relação ao **Projeto 1**, todas as recomendações foram atendidas na nova Proposta Anual de Projeto.
2. No **Projeto 2**, temos o seguinte:
 - 2.1. **Os objetivos carecem maior detalhamento:** esse item foi objeto de maior detalhamento entre a banca e a Proposta Anual de Projeto entregue.
 - 2.2. **Determinados procedimentos metodológicos importantes como os dados de qualidade da água serão analisados (esclarecer quais serão as variáveis de qualidade da água, se as variáveis serão as mesmas nos rios e lagos; se serão os mesmos parâmetros para poluição de base e difusa; dados de chuva distribuída), a utilização da inteligência artificial, dos algoritmos de sensoriamento remoto, acoplamento de modelos carecem de mais detalhamento:** no estudo limnológico, as variáveis de qualidade da água a serem analisadas nos rios serão as relacionadas às cargas de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e no lago, as variáveis relacionadas à eutrofização, ou seja, as cargas de nutrientes, temperatura, clorofila a, espécies de cianobactérias, vento (intensidade e direção), além das variáveis climatológicas, como precipitação, radiação, umidade relativa etc, estes por meio de dados adquiridos por órgãos como o Inmet, Adasa, ANA e a própria UnB na Fazenda da Água Limpa (FAL).
No caso das variáveis climatológicas, serão utilizados os dados que se mostrarem confiáveis, representativos e completos, como o caso da radiação e umidade relativa. A precipitação a ser utilizada nos modelos será tão distribuída quanto a disponibilidade de dados permita.
Os processos de simulação, calibração e verificação de modelos exigem séries longas de dados, muitas vezes não disponíveis nos diversos pontos de monitoramento.

Importante ressaltar que o projeto não se propõe a realizar monitoramento contínuo dos rios e do Lago, e sim **utilizar os dados coletados pela Caesb nos rios, no Lago e por meio da estação de monitoramento instalada em boia no Lago**. Campanhas de monitoramento de alguns dados, tanto nos rios quanto no Lago, serão realizadas esporadicamente dentro das necessidades de aferição de dados e técnicas, como no caso de análise de sensoriamento remoto que exige monitoramento intensivo para aferição nas datas de passagem dos satélites.

Em referência aos pontos relacionados ao final do questionamento, vale destacar que foram apresentados, na bibliografia, artigos com esse detalhamento (págs. 11 e 12 da proposta de projeto referente à ChP 001/2022). Adiciona-se aqui algumas referências dos autores da proposta sobre os temas:

- Utilização da Inteligência Artificial:

ROCHA, M.I.A.; Recknagel, F.; MINOTI, R.T.; HUSZAR, V.L.M.; KOZLOWSKY-SUZUKI, B.; Cao, H.; STARLING, F.L.R.M.; Branco, C.W.C. Assessing the effect of abiotic variables and zooplankton on picocyanobacterial dominance in two tropical mesotrophic reservoirs by means of evolutionary computation. WATER RESEARCH, v. 149, p. 120-129, 2019.

- Utilização de algoritmos de sensoriamento remoto:

OLIVETTI, Diogo; HENRIQUE Roig; MARTINEZ, J.; BORGES, H. D.; Ferreira, A. M. R.; CASARI, R.; SALLES, L. A.; MALTA, E. Low-Cost Unmanned Aerial Multispectral Imagery for Siltation Monitoring in Reservoirs. Remote Sensing, v. 12, p. 1855, 2020.

BORGES, H. D.; Cicerelli, R. E.; ALMEIDA, T.; ROIG, H. L.; OLIVETTI, D. Monitoring cyanobacteria occurrence in freshwater reservoirs using semi-analytical algorithms and orbital remote sensing. MARINE AND FRESHWATER RESEARCH, p. 1-10, 2019.

CHELOTTI, Giancarlo Brugnara; MARTINEZ, Jean Michel; ROIG, Henrique Llacer; OLIVETTI, Diogo. Space-Temporal analysis of suspended sediment in low concentration reservoir by remote sensing. REVISTA BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, v. 24, p. 1-15, 2019.

CICERELLI, Rejane E.; GALO, Maria de Lourdes Bueno Trindade; ROIG, H. L. Multisource data for seasonal variability analysis of cyanobacteria in a tropical inland aquatic environment. MARINE AND FRESHWATER RESEARCH, p. 1-12, 2017.

-Acoplamento de modelos:

NUNES, G.; MINOTI, R.T.; KOIDE, S. Mathematical Modeling of Watersheds as a Subsidy for Reservoir Water Balance Determination: The Case of Paranoá Lake, Federal District, Brazil. Hydrology, v. 7, p. 1-30, 2020.

- 2.3. **Especificar as horas destinadas ao projeto pelos profissionais da área de modelagem e monitoramento:** o projeto prevê apenas horas para desenvolvimento do sistema de apoio à decisão e desenvolvimento das tarefas de modelagem (tabela 1 – Recursos Humanos). As campanhas de monitoramento a serem realizadas no projeto envolvem a mesma equipe e, como não serão tarefas rotineiras e sim campanhas esporádicas e pontuais de aferição e em função da necessidade e/ou carência de dados no

monitoramento regular da Caesb, não há como especificar, a priori, as horas para monitoramento.

Tabela 1 – Recursos Humanos				
Descrição	Nº	Nº de H.H. (R\$)	Custo do H.H.(R\$)	Custo Total (R\$)
Instituição Executora				
Responsável Técnico (Doutor)	1	384h/ 4 anos	100,00 (docente)	38.400,00
Coordenador de Equipe	1	384h/ 4 anos	100,00 (docente)	38.400,00
Pesquisador Doutor	5	384 / 4anos	70,00 ((docentes e um servidor)	134.400,00
Pesquisador Doutorando	1	384h/ 2 anos	14,00 (bolsista CNPq)	5.376,00
Pesquisador Mestre	1	384h/ 4anos	30,00 (servidor)	11.520,00
Pesquisador Mestrando	2	384h/ 2 anos	9,3 (bolsista CNPq)	7.142,40
Auxiliar técnico	0			
Auxiliar administrativo	0			
Bolsista de Graduação	0			
Auxiliar técnico	0			
SubTotal Instituição Executora			323,3	235.238,40
Recursos PDI				
Responsável Técnico (Doutor)				
Coordenador de Equipe				
Pesquisador Doutor				
Pesquisador Doutorando	1	2.400h/ 2anos	50,00	120.000,00
Pesquisador Mestre				
Pesquisador Mestrando				
Auxiliar técnico	1	1200h/ 1 ano	50,00	60.000,00
Auxiliar administrativo				
Bolsista de Graduação				
Auxiliar técnico				
Sub Total Recursos PDI			100,00	180.000,00
Total Geral			423,3	415.238,40

2.4. **Detalhar melhor os instrumentos e as intervenções utilizadas:** esse item foi objeto de maior detalhamento entre a realização da banca e a entrega da Proposta Anual de Projeto.

2.5. **As entregas parciais e finais precisam estar detalhadas na metodologia:** foi anexada à Proposta Anual de Projeto o descritivo das etapas e das entregas que serão realizadas.

3. Em relação ao Projeto 3, temos que:

3.1. **Detalhar impactos socioambientais positivos e negativos e as formas de mitigação:** esse item foi objeto de maior detalhamento nesta Proposta Anual de Projeto entregue.

3.2. **Mensurar a viabilidade econômica e detalhar os cálculos de tempo de retorno, já que a proposta apresenta como pré-requisito ser de baixo custo:** esse item foi objeto de maior detalhamento nesta Proposta Anual de Projeto entregue.

- 3.3. **Necessidade de maior detalhamento da metodologia, inclusive relacionado a diárias e passagens:** esse item foi objeto de maior detalhamento nesta Proposta Anual de Projeto entregue.
- 3.4. **Detalhar os riscos inerentes à pesquisa como por exemplo a falha de comunicação no dispositivo:** esse item foi objeto de maior detalhamento nesta Proposta Anual de Projeto entregue.
- 3.5. **Descrever e defender com mais profundidade as etapas da pesquisa nas argumentações:** esse item foi objeto de maior detalhamento nesta Proposta Anual de Projeto entregue.

Além disso, foi solicitado um profissional do setor de saneamento (da área de gestão de perdas) para integrar a equipe do projeto. Observa-se que a banca julgou pertinente, entretanto, não fundamental para o prosseguimento dessa pesquisa. Considerando que a pesquisa será acompanhada por um responsável técnico de saneamento, pertencente ao quadro da CAESB, com conhecimento prévio e aprofundado da problemática da tele medição de consumo de água nos consumidores, considera-se que é viável o desenvolvimento desse projeto com o quadro já apresentado.

- II. **Recomendação b:** *adequar o nome do programa, conforme apontado no item 4.4.*
Essa recomendação será atendida na continuação deste ciclo e nos próximos ciclos.
- III. **Recomendação c:** *realizar ajustes no cronograma da proposta anual apresentada, conforme detalhado no item 5 da Nota Técnica N.º 07/2023 – ADASA/SAE/CORA .*

A essa recomendação, soma-se a solicitação de justificativa da Nota Técnica N.º 11/2023 – ADASA/SAE/CORA para serem respondidas a seguir.

DOS FATOS

A Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – Caesb, em conjunto com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal -Adasa, estão protagonizando o papel de agentes indutores da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PDI no setor de saneamento.

A inovação é hoje uma prioridade tanto para os atores do sistema de inovação, como universidades, centro de pesquisa, laboratórios e empresas, quanto para os formuladores de políticas públicas. Governos de todo o mundo estão buscando abordagens mais eficazes para promover a inovação. (Nota Técnica N.º 227/2019–SPE/ANEEL)

Nesse contexto, sabe-se que para a promoção da inovação é essencial o financiamento do Estado, devido ao alto grau de incertezas e da imprevisibilidade dos resultados. Segundo o Referencial Básico do Programa de Inovação – TCU (2016):

Um dos estudos pioneiros sobre inovação, desenvolvido no Reino Unido, já alertava que a inovação deveria ser considerada atividade essencial para o governo, por

ajudar os serviços públicos a obter maior eficiência, com melhor desempenho e custos menores, além de responder melhor à evolução de necessidades e expectativas dos cidadãos. (grifo nosso)

No Brasil, embora o termo “inovação” tenha sido introduzido de forma explícita na Constituição Federal somente em fevereiro de 2015, com o advento da Emenda Constitucional nº 85, pode-se dizer que as bases para compreensão da sua importância para o Estado Brasileiro já estavam presentes desde 1998, quando a Emenda Constitucional nº 19 incluiu a eficiência como um dos princípios constitucionais da Administração Pública.

*A Emenda Constitucional nº 85/2015 tornou essa condição explícita, ao introduzir a inovação no rol das competências comuns da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Na mesma linha, a citada emenda incluiu o tema no capítulo sobre ciência e tecnologia e, ao fazê-lo, estabeleceu diretrizes alinhadas com as melhores práticas e teorias internacionais que indicam a superioridade dos resultados propiciados por sistemas abertos de inovação. Nesse sentido, o parágrafo único acrescentado ao art. 219 determina que **“o Estado estimulará a formação e o fortalecimento da inovação nas empresas, bem como nos demais entes, públicos ou privados”** e reconhece a relevância de estimular igualmente a criação de “ambientes promotores da inovação”. (grifo nosso)*

No âmbito Distrital a Lei nº 6.140/18 dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica e à inovação no ambiente produtivo do Distrito Federal, com fins a estimular a geração de riquezas:

Art. 24. São instrumentos de estímulo à inovação nas empresas, quando aplicáveis, entre outros:

I - subvenção econômica;

II - financiamento;

III - participação societária;

IV - bônus tecnológico;

V - encomenda tecnológica;

VI - incentivos fiscais;

VII - concessão de bolsas;

VIII - uso do poder de compra do Estado;

IX - fundos de investimentos;

X - fundos de participação;

XI - títulos financeiros, incentivados ou não;

XII - investimento em pesquisa e desenvolvimento em contratos de concessão de serviços públicos ou em regulações setoriais. (grifo nosso)

A Lei Federal nº 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico regulamenta que:

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

VIII - estímulo à pesquisa, ao desenvolvimento e à utilização de tecnologias apropriadas, consideradas a capacidade de pagamento dos usuários, a adoção de

soluções graduais e progressivas e a melhoria da qualidade com ganhos de eficiência e redução dos custos para os usuários;

A Lei Distrital nº 6.454/2019 que instituiu o Plano Distrital de Saneamento Básico – PDSB em seu art. 3º obedece às seguintes diretrizes básicas:

V - incentivo às organizações públicas e privadas dedicadas ao desenvolvimento científico, tecnológico e gerencial na área do saneamento;

Dentro dessa conjuntura, o processo de regulação nacional tem buscado influenciar a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação, determinando que as concessionárias invistam percentuais de suas receitas em projetos de PDI.

Dentre os benefícios desse tipo de programa para a sociedade estão o retorno dos investimentos em redução de custos, melhoria dos serviços prestados para a população, e inclusive modicidade tarifária. Outra vantagem de programas de PDI regulados por agências é a estabilidade dos recursos disponíveis para as pesquisas.

Em consonância com o exposto, o contrato de concessão Nº 001/2006 - Adasa (publicado no DODF nº 41, de 24/02/2006), que instituiu diretrizes para a exploração do serviço de saneamento básico por parte da Caesb, estabelece em sua Cláusula Quinta / Quarta Subcláusula que:

A CONCESSIONÁRIA implementará medidas que tenham por objetivo o fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico, à adoção de tecnologias apropriadas e à difusão dos conhecimentos gerados, bem como o aumento da eficiência na prestação do serviço, por meio de projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de saneamento, devendo, para tanto, elaborar, para cada ano, programa que contemple a aplicação de recursos de até 1% (um por cento) da Receita Anual. Esse programa será submetido previamente à aprovação da Adasa, nos termos de regulamentação específica.

Parágrafo único – Uma vez aprovado pela Adasa, os custos do programa de pesquisa e desenvolvimento serão considerados nas tarifas de água e esgotos.

Desse modo, em 22 de março de 2019, a Caesb encaminhou à Adasa Carta SEI-GDF n.º 4/2019 – CAESB/DR (19953088), solicitando a elaboração de regulamentação específica para que a Concessionária pudesse implementar e desenvolver o Programa conforme dispõe a cláusula citada.

Em 13 maio de 2019, a Adasa respondeu em seu Ofício SEI-GDF n.º 142/2019 – ADASA/DIR que iria elaborar os estudos necessários para regulamentação do programa de PDI.

Ainda em 2019, os analistas da Caesb realizaram pesquisas sobre programas de PDI consolidados, como o do setor elétrico. Também foram realizadas reuniões de benchmarking com a Aneel, CEB e SABESP, sendo essa última com a presença da Adasa.

Em 2021, foram realizadas diversas reuniões entre Reguladora e Concessionária para discutir todos os pontos da Minuta do Manual de Elaboração e Avaliação dos Projetos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – Programa PDI Adasa/Caesb.

Em 17 de novembro de 2021, foi realizada Audiência Pública 006/2021 Adasa, na qual foi apresentada a Minuta do Manual de Elaboração e Avaliação dos Projetos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – Programa PDI Adasa/Caesb para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal. A audiência imprimiu transparência ao processo e gerou a Nota Técnica N.º 29/2021 - ADASA/SAE/CORA, em que das sete contribuições feitas pela Caesb, cinco foram acatadas.

Em 20 de dezembro de 2021, foi publicada a Resolução n.º 13/2021, a qual instituiu o Manual de Elaboração e Avaliação dos Projetos do Programa de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – PDI Adasa/Caesb para os Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal.

Em 2022, ocorreram novas reuniões entre Adasa e Caesb para esclarecimento de pontos do Manual de PDI que foram observados ao longo da elaboração do Chamamento para Seleção Pública de Propostas de PDI.

Em 04 de julho de 2022, a Caesb publicou o Chamamento ChP 001/2022 e em novembro e dezembro do mesmo ano foram realizadas as bancas examinadoras para seleção das propostas de projeto, conforme dispunha o Edital. Os membros da Comissão Especial da Adasa foram convidados a assistir às apresentações.

Destarte, o Programa de PDI Adasa/Caesb foi construído de forma conjunta, transparente e com a participação da sociedade.

Em 09 de março de 2023 a Caesb enviou à Adasa Carta n.º 3/2023 - CAESB/PR/PRE (107819477), encaminhando a Proposta Anual de Projeto, conforme Anexo 2 do Manual de PDI Adasa/Caesb. Nessa Proposta foram enumerados os Projetos selecionados pela Caesb na ChP 001/2022, com a descrição, duração e os recursos financeiros estimados totais para a conclusão das pesquisas, ou seja, o ciclo das pesquisas iniciado em 2023 até a conclusão em 2027 (quadrienal).

Nesse cenário, a Adasa, em 12 de abril de 2023, direcionou a Nota Técnica nº 7/2023 – ADASA/SAE/CORA (109596333) contendo recomendações de adequações na Proposta Anual de Projetos apresentada pela Caesb. Nesse documento consta um entendimento referente à devolução dos recursos financeiros distinto dos itens 3.5.1 e item 3.5.3 do Manual de PDI Adasa/Caesb e do que havia sido apresentado e discutido em todo o período relatado de elaboração do Manual.

Vale destacar que esse novo posicionamento da Adasa também foi de encontro às referências de programas de pesquisas consolidados e utilizados como modelos pela Adasa e Caesb.

Em 25 de abril de 2023 foi, então, realizada reunião entre Adasa e Caesb para esclarecimentos sobre o novo entendimento da Adasa quanto à gestão do recurso financeiro no programa de PDI.

Em 05 de abril de 2023 a Adasa enviou a Nota Técnica N.º 11/2023 - ADASA/SAE/CORA, com objetivo de complementar as informações da Nota Técnica N.º 7/2023 - ADASA/SAE/CORA relativo ao item 5 - Dos Recursos Financeiros.

DA ARGUMENTAÇÃO

1. Interpretação do Manual de PDI Adasa/Caesb

Na Nota Técnica N.º 11/2023, a Adasa afirma que “Conforme reunião realizada em 25/04, há divergências de entendimento entre a Caesb e a Adasa em relação a forma de considerar o fluxo de caixa dos projetos e os recursos disponíveis, provocado pela redação do item 3.5.3 do manual, que possibilitou a interpretação de forma diversa ao pretendido pela Adasa.”

No texto do Manual, no item 3.5.3, temos que:

“A diferença entre o **montante anual destinado ao Programa PDI – Adasa/Caesb**, reconhecido na tarifa, e o **valor total da Proposta Anual de Projetos** será devolvida ao usuário, via tarifa, na revisão ou reajuste tarifário do ano seguinte.” (grifos nosso)

Cabe frisar que, segundo o próprio Manual de PDI:

- **Montante anual destinado ao Programa PDI – Adasa/Caesb:** são 0,2% da Receita Operacional Direta do ano imediatamente anterior à última Revisão Tarifária Periódica – RTP realizada;
- **Valor total da Proposta Anual de Projetos:** é o somatório dos Recursos Financeiros Estimados dos Projetos autorizados, até a sua conclusão, acrescido dos 3% destinados ao gerenciamento do programa.

Vide abaixo formulário modelo da Proposta Anual de Projetos fornecido pelo Manual:

ANEXO 2 – PROPOSTA ANUAL DE PROJETOS

PROPOSTA ANUAL DE PROJETOS - ANO XXXX							
Coordenador-Geral do Programa:							
Cargo:				Titulação:			
E-mail:					Tel.:		
Coordenador-Substituto:					Tel.:		
PROJETOS							
Nº	Tema Interesse	de	Título	Duração (meses)	Recursos Financeiros Estimados (R\$)	Nota Atribuída	Responsável Técnico
1							
2							
3							
4							
5							
TOTAL							

Portanto, depreende-se do Manual de PDI que será devolvida a diferença entre o montante anual destinado ao Programa PDI e o valor total da Proposta Anual de Projetos, acrescido dos

3% destinados ao gerenciamento do programa. No caso da Proposta Anual de 2023, não haveria devolução, pois temos:

TABELA 1: Proposta da Caesb

Cenário Proposta Anual de Projeto 2023	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
Projeto 5	R\$ 429.884,36	R\$ 98.765,56	R\$ 111.365,56	R\$ 90.111,20
Projeto 7	R\$ 337.151,04	R\$ 242.026,04	R\$ 91.396,04	R\$ 91.401,38
Projeto 6	R\$ 900.449,13	R\$ 1.000.234,13		
TOTAL por ano	R\$ 1.667.484,53	R\$ 1.341.025,73	R\$ 202.761,60	R\$ 181.512,58
3% da CAESB gerenciamento do programa	R\$ 50.024,54	R\$ 40.230,77	R\$ 6.082,85	R\$ 5.445,38
Valor dos projetos + Gerenciamento CAESB	R\$ 1.717.509,06	R\$ 1.381.256,50	R\$ 208.844,45	R\$ 186.957,96
Total da Proposta Anual de Projeto (a)	R\$ 3.494.567,96			
Recurso Anual de PDI (b)	R\$ 3.462.999,00			
Total (b-a) *	-R\$ 31.568,96			
* valor a ser desembolsado pela Caesb				

O saldo total de R\$ -31.568,52, destacado na tabela, representa o valor que, se necessário, será desembolsado pela Caesb para cobrir os custos com apoio ao gerenciamento, para completar os 3% estipulados no Manual de PDI.

2. Proposta da Adasa

A Adasa, unilateralmente e intempestivamente, na Nota Técnica nº 7/2023 e reforçado na Nota Técnica N.º 11/2023, descreveu uma nova regra, em que a **diferença entre o montante anual destinado ao Programa PDI – Adasa/Caesb e os desembolsos anuais realizados por cada projeto** em execução sejam devolvidos ao final de cada ano.

Essa ideia, segundo a Adasa, tem como principais pontos positivos:

“1. Prima por não onerar os usuários além do necessário, evitando que os recursos sejam cobrados à vista e fiquem aguardando execução parcelada durante anos; e 2. Evita que, caso os valores das Propostas Anuais de Projetos não atinjam o valor previsto anualmente na tarifa, os usuários sejam onerados imediatamente, para ter os recursos devolvidos anos depois.”

2.1. Desvantagens na regra da Adasa

Segundo a Adasa:

“Há que se considerar que, desta maneira, haverá uma redução gradual do valor disponível anualmente para novos projetos, conforme forem sendo comprometidos com os projetos, embora o montante anual disponível para o programa de R\$3,46 milhões não se altere.”

Na prática, temos que o gerenciamento dos recursos dos projetos deverá ser feito por saldo do fluxo de caixa anual. Isso implica, além de uma redução gradual do valor disponível anualmente

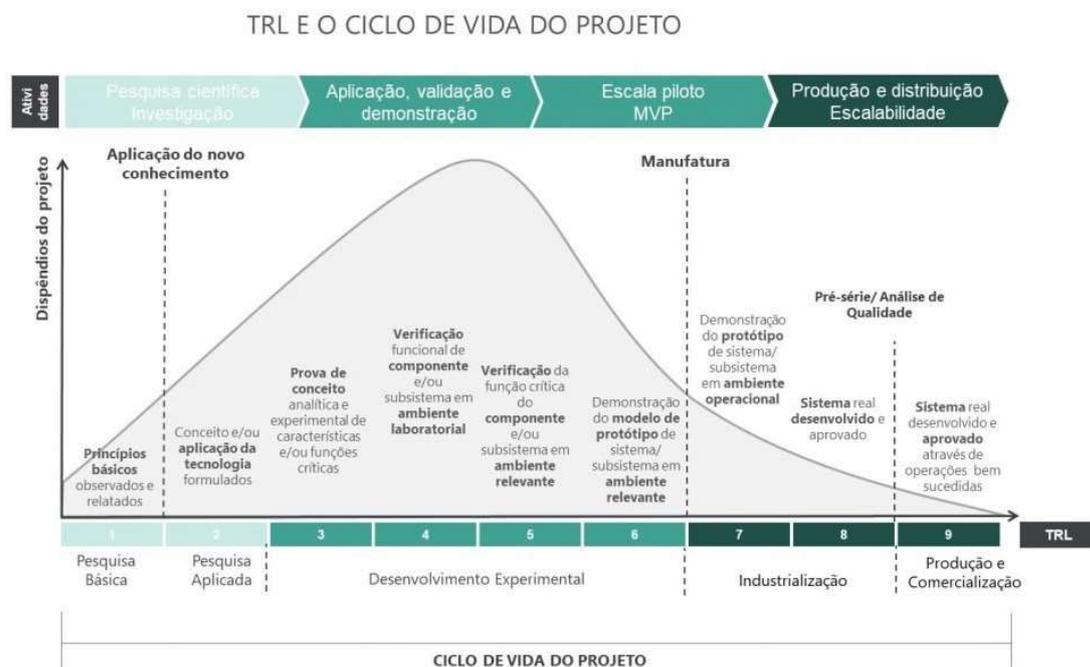
para novos projetos, num complicador desnecessário tanto para **seleção dos projetos**, quanto para a **gestão do Programa**.

2.1.1. Em relação a Seleção dos Projetos

A pesquisa científica, que parte da pesquisa aplicada, difere da pesquisa básica. Na pesquisa básica, temos uma constância de desembolso mensal, pois o recurso é praticamente todo comprometido com as bolsas dos pesquisadores. Já na pesquisa aplicada, que normalmente envolve a aquisição de equipamentos e máquinas, assim como pudemos verificar nas propostas 1 e 2 recebidas na ChP 001/2021, o 1º ano é o que necessita desembolso de maior volume financeiro, e quanto mais avançado for o estágio de maturidade tecnológica da pesquisa, níveis a partir do TRL 3¹, maior serão os investimentos necessários, principalmente nos anos iniciais da pesquisa.

Dessa forma, a redução do montante disponível para novos projetos é relevante para o nível de maturidade das pesquisas captadas e consequentemente para o resultado do programa.

Pode-se verificar esse fato na figura 1, da TRL e o Ciclo de Vida do Projeto:



Fonte: [Technology Readiness Level \(TRL\): conheça o framework de confiabilidade em projetos da NASA - CERTI Insights](#)

¹ TRL: Technology Readiness Levels, modelo desenvolvido pela NASA que representa um conjunto de métricas que permitem a avaliação da maturidade de uma tecnologia e a comparação consistente entre maturidades de diferentes tipos de tecnologias. (Fundação CERTI)

A escala TRL é amplamente difundida e utilizada internacionalmente por diversas instituições de pesquisa e desenvolvimento tecnológica. (Embrapa, Manual sobre o Uso da Escala TRL/MR)

Portanto, devido à redução gradual do saldo para novos projetos, a Caesb será impelida a selecionar projetos de menor custo e a criar regras complexas e restritivas de seleção, a fim de diminuir os riscos de uma possível falta de recursos. Outra opção seria realizar processos seletivos com intervalos longos, postergando o alcance de resultados com o Programa.

Observa-se que, para os usuários, o grande benefício e foco de um programa de PDI, é ter pesquisas selecionadas com maior chance de retorno do investimento, e dessa forma proporcionar um serviço com qualidade, sustentabilidade e modicidade tarifária. A forma de seleção dos projetos impacta nesse ponto.

A preocupação da Adasa em retornar rapidamente os valores à tarifa, resultando em regras que restringem as possibilidades de seleção de pesquisas mais maduras, irá afetar a capacidade de sucesso do Programa.

2.1.2. Em relação a Gestão do Programa

Ressalta-se que os recursos destinados ao Programa de PDI não podem concorrer com os recursos da receita normal da empresa, comprometidos em cumprir obrigações legais, previstas no Plano de Exploração. Por isso, desde o início das discussões sobre o recurso destinado ao Programa de PDI Adasa/Caesb, foi pensado para que a Caesb tivesse o dinheiro disponível em conta, para poder aplicar no Programa.

Para a Caesb ter previsibilidade de gastos, segurança orçamentária para realizar os projetos já selecionados e fazer a seleção de novas propostas para os demais ciclos que serão iniciados, precisará basear-se no valor disponível para a proposta anual e no fluxo de caixa dos projetos que estão entrando.

Isso exigirá da Caesb a criação de regra de seleção dos próximos projetos que, primeiramente será centrada no quesito “desembolsos trimestrais e anuais da pesquisa”, uma vez que será preciso garantir que haverá recursos financeiros suficientes para todas as pesquisas em andamento e para as que ainda serão selecionadas.

Apenas após selecionar pesquisas que se enquadrem no fluxo de caixa estipulado, as regras técnico-científicas seriam utilizadas para a continuação da escolha de projetos. Vejamos uma simulação prática de como a proposta da Adasa impactaria na regra de seleção de projetos (Simulação de gastos PDI no arquivo da Adasa – Aba Cenário Adasa):

Regra da Simulação 1 ADASA

Definição: Chamada Pública para seleção de até 3 pesquisas, com duração de até 48 meses.

Critérios:

- Cada projeto, em seu primeiro ano, poderá utilizar até 1/3 do **saldo** do Recurso Financeiro **Anual**; e
- O valor trimestral de cada pesquisa deverá ser de até 3/12 de seu valor anual.

A tabela abaixo simula como seria a aplicação desses critérios partindo dos valores reais da proposta anual 23/24. Salientamos que para garantir os recursos de apoio e alguma reserva de segurança, considerou-se 90% do **saldo do Recurso Financeiro Anual, e não 100% dele.**

O “saldo do Recurso Financeiro Anual” está designado na tabela como “Disponível para proposta”.

TABELA 2: Cenário 1

Proposta PDI	Projetos	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total por projeto
Proposta Anual 23/24	Projeto 1	429.884,36	98.765,56	111.365,56	90.111,20		730.126,68
	Projeto 2	337.151,04	242.026,04	91.396,04	91.401,38		761.974,50
	Projeto 3	900.449,13	1.000.234,13	0,00	0,00		1.900.683,26
Proposta Anual 24/25	Projeto 4		636.592,11	445.614,48	190.977,63	190.977,63	1.464.161,86
	Projeto 5		636.592,11	445.614,48	190.977,63	190.977,63	1.464.161,86
	Projeto 6		636.592,11	445.614,48	190.977,63	190.977,63	1.464.161,86
Proposta Anual 25/26	Projeto 7			577.018,32	403.912,82	173.105,50	1.154.036,64
	Projeto 8			577.018,32	403.912,82	173.105,50	1.154.036,64
	Projeto 9			577.018,32	403.912,82	173.105,50	1.154.036,64
Proposta Anual 26/27	Projeto 10				449.044,65	314.331,25	763.375,90
	Projeto 11				449.044,65	314.331,25	763.375,90
	Projeto 12				449.044,65	314.331,25	763.375,90
Proposta Anual 27/28	Projeto 13						0,00
	Projeto 14						0,00
	Projeto 15						0,00
	Projeto 16						0,00
	Desembolso Anual PDI (a)	1.667.484,53	3.250.802,07	3.270.660,00	3.313.317,89	2.035.243,15	
	Disponível para proposta	3.462.999,44	2.121.973,71	1.923.394,40	1.496.815,48	1.427.756,29	
	TOTAL						13.537.507,64

*os valores projetados para os anos sequenciais dos projetos (segundo ano em diante) correspondem a 70% e 30% do valor do ano inicial dos projetos. Essa proporção foi baseada na análise dos projetos recebidos na ChP 001/2022 CAESB.

Como visto acima, do ano 2 em diante, há uma diminuição gradual do valor máximo de desembolso de novos projetos em seu primeiro ano: no ano 2 é de R\$ 636.592,11, no ano 3 de R\$ 577.018,32 e no ano 4 de R\$ 449.044,65. Como consequência, temos que, a partir do ano 2, não seria mais possível pesquisas do porte do Projeto 3 por pelo menos 3 anos. Pesquisas acima de R\$ 636 mil seriam eliminadas na Chamada Pública antes mesmo de terem seus méritos técnico-científicos avaliados.

Regra da Simulação 2 ADASA

Definição: Chamada Pública para seleção de até 3 pesquisas, com duração de até 48 meses.

Critérios:

- O valor será de R\$ 2,12 milhões, a serem desembolsados com o 1º ano das pesquisas selecionadas;
- Os valores anuais da pesquisa devem ser iguais ou decrescentes ao estimado no 1º ano;
- O valor trimestral de cada pesquisa deverá ser de até 3/12 de seu valor anual.

A tabela abaixo simula como seria a aplicação desses critérios partindo dos valores reais da proposta anual 23/24. Salientamos que para garantir os recursos de apoio e alguma reserva de segurança, considerou-se 90% do **saldo do Recurso Financeiro Anual, e não 100% dele.**

TABELA 3: Cenário 2

Proposta PDI	Projetos	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Total por projeto
Proposta Anual 23/24	Projeto 1	429.884,36	98.765,56	111.365,56	90.111,20		730.126,68
	Projeto 2	337.151,04	242.026,04	91.396,04	91.401,38		761.974,50
	Projeto 3	900.449,13	1.000.234,13	0,00	0,00		1.900.683,26
Proposta Anual 24/25	Projeto 4		400.000,00	280.000,00	120.000,00	120.000,00	920.000,00
	Projeto 5		600.000,00	420.000,00	180.000,00	180.000,00	1.380.000,00
	Projeto 6		1.000.000,00	700.000,00	300.000,00	300.000,00	2.300.000,00
Proposta Anual 25/26	Projeto 7			1.750.000,00	1.225.000,00	525.000,00	3.500.000,00
	Projeto 8						0,00
	Projeto 9						0,00
Proposta Anual 26/27	Projeto 10				500.000,00	350.000,00	850.000,00
	Projeto 11				840.000,00	588.000,00	1.428.000,00
	Projeto 12						0,00
Proposta Anual 27/28	Projeto 13						0,00
	Projeto 14						0,00
	Projeto 15						0,00
	Projeto 16						0,00
	Desembolso Anual PDI (a)	1.667.484,53	3.341.025,73	3.352.761,60	3.346.512,58	2.063.000,00	
	Disponível para proposta	3.462.999,44	2.121.973,71	1.860.237,84	1.456.486,86	1.399.999,44	
TOTAL							13.770.784,44

*os valores projetados para os anos sequenciais dos projetos (segundo ano em diante) correspondem a 70% e 30% do valor do ano inicial dos projetos. Essa proporção foi baseada na análise dos projetos recebidos na ChP 001/2022 CAESB.

Observa-se que, mesmo com a regra que permite um teto acima de R\$ 3,46 milhões por proposta Anual, não há uma diferença importante no valor dos ciclos das pesquisas. Valores acima do teto de R\$ 3,46 milhões anuais são possíveis, como demonstrado na tabela, na proposta anual 24/25, entretanto, impactam nos recursos disponíveis para novos ciclos de projeto, que vão decrescendo ano a ano devido ao compromisso financeiro com as pesquisas anteriormente contratadas.

Além disso, também há o limitador de 3/12 do “valor disponível para a proposta” para cada pesquisa, a ser aplicado trimestralmente, para evitar que o projeto consuma mais recursos do que há na conta destinada ao PDI. Esse limitador não está demonstrado na tabela, mas há de ser lembrado e inferido na análise, ressaltando-se que ensejará em falta de flexibilidade na captação e seleção das propostas.

Dessa forma, a regra da ADASA tem 2 desvantagens principais:

- I. O valor para novos Chamamentos irá reduzir a cada ano;
- II. A forma de seleção dos projetos, que por não ser possível prever os desembolsos mensais e anuais das propostas que ainda serão selecionados, mas que compartilharão dos mesmos recursos financeiros dos projetos já em andamento, será feita primeiro por critério de valor, baseado em fluxo de caixa anual.

Entende-se que há prejuízo na qualidade dos projetos, que deveriam ser **priorizados** por mérito técnico-científico e não por critérios orçamentários.

A redução gradual nos valores disponíveis para novas pesquisas impactará nos resultados do Programa, que possivelmente serão menores e levarão mais tempo para serem alcançados.

A Caesb entende que as desvantagens dessa forma sugerida são maiores do que qualquer vantagem pretendida. Além disso, os valores são irrelevantes para a modicidade tarifária, entretanto, para a gestão do Programa, eles são muito importantes tanto para a seleção dos projetos, quanto para garantir os desembolsos a médio e longo prazos.

3. Proposta da Caesb

A forma como foi elaborado o pleito, com 2 cenários, na Proposta Anual de Projetos de 2023, foi baseada na convicção de que teríamos apenas R\$ 1,44 milhões para pesquisa, devido ao atraso do processo do Reajuste Tarifário Anual referente ao exercício de 2022 – RTA/2022, que resultou no faturamento de apenas 5/12 do valor previsto para PDI.

Considerando o novo entendimento da Adasa, de que iremos recolher o recurso concomitantemente ao andamento da pesquisa, os cenários 1 e 2, enviado pela Caesb na Carta n.º 3/2023, perdem o sentido.

A opção então é por iniciar as 3 pesquisas aprovadas em 2023 com o recurso de R\$3,46 milhões, e arcar com os R\$ 31 mil faltantes para completar os 3% estipulados no Manual de PDI, conforme tabela 1.

3.1. Vantagens da Proposta da Caesb para o Programa de PDI e para os Usuários

A Concessionária entende que, ao assegurar o valor total da Proposta Anual de Projeto por todo o ciclo da Proposta (4 anos), as próximas seleções de projetos e a gestão do PDI são assegurados, pois os recursos são reservados, garantindo que os projetos em andamento não serão interrompidos, e que mérito-técnico científico será priorizado e haverá recursos integrais garantidos para iniciar novos ciclos de seleção de projetos.

DA CONCLUSÃO

Devido à importância dada e ao comprometimento que a Caesb tem com o Programa de PDI Adasa/Caesb, foi realizada contratação de consultoria para apoio ao Programa, no valor de R\$ 1.410.913,08, para que ele se desenvolva de forma segura e com minimização de intercorrências.

Diante do exposto, e considerando o disposto no Manual de PDI, a situação apresentada e a necessidade de resguardar a segurança econômica e financeira da Caesb, bem como atender aos dispositivos legais que tratam da correspondência entre as fontes financeira e orçamentária para efetivação de despesa, a Caesb decidiu assumir o compromisso com o início das pesquisas **conforme o recurso financeiro esteja assegurado.**

Entende-se que um Programa de PDI tem como principal objetivo trazer resultados concretos para os usuários, como melhor atendimento, maior confiabilidade e segurança dos serviços prestados, modicidade tarifária, dentre outros.

Destarte, feitas as considerações, solicita-se que a Adasa autorize o pleito que está apresentado no **Anexo A**, conforme as regras do Manual de PDI.

Atenciosamente,

Carolina Pepitone da Nóbrega Oliveira
Gerente
Gerência de Novos Negócios - PREN/PRE

Fuad Moura Guimarães Braga
Assessor
Assessoria de Projetos Especiais e Novos Negócios - PRE

PROPOSTA ANUAL DE PROJETOS

PROPOSTA ANUAL DE PROJETOS - Ano 2023						
Coordenador-Geral do Programa: Fuad Moura Guimarães Braga						
Cargo: Assessor de Projetos Especiais e Novos Negócios				Titulação: Mestre		
E-mail: fuadbraga@caesb.df.gov.br				Tel: 3213.7298		
Coordenador -substituto: Carolina Pepitone da Nóbrega Oliveira (carolinanobrega@caesb.df.gov.br)				Tel: 3213.7423/98151.8208		
PROJETOS						
nº	Tema de Interesse	Título	Duração (meses)	Recursos Financeiros Estimados (R\$)	Nota Atribuída	Responsável Técnico
1	Melhorias do sistema de tratamento e distribuição de água	Remoção de microcontaminantes e vírus em ETAs e ETEs, com ênfase no uso de carvão ativados e membranas	48	R\$ 2.075.128,28 (a)	4,70	Cristina Celia Silveira Brandão
2	Sustentabilidade, Meio Ambiente e Recursos Hídricos	Monitoramento e modelagem avançados como suporte à gestão integrada de recursos Hídricos e ao desenvolvimento de sistema de apoio à decisão para o gerenciamento do Lago Paranoá (sistema bacia-lago)	48	R\$ 997.212,90 (b)	4,67	Sergio Koide
3	Operacional, Controle de Perdas e Eficiência Energética	Pesquisa e desenvolvimento de sistema de comunicação em malha(<i>mesh</i>) baseado nos padrões globais Wi-SUN 1.x para micromedição de consumo de água e identificação de perdas técnicas ou comerciais	24	R\$ 1.900.683,25 (c)	3,78	Luciano Carstens
TOTAL FINANCIADO PELO PROGRAMA DE PDI				R\$ 3.392.784,43		
TOTAL GERAL (a) + (b) + (c)				R\$ 4.973.024,43		

Recurso Destinado ao Gerenciamento do Projeto? Sim (X) Não ()	
Valor Estimado (R\$) 101.783 ,54 (3% do total financiado pelo programa de PDI)	
Despesas Previstas:	
Realização anual de seminário/workshop.	
Contratação de terceiros para elaboração de Relatório de Auditoria Contábil e Financeira, contendo os gastos de cada projeto;	
Gastos com divulgação do programa;	
Desenvolvimento e aquisição de ferramenta de TI para apoio ao gerenciamento do Programa de PDI.	

PROJETO 1: REMOÇÃO DE MICROCONTAMINANTES E VÍRUS EM ETAS E ETES, COM ÊNFASE NO USO DE CARVÃO ATIVADOS E MEMBRANAS

Responsável Técnico: CRISTINA CELIA SILVEIRA BRANDÃO

Cargo: Professor Associado

Titulação: PhD

E-mail: cbrandao@unb.br

Tel: (61)981519913

Viagem e Diária

Nº Viagem: 0

Sim () Não (X)

Nº Diária: 0

Contextualização, justificativa e informações relevantes

Uma das principais rotas de contaminação de mananciais de águas superficiais por patógenos, microcontaminantes e microplásticos, particularmente em locais onde não há indústrias, é o lançamento de esgotos, ainda que tratados biologicamente. No lago Paranoá, como em vários mananciais do país, ocorre a captação de água para consumo humano em mananciais que recebem efluentes de estações de tratamento de esgotos - ETEs, caracterizando um reuso indireto da água. O lago Paranoá, por ser um lago urbano, e de múltiplos usos, tem sua qualidade ameaçada também por outras fontes de poluição, apresentando uma diversidade de contaminantes químicos e micro-organismos patogênicos.

Em estudo realizado entre 2009 e 2012, Abbt-Braun et al. (2014) analisaram 52 compostos químicos, considerados microcontaminantes emergentes, em 6 pontos do lago Paranoá (4 nos braços, e 2 próximos à barragem, sendo um deles um futuro ponto de captação de água), e nos efluentes das ETEs Brasília Sul e Norte. Os compostos analisados estavam distribuídos em 11 grupos, entre eles: fármacos; pesticidas e seus metabolitos; cianotoxinas; e, compostos perfluorados. Dos 52 compostos investigados, apenas 15 (cerca de 29%) não foram detectados nos efluentes das ETEs e no Lago Paranoá. Nas ETEs, 21 compostos foram detectados em 100% das amostras coletadas, com os demais compostos apresentando prevalência entre 20% e 90% das amostras. Já nos pontos de coleta do lago Paranoá, 8 compostos foram detectados em 100% das amostras, enquanto a prevalência dos demais compostos variou entre 7% e 93%.

Entre os microcontaminantes emergentes detectados por Abbt-Braun et al. (2014), cabe destacar os 2 compostos perfluorados (Ácido perfluoro octanossulfônico – PFOS; Ácido perfluoro octanóico - PFOA) que estavam presentes em 100% das amostras coletadas no lago Paranoá. No lago, a concentração variou na faixa de 7 a 16 ng/L, e foi de cerca de 37 ng/L nos efluentes ETES.

De acordo o EIA do Sistema de Abastecimento de Água com Captação no Lago Paranoá (Caesb, 2013), a Caesb, em 2009-2010, em parceria com a UFOP, também avaliou 13 microcontaminantes, na sua maioria, distintos daquelas analisados por Abbt-Braun et al. (2014). Foram realizadas coletas nos efluentes finais das ETES Brasília Sul e Norte, além de cinco pontos do Lago Paranoá, num total de 131 amostras. As substâncias detectadas com mais frequência foram o bisfenol-A e o dietilftalato em, respectivamente, 77% e 85% das amostras. No efluente das ETES Brasília Sul e Norte, a concentração média de bisfenol-A (BPA) variou de 5 a 44,7 ng/L, com valor máximo de 76,9 ng/L. Nos diferentes pontos e profundidades do lago Paranoá, a variação, em média, foi de 14,8 a 88,7 ng/L, com valor máximo de 249,5 ng/L, sendo as concentrações maiores observadas no período chuvoso.

Os dados revelam, portanto, que há também outras fontes de contaminação de BPA além dos efluentes das ETES e/ou que tais compostos estão sendo acumulados no lago Paranoá. Adicionalmente, segundo Sodré e Sampaio (2020), o BPA também foi detectado em todas as 14 amostras de água potável coletadas em 2017-2018, em 7 pontos distintos do sistema de distribui o de água da Caesb, incluindo a água tratada pela ETA Lago Norte.

A legislação brasileira, seja de qualidade da água para consumo humano, seja de padrões de lançamento ou de água superficial, não apresenta limites máximos para os microcontaminantes emergentes. O mesmo acontece no cenário internacional, entretanto vale destaque as iniciativas tomadas, nas últimas duas décadas, pela Comunidade Europeia (CE), Estados Unidos da América (EUA), e outros países desenvolvidos, no sentido de estabelecer/definir valores limites para alguns microcontaminantes, entre eles o bisfenol-A (BFA) e os per e polifluoralquilas (PFAS), que são conhecidos como “poluentes eternos”.

A Diretiva 2020/2184 do Parlamento da Comunidade Europeia (OJEU, 2020) determina que a partir janeiro de 2026 a água potável de todos os estados membros da CE deve atender um valor máximo de 2,5 µg/L (2500 ng/L) de BPA, de 0,5 µg/L (500 ng/L) de PFAS Total (26 compostos) e de 0,1 µg/L (100 ng/L) de PFAS-20 (20 compostos), ambos incluindo PFOA e PFOS. Na mesma direção, em julho de 2021, a USEPA tornou público (Federal Register, 2021), para conhecimento e comentários, o “draft” da 5ª lista de contaminantes candidatos a regulamentação em água para consumo humano. Nesta lista constam, entre outros, o BPA, e os PFAS, sinalizando a importância de se limitar esses compostos na água potável. Mais recentemente, junho de 2022, a USEPA tornou público (Federal Register, 2021) que os limites de alerta (Health Advisory Level – HAL) para água potável do PFOA e PFOS são 0,004 e 0,02 ng/L, respectivamente. Adicionalmente, a USEPA sinalizou que, ainda em 2022, deve estabelecer o Maximum Contaminant Level Goal (MCLG) na água de consumo humano tanto para o PFOA como para o PFOS, indicando que o valor a ser adotado será menor que 4 ng/L.

O bisfenol-A (BPA) é um composto reconhecido como perturbador do sistema endócrino, que pode estar associado a uma série de alterações no corpo humano e seu funcionamento, bem como em animais aquáticos. A estrogenicidade do BPA foi investigada em estudo in vitro e os resultados mostraram que o BPA é capaz de estimular a síntese e proliferação de células cancerígenas. Outros estudos, realizados em cobaias, mostraram que baixas concentrações de BPA, cerca de 2 µg/kg em doses diárias, foram suficientes para provocar efeitos nos órgãos sexuais. Para concentrações diárias de 20 µg/kg houve redução na produção de espermatozoides desses animais. Pesquisas realizadas em peixes da espécie *Pimephales promelas*, expostos a concentrações entre 1 e 1.280 µg/L, mostraram uma redução na fertilidade desses animais (Lintelmann et al., 2003). Flint et al. (2012) destaca que enquanto animais silvestres terrestres estão menos expostos ao BPA, invertebrados, peixes e espécies anfíbias e bentônicas estão mais sujeitos à exposição.

Segundo diversos autores, ETEs baseadas em tratamento biológicos apresentam grande variabilidade na remoção de BFA. Para exemplificar, destaca-se o estudo desenvolvido por Guerra et al. (2015), que avaliaram a remoção de BPA em 25 ETEs. Os autores observaram valores medianos de eficiências de remoção de BPA entre 1 e 77%. As maiores eficiências observadas foram nos sistemas com remoção biológica de nutrientes, com 25 a 75% das 19 amostras coletadas apresentando remoções de BPA entre 65 e 90%, aproximadamente. Os tratamentos biológicos sem remoção de nutrientes apresentaram maior variabilidade, com 25 a 75% das amostras com remoção de BPA entre 40 e 90%, aproximadamente. Importante destacar que a remoção de BPA ocorre, em grande parte, por adsorção do BPA no lodo biológico, o que sugere cuidados na sua destinação. Além disso, nos afluentes das ETEs estudadas por Guerra et al. (2015), a concentração variou entre 34 e 8000 ng/L de BPA (mediana de 400 ng/L), e os níveis de remoção observados no estudo não necessariamente garantirão a minimização dos riscos ambientais. Vale comentar que Flint et al (2012) cita um estudo de risco ambiental em que a concentração de BPA sem efeito previsível (PNEC) foi estimada de 0,06 µg/L (60 ng/L).

Similarmente, o tratamento convencional de água, e suas variantes, segundo Muhamad (2016) não é efetivo o suficiente para remover BPA. Na verdade, a literatura mostra também uma grande variabilidade nos valores de remoção de BPA pelo tratamento convencional, como exemplificado

nos artigos citados a seguir. Chen et al (2013) reportaram remoção de 72% de BPA em amostras de ETAs convencionais em Taiwan, ressaltando que a remoção foi majoritariamente devida à oxidação com cloro. Avaliação realizada por Padhye et al. (2014) em escala real nos EUA, revelou que a remoção de BPA foi, em média, de 37,4%, mas apresentando grande variabilidade ($\pm 51,4\%$), para o tratamento convencional, mesmo com uso de pré-ozonização e ozonização intermediária, além de cloração ao final.

Os PFAS (substâncias per e polifluoralquilas) compõem uma classe de cerca de 400 produtos químicos antropogênicos que têm sido utilizados em ampla variedade de processos industriais, desde a década de 1940. Os PFAS são bioacumulativos, podem entrar facilmente no corpo e são expelidos lentamente, características que se intensifica com o comprimento da cadeia de carbono, de modo que os PFAS de cadeia longa, à princípio, são mais preocupantes do que as variantes de cadeia curta, segundo Dauchy (2019). O órgão e o sistema do corpo humano que podem ser mais afetados com a presença dos PFAS, são o fígado e o sistema imunológico, com particular preocupação dos efeitos causados no desenvolvimento de crianças pequenas. Adicionalmente, suspeita-se de efeitos no sistema reprodutivo e na tireoide, o que também caracteriza os PFAS como perturbadores endócrinos. Por fim, há, também, preocupação com a carcinogenicidade dos PFAS (Klein e Braun, 2018; Rice, 2018). Estudos epidemiológicos revelaram o desenvolvimento de toxicidade por PFOA em macacos, peixes, arroz, coelhos e humanos (DeWitt, 2015).

Duas recentes revisões de literatura (Yadav et al., 2022; Lenka et al., 2021) ressaltam a baixa eficiência de remoção dos PFAS pelos tratamentos mais comumente usados em ETAs e ETEs e reforçam a necessidade de usar técnicas avançadas para remoção destes compostos. Para exemplificar, destaca-se o estudo descrito por Appleman et al. (2014), no qual foi avaliada a remoção de PFOA e PFOS em 15 ETAs estadunidenses. A remoção de PFOA foi consistentemente inferior a 15% em ETAs convencionais ou com uso de membranas de baixa pressão (MF e UF), mas também nas etapas de oxidação com cloro. Valores negativos de remoção foram observados quando foi usado ozônio na oxidação/desinfecção. Já com relação ao PFOS, observou-se grande variabilidade nos processos de tratamento já mencionados, com grande incidência de valores negativos de remoção. Os autores destacaram que para o PFOS a FAD e a UF foram os processos que apresentaram maior remoção, atingindo 49% e 24%, respectivamente. Por outro lado, ETAs dotadas de osmose inversa e carvão ativado granular apresentaram elevada remoção, chegando a atingir valores superiores a 90% tanto para PFOA quanto PFOS. As baixas eficiências de remoção de PFOA e PFOS (< 30%) na sequência de coagulação-floculação-sedimentação já haviam sido relatadas por Xiao et al. (2013) a partir de ensaios controlados em teste de jarros.

De acordo com revisão realizada por Arvanity e Stasinakis (2015), os PFAS também não são consistentemente removidos no tratamento biológico de esgotos, podendo inclusive serem observadas remoções negativas para certos compostos, indicando formação destes via degradação de compostos precursores. Estudos de degradação citados pelos autores mostraram resultados discrepantes. Vale destacar que a remoção de alguns PFAS em ETEs a nível secundário foi atribuída a adsorção dos compostos nos lodos primário e secundário, particularmente para PFAS de cadeias longas. Mais uma vez ressalta-se a preocupação com o destino final destes lodos. Campo et al. (2014) reforçaram a inefetividade dessas ETEs ao listar estudos sobre levantamentos da concentração de PFAS em efluente de ETEs em vários países.

Em função das limitações das tecnologias mais comumente usadas para o tratamento de água para consumo humano e para o tratamento de esgotos domésticos, para obter remoção adequada da maioria dos microcontaminantes emergentes, incluindo os aqui destacados (BPA e PFAS), nas últimas duas décadas as técnicas avançadas de tratamento têm sido avaliadas. As mais recentes revisões de literatura sobre remoção de BPA e de PFAS (Ohore e Zhang, 2019; Lenka et al. 2021;

Yadav et al., 2022) reforçam a necessidade de uso de técnicas como adsorção, membranas e oxidação avançada para a remoção de BPA e PFAS.

Segundo o site da Caesb (2022a) o DF conta com 12 ETAs, sendo que 4 delas adotam a tecnologia de filtração direta (ascendente ou descendente), 1 de dupla filtração, 5 de tratamento convencional (com sedimentação ou com flotação) e 2 de membranas de ultrafiltração. Não consta no site a recentemente inaugurada ETA Corumbá, convencional com flotação. Ainda segundo o site da Caesb (2022b), o DF conta com 15 ETEs, sendo que 10 delas adotam como tecnologia os reatores anaeróbios de fluxo ascendente (RAFA) combinado com outros tratamentos biológicos, como lagoas e/ou reatores aeróbios. Entre as demais ETEs, 1 adota somente lagoas e 4 a tecnologia de lodos ativados (sem ou com remoção biológica de nutrientes) seguida de tratamento físico-químico voltado, geralmente, para a remoção de fósforo.

Apesar da excelente cobertura de tratamento de água e de tratamento de esgotos no DF, ao confrontar as tecnologias usadas nas ETAs e ETEs operadas pela Caesb, com os relatos da literatura, observa-se que tais tecnologia não são efetivas para remoção e microcontaminantes e, considerando: (i) a já constatada presença do BPA e de PFAS, mais especificamente PFOS e PFOA, nas águas do lago Paranoá, que ao mesmo tempo é corpo receptor de efluentes de ETEs e manancial de abastecimento; (ii) que a aplicabilidade de técnicas avançadas é influenciada pela matriz (água ou esgoto) e pelos parâmetros operacionais de cada técnica; a presente proposta de pesquisa aplicada traz como hipótese “que o uso das técnicas de adsorção em carvão ativado e de nanofiltração podem ser integradas à ETA Lago Norte e às ETEs Brasília Sul e Norte com o objetivo de proteger o lago Paranoá e a saúde humana com relação à microcontaminantes específicos”.

Embora o foco maior da pesquisa seja a remoção de PFAS (PFOA e PFOS) e BPA, a remoção de hormônios e vírus também serão avaliadas. A inclusão dos hormônios, também perturbadores endócrinos, vem do relato da presença de hormônios na água tratada na ETA Lago Norte (Sodré e Sampaio, 2020) e a preocupação da sociedade em geral com relação à presença de hormônios na água. Adicionalmente, considerando a reconhecida capacidade de remoção de vírus nos processos de membranas e as necessidades de melhoria geral da qualidade dos efluentes das ETEs Brasília Sul e Norte para o atendimento de parâmetros mais restritivos de lançamento no lago Paranoá, será avaliado o uso da ultrafiltração, como parte do sistema MBR (biorreatores com membranas).

Finalmente, aproveitando que a pesquisa intensificará ainda mais a cooperação já existente entre os técnicos da Caesb e os pesquisadores da UnB, pretende-se fazer uma avaliação preliminar da capacidade de remoção de microplásticos (MP) nas ETEs Brasília Sul e Norte. Quando lançados no ambiente, os MPs podem ter efeito físico ou químico. O efeito físico está associado aos tamanhos, formas, comprimentos ou concentração das partículas microplásticas. O efeito químico está associado aos produtos químicos adicionados aos plásticos durante a fabricação (plastificantes, antioxidantes, estabilizadores de UV, lubrificantes, corantes e retardadores de chamas) que podem ser liberados para o ambiente aquático (Rodrigues et al., 2019).

Pergunta de Pesquisa: o problema do estudo deve ser uma especificação do tema da pesquisa, devendo ser bem definido e apresentado na forma interrogativa. A pergunta deve ser específica, clara, explícita e operacional, com o objetivo de se chegar, ao final do estudo, a uma resposta.

Considerando a integração com os sistemas de tratamento existentes na Caesb, os processos de ultrafiltração, nanofiltração e adsorção em carvão ativados podem ser aplicáveis para a remoção de microplásticos, vírus, perturbadores endócrinos (bisfenol-A e hormônios), PFAS (substâncias per e polifluoroalquilas) no tratamento de água para consumo humano e no tratamento de esgotos no Distrito Federal (DF)?

Objetivos e Metas: a pesquisa no setor de saneamento deve ter metas bem definidas e resultados previstos, por ser diferente da pesquisa acadêmica pura, que se caracteriza pela liberdade de investigação.

Objetivo geral:

Avaliar a aplicabilidade da adoção da adsorção em carvão ativado ou da separação em membranas (ultrafiltração e nanofiltração) como etapas de tratamento a serem integradas na ETA Lago Norte e ETEs Brasília Norte e Sul com objetivo de aperfeiçoar a remoção de vírus e de microcontaminantes, de acordo com os objetivos específicos descritos a seguir.

Objetivos Específicos:

- (1) Avaliar desempenho operacional e a remoção de BPA, PFOA, PFOS e Estradiol com uso do carvão ativado e de membranas de nanofiltração integradas ao tratamento da ETA Lago Norte;
- (2) Avaliar desempenho operacional e a remoção de BPA, PFOA, PFOS por meio de membranas de nanofiltração como pós-tratamento das ETEs Brasília Norte e Sul;
- (3) Avaliar o impacto do uso da UF submersa, em sistema de MBR, sobre a eficiência de remoção de patógenos (incluindo vírus) e sobre qualidade do efluente secundário das ETEBs Norte e Sul.
- (4) Avaliar a remoção de microplásticos (MPs) nas ETEBs Norte e Sul.

Para atender os objetivos específicos, no contexto do objetivo geral, na Tabela abaixo são apresentados metas e indicadores.

No	Descrição da meta Indicador	Indicador
1	Detalhar procedimentos experimentais e instalações piloto para o desenvolvimento da pesquisa	Produção e disponibilização de procedimentos e dados obtidos para a Caesb via relatórios e reuniões periódicas. O detalhamento de indicadores específicos e periodicidade das reuniões com a equipe da Caesb responsável pelo acompanhamento do projeto será definida no Workshop de kickoff. Nas reuniões, os dados serão discutidos e ajustes de “rota” poderão ser identificadas. Além da discussão dos dados, as reuniões periódicas, bem como os Seminário Anuais, permitirão a transferência e apropriação de conhecimento, métodos e procedimentos para que a Caesb possa reproduzi-los em pesquisas futuras na companhia.
2	Implementar e validar métodos analíticos para quantificação dos microcontaminantes alvo (BPA, PFOA, PFOS e hormônios), de vírus e de MPs.	
3	Realizar experimentos de adsorção em carvões ativados voltados para remoção de microcontaminantes alvo no tratamento de água para consumo humano.	
4	Realizar experimentos com membranas de nanofiltração voltados para remoção dos microcontaminantes alvo para o pós tratamento de água para consumo humano.	
5	Realizar experimentos com membranas de nanofiltração voltados para remoção dos microcontaminantes alvo para o pós tratamento de esgotos domésticos.	
6	Avaliar metodologias de quantificação de microplásticos no esgoto e aplicar a metodologia para avaliação da remoção de microplásticos em ETEs.	
7	Realizar experimentos para avaliar uso de membranas de UF submersa, no sistema MBR, no tratamento aeróbio de esgotos domésticos.	
8	Realizar avaliação preliminar da aplicabilidade das tecnologias no contexto das ETAs e ETEs objeto de estudo (ETA Lago Norte, ETEs Brasília Norte Sul) considerando aspectos operacionais e de custos, e também potenciais manejo e destinação de resíduos gerados.	

9	Produção de relatório final	Avaliação pela Caesb
<p>Benefícios Esperados: devem ser demonstrados separadamente, para os usuários e para a concessionária, destacando para cada projeto, os impactos relevantes.</p>		
<p>Para a Caesb</p> <p>Com os resultados obtidos a partir do desenvolvimento desta proposta de pesquisa, buscar-se-á disponibilizar para a Caesb alternativas para complementação do tratamento da ETA Lago Norte, com objetivo de aumentar a segurança da água de consumo humano para a população abastecida por esta ETA, bem como preparar a Caesb para uma futura (e provável) legislação de potabilidade mais restritiva com relação a microcontaminantes emergentes.</p> <p>Similarmente, buscar-se-á disponibilizar alternativas de adequações e/ou sistemas de pós tratamento para as ETEs Brasília Sul e Brasília Norte baseados em processos de separação em membranas com objetivo de preservar a água do lago Paranoá, tanto do ponto de vista ambiental, como de manancial de abastecimento de água. As ETEs além de preservarem a qualidade da água do lago Paranoá, também serão as primeiras barreiras de segurança para água de consumo humano.</p> <p>Embora a aplicabilidade direta seja nas ETEs Brasília Sul e Brasília Norte e na ETA Paranoá, a apropriação pela Caesb, e seu corpo técnico, do conhecimento sobre os processos avançados, dos métodos e procedimentos de avaliação destes processos, permitirá a ampliação da aplicação para outras ETAs e ETEs com vista a garantir o atendimento de parâmetros de qualidade da água potável e de lançamento de efluentes mais restritivos.</p> <p>Setor de Saneamento</p> <p>O setor saneamento será beneficiado como um todo pela formação de recursos humanos especializados nas técnicas avançadas objeto da proposta, uma vez que o desenvolvimento do trabalho contará com a participação de mestrandos e doutorandos, além de alunos do curso de Engenharia Ambiental da UnB.</p> <p>O setor também se beneficiará dos avanços e experiência da Caesb, pois é reconhecida a influência que a Caesb pode ter nas práticas de outras companhias de saneamento, vide o pioneirismo da Caesb no uso da ultrafiltração para o tratamento da água do lago Paranoá e como isto tem servido de exemplo para outras companhias.</p> <p>Sociedade e meio ambiente</p> <p>A melhoria da qualidade da água do lago Paranoá, a preservação da vida aquática, e dos usos múltiplos desse símbolo de Brasília é, sem dúvida, o maior benefício da aplicação prática dos resultados desta pesquisa. Não menos importante será a segurança da qualidade da água para consumo humano produzida a partir da captação de água no lago Paranoá, e seus efeitos positivos sobre a saúde e qualidade de vida da população.</p> <p>RELEVÂNCIA EM TERMOS DE IMPACTOS</p> <p>Contribuições e Impactos Tecnológico: Inovação Tecnológica de Processo</p> <p>O projeto tem caráter de pesquisa aplicada voltada para adequação/modernização da ETEs Brasília Sul e Brasília Norte e ETA Lago Norte, por meio da otimização da aplicação de técnicas avançadas (carvão ativado e membranas).</p>		

Contribuições e impactos socioambientais**Risco de impactos ambientais**

Considerando que um dos produtos é a melhoria da qualidade da água do lago Paranoá, particularmente com relação à microcontaminantes e patógenos por meio da adoção de técnicas baseadas em uso de membranas de ultrafiltração e nanofiltração, os impactos serão positivos. Como todo processo de separação de impurezas, nos processos de membranas também é gerado o concentrado que deve ser devidamente manejado, preferencialmente usando recirculação sujeito, ou não, à previa oxidação dos resíduos.

Risco de impactos na segurança hídrica

O projeto não apresenta contribuições neste item.

Risco de impactos na qualidade de vida da comunidade

Os impactos na qualidade de vida serão positivos e evidentes, já que a melhoria da qualidade da água do lago Paranoá permitirá à comunidade aproveitá-lo em atividades de lazer, além também do impacto positivo sobre a saúde humana pela adequação/modernização da ETA Lago Norte.

Contribuições e impactos econômicos

Buscar-se-á avaliar se a adoção das técnicas avançadas como parte do tratamento da água e do tratamento do esgoto melhorará a qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. A médio e a longo prazo, estas melhorias redundarão em redução dos custos com saúde pública e com recuperação ambiental.

RECURSOS FINANCEIROS (R\$)

Total Previsto (R\$)	Fontes	Origem dos Recursos Previstos (R\$)				
		Onerosos		Não Onerosos		
		Próprio	Financiamento	Programa PDI	Executora	Parceiros
2.075.128,28	Caesb e UnB	-	-	730.126,68	1.345.001,60	-

Cronograma Físico – Previsto													
Atividade		Ano 1 - Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	Kickoff	■											
M1	A1 - Seleção dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo	■	■	■	■								
	A2 - Aquisição de material de consumo para permitir implementação, validação e uso dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo				■	■	■						
	A3 - Aquisição do gerador de Nitrogênio para permitir implementação, validação e uso dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo	■	■	■									
	A4 - Manutenção do LC-MS/MS para permitir implementação e validação dos métodos analíticos para micropoluentes do estudo				■	■	■						
	A5 - Detalhamento da instalação piloto de MBR			■	■	■							
	A6 -Seleção dos métodos de quantificação de microplásticos em esgoto a serem estudados	■	■										
M2	A1 - Implementar e validar métodos analíticos para quantificação dos microcontaminantes alvo (BPA, PFOA, PFOS e hormônios)				■	■	■	■					
	A2 - Aquisição e cultivo de vírus MS2 para avaliação de eficiência de remoção de vírus				■	■	■						
	A3 - Selecionar vírus alvo para avaliação de eficiência de remoção de vírus em experimento com esgoto			■	■	■							
	A4 - Implementar e validar método de quantificação de microplásticos em esgoto			■	■	■							
	A5 - Implementar e validar método PCRq em tempo real para quantificação do vírus alvo selecionado em M2.A3						■	■	■	■			
M3	A1 - Experimentos com carvão ativado para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrapura						■	■	■				
	A2 - Experimentos com carvão ativado para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte									■	■	■	
M6	A1 - Coletas de amostras e avaliação da eficiência de remoção de microplásticos nas diferentes etapas de tratamento da ETE Brasília Norte						■	■	■	■	■		
	A2 - Coleta de amostras e avaliação de microplásticos no desidratado da ETE Brasília Norte									■	■	■	■

Cronograma Físico – Previsto													
Atividade		Ano 3 - Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M3	A6 - Experimentos com carvão ativado para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte	■	■	■	■								
M4	A3 - Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte	■	■	■	■	■							
	A4 - Experimentos complementares em escala piloto com nanofiltração para remoção de BPA em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte						■	■	■	■			
	A5 - Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte										■	■	■
Relatório Parcial – Ano 3													■
Prestação de Contas e Seminário anual												■	■

Cronograma Físico – Previsto													
Atividade		Ano 4 - Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M4	A5 - Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte	■	■	■									
M5	A1- Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz efluente da ETE Brasília Norte	■	■	■									
	A2 - Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de BPA em matriz efluente da ETE Brasília Norte				■	■	■						
	A3 -Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de PFOA, PFOS e BPA em matriz efluente da ETE Brasília Norte							■	■	■	■	■	■
Reunião de acompanhamento com técnicos da Caesb							■						
M8	A1.1 – Levantamento dos métodos de avaliação de custos aplicáveis às técnicas avançadas	■	■	■	■	■							
	A1.2 – Levantamento com base na literatura e experimentos desenvolvidos das potencias alternativas de manejo e destinação de rejeitos gerados nos processos estudados.	■	■	■	■	■							
	A2 - Discussão com técnicos da Caesb				■			■			■		

Cronograma Financeiro PDI- Previsto - Ano 1														
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
0	Kickoff													0,00
M1	A1	Seleção dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo												0,00
	A2	Aquisição de material de consumo para permitir implementação, validação e uso dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo				50.000,00								50.000,00
	A3	Aquisição do gerador de Nitrogênio para permitir implementação, validação e uso dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo	191.183,20											191.183,20
	A4	Manutenção do LC-MS/MS para permitir implementação e validação dos métodos analíticos para micropoluentes do estudo				137.735,60								137.735,60
	A5	Detalhamento da instalação piloto de MBR												0,00
	A6	Seleção dos métodos de quantificação de microplásticos em esgoto a serem estudados												0,00
M2	A1	Implementar e validar métodos analíticos para quantificação dos microcontaminantes alvo (BPA, PFOA, PFOS e hormônios)							6.300,00				6.300,00	12.600,00
	A2	Aquisição e cultivo de vírus MS2 para avaliação de eficiência de remoção de vírus											0,00	
	A3	Selecionar vírus alvo para avaliação de eficiência de remoção de vírus em experimento com esgoto											0,00	
	A4	Implementar e validar método de quantificação de microplásticos em esgoto											0,00	
	A5	Implementar e validar método PCRq em tempo real para quantificação do vírus alvo											0,00	
M3	A1	Experimentos com carvão ativado para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrapura											0,00	
	A2	Experimentos com carvão ativado para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte											0,00	
M6	A1	Coletas de amostras e avaliação da eficiência de remoção de microplásticos nas diferentes etapas de tratamento da ETE Brasília Norte											0,00	
	A2	Coleta de amostras e avaliação de microplásticos no desidratado da ETE Brasília Norte											0,00	
M7	A1	Montagem da instalação piloto de membrana UF submersa em arranjo MBR							30.000,00					30.000,00
	A2	Experimentos com instalação piloto de UF submersa, em arranjo MBR, usando água ultrapura enriquecida com vírus MS2											0,00	
Prestação de Contas e Seminário Anual													0,00	
Taxa de Administração Projeto 5			2.091,39		2.091,39			2.091,39		2.091,39		8.365,56		
Total PDI CAESB- Previsto			193.274,59		189.826,99			38.391,39		8.391,39		429.884,36		

Cronograma Financeiro PDI- Previsto - Ano 2															
Atividade			Mês											Total R\$	
Nº		Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Projetos															
M3	A3	Experimentos com carvão ativado para remoção de BPA em matriz água ultrapura	20.600,00			3.000,00									23.600,00
	A4	Experimentos com carvão ativado para remoção de BPA em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte				17.600,00			6.000,00						23.600,00
	A5	Experimentos com carvão ativado para remoção de hormônio em matriz água ultrapura							14.600,00						14.600,00
M4	A1	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrapura							8.000,00						8.000,00
	A2	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte											12.600,00		12.600,00
M7	A3	Experimentos com instalação piloto de UF submersa, em arranjo MBR, usando efluente do reator biológico da ETE Brasília Norte											8.000,00		8.000,00
Prestação de Contas e Seminário Anual															0,00
Taxa de Administração Projeto 5			2.091,39			2.091,39			2.091,39				2.091,39		8.365,56
Total PDI CAESB- Previsto			22.691,39			22.691,39			30.691,39				22.691,39		98.765,56

Cronograma Financeiro PDI- Previsto - Ano 3															
Atividade			Mês											Total R\$	
Nº		Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Projetos															
M3	A6	Experimentos com carvão ativado para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte	28.900,00												28.900,00
M4	A3	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte				28.900,00									28.900,00
	A4	Experimentos complementares em escala piloto com nanofiltração para remoção de BPA em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte							22.600,00						22.600,00
	A5	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte											22.600,00		22.600,00
Prestação de Contas e Seminário Anual															0,00
Taxa de Administração Projeto 5			2.091,39			2.091,39			2.091,39				2.091,39		8.365,56
Total PDI CAESB- Previsto			30.991,39			30.991,39			24.691,39				24.691,39		111.365,56

Cronograma Financeiro PDI- Previsto - Ano 4															
Atividade			Mês											Total R\$	
Nº		Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Projetos															
M4	A5	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte				27.956,08									27.956,08
M5	A1	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz efluente da ETE Brasília Norte						27.956,08							27.956,08
	A2	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de BPA em matriz efluente da ETE Brasília Norte								6.300,00					6.300,00
	A3	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de PFOA, PFOS e BPA em matriz efluente da ETE Brasília Norte											6.300,00		6.300,00
Reunião de acompanhamento com técnicos da Caesb															0,00
M8	A1	Levantamento dos métodos de avaliação de custos aplicáveis às técnicas avançadas Levantamento com base na literatura e experimentos desenvolvidos das potencias alternativas de manejo e destinação de rejeitos gerados nos processos estudados.													0,00
	A2	Discussão com técnicos da Caesb													0,00
	A3	Elaboração de relatório preliminar de aplicabilidade													0,00
M9	A1	Elaboração de relatório final													0,00
Gastos com registro de software ou patente							13.984,93								13.984,93
Prestação de Contas e Seminário Anual															0,00
Taxa de Administração Projeto 5						2.091,39	2.091,39		2.091,39			1.339,94			7.614,11
Total PDI CAESB- Previsto						30.047,47	44.032,40		8.391,39			7.639,94			90.111,20

			Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 1												
Atividade			Mês												Total R\$
Nº	Descrição		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos															
0	Kickoff		4.244,00												4.244,00
M1	A1	Seleção dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo	17.008,00												17.008,00
	A2	Aquisição de material de consumo para permitir implementação, validação e uso dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo				12.756,00									12.756,00
	A3	Aquisição do gerador de Nitrogênio para permitir implementação, validação e uso dos métodos analíticos para micropoluentes alvo do estudo	12.756,00												12.756,00
	A4	Manutenção do LC-MS/MS para permitir implementação e validação dos métodos analíticos para micropoluentes do estudo				12.756,00									12.756,00
	A5	Detalhamento da instalação piloto de MBR			12.756,00										12.756,00
	A6	Seleção dos métodos de quantificação de microplásticos em esgoto a serem estudados	8.504,00												8.504,00
M2	A1	Implementar e validar métodos analíticos para quantificação dos microcontaminantes alvo (BPA, PFOA, PFOS e hormônios)				66.420,00									66.420,00
	A2	Aquisição e cultivo de vírus MS2 para avaliação de eficiência de remoção de vírus				12.756,00									12.756,00
	A3	Selecionar vírus alvo para avaliação de eficiência de remoção de vírus em experimento com esgoto			12.756,00										12.756,00
	A4	Implementar e validar método de quantificação de microplásticos em esgoto			12.756,00										12.756,00
	A5	Implementar e validar método PCRq em tempo real para quantificação do vírus alvo					17.008,00								17.008,00
M3	A1	Experimentos com carvão ativado para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrapura					12.756,00								12.756,00
	A2	Experimentos com carvão ativado para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte								12.756,00				12.756,00	
M6	A1	Coletas de amostras e avaliação da eficiência de remoção de microplásticos nas diferentes etapas de tratamento da ETE Brasília Norte					25.512,00								25.512,00
	A2	Coleta de amostras e avaliação de microplásticos no desidratado da ETE Brasília Norte								17.008,00				17.008,00	
M7	A1	Montagem da instalação piloto de membrana UF submersa em arranjo MBR					17.008,00								17.008,00
	A2	Experimentos com instalação piloto de UF submersa, em arranjo MBR, usando água ultrapura enriquecida com vírus MS2									12.756,00			12.756,00	
Prestação de Contas e Seminário Anual													8.504,00	8.504,00	
Taxa de Administração Projeto 5														0,00	
Total PDI CAESB- Previsto			80.780,00			176.972,00			29.764,00			21.260,00		308.776,00	

			Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 2											
Atividade			Mês											Total R\$
Nº		Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Projetos														
M3	A3	Experimentos com carvão ativado para remoção de BPA em matriz água ultrapura	49.502,40											
	A4	Experimentos com carvão ativado para remoção de BPA em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte					49.502,40							
	A5	Experimentos com carvão ativado para remoção de hormônio em matriz água ultrapura									49.502,40			
M4	A1	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrapura					49.502,40							
	A2	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte								61.878,00				
M7	A3	Experimentos com instalação piloto de UF submersa, em arranjo MBR, usando efluente do reator biológico da ETE Brasília Norte	84.253,60											
Prestação de Contas e Seminário Anual													8.504,80	
Taxa de Administração Projeto 5														0,00
Total PDI CAESB- Previsto			133.756,00		99.004,80		111.380,40		8.504,80		352.646,00			

			Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 3											
Atividade			Mês											Total R\$
Nº		Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Projetos														
M3	A6	Experimentos com carvão ativado para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte	77.620,00											
M4	A3	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz água ultrafiltrada da ETA lago Norte	107.025,00											
	A4	Experimentos complementares em escala piloto com nanofiltração para remoção de BPA em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte						77.620,00						
	A5	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte										58.215,00		
Prestação de Contas e Seminário Anual													8.521,00	
Taxa de Administração Projeto 5														0,00
Total PDI CAESB- Previsto			184.645,00		77.620,00		0,00		66.736,00		329.001,00			

			Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 4												
Atividade			Mês												Total R\$
Nº		Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos															
M4	A5	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de hormônio em matriz água ultrafiltrada da ETA Lago Norte	26.128,20												26.128,20
	A1	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de PFOA e PFOS em matriz efluente da ETE Brasília Norte	26.128,20												26.128,20
M5	A2	Experimentos em escala de bancada com nanofiltração para remoção de BPA em matriz efluente da ETE Brasília Norte				31.128,20									31.128,20
	A3	Experimentos em escala piloto com nanofiltração para remoção de PFOA, PFOS e BPA em matriz efluente da ETE Brasília Norte								53.547,00					53.547,00
Reunião de acompanhamento com técnicos da Caesb						5.770,00									5.770,00
M8	A1	Levantamento dos métodos de avaliação de custos aplicáveis às técnicas avançadas Levantamento com base na literatura e experimentos desenvolvidos das potencias alternativas de manejo e destinação de rejeitos gerados nos processos estudados.	43.547,00												43.547,00
	A2	Discussão com técnicos da Caesb				5.770,00		5.770,00		5.770,00					17.310,00
	A3	Elaboração de relatório preliminar de aplicabilidade								52.256,40					52.256,40
M9	A1	Elaboração de relatório final								34.620,00					34.620,00
Gastos com registro de software ou patente														17.214,00	17.214,00
Prestação de Contas e Seminário Anual															0,00
Taxa de Administração Projeto 5															0,00
Total PDI CAESB- Previsto			95.803,40			129.544,60		59.317,00		22.984,00					307.649,00

ANEXO I – BUSCA DE ANTERIORIDADE

Por se tratar de uma pesquisa aplicada (aplicação de processos existentes para verificar a viabilidade técnica e de custos na realidade da Caesb) sem produção de software e produtos tangíveis, não foi feita pesquisa no INPI / USPTO.

Portanto, considerando a natureza do projeto, que não envolve produção de patente, a busca de anterioridade foi realizada usando a Plataforma Lattes do CNPq que reúne os CV dos pesquisadores brasileiros. Foram analisados os CV Lattes de pesquisadores que apresentavam palavras-chaves relacionadas aos objetivos da proposta. Aqui vale comentar que as agências de fomento não dispõem, em seus sites, de uma lista de projetos financiados. Os projetos de pesquisa financiados pelas agências constam dos CVs Lattes dos pesquisadores.

Com relação à remoção de PFOA e PFOS por meio de processos de tratamento de água ou tratamento de esgoto não foi encontrado nenhum projeto financiado usando como palavras-chaves para a busca, “PFAS”, “PFOA”, “PFOS”.

Com relação à remoção de bisfenol-A, em 150 Cvs Lattes analisados a partir da palavra-chave “remoção de bisfenol”, também não foram encontrados projetos financiados e dois projetos sem financiamento.

Na busca usando como palavra-chave “biorreator de membrana” foram identificados 75 CVs Lattes e também não foi possível encontrar nenhum projeto com ênfase na remoção de vírus.

Vale destaque, entretanto, os trabalhos realizados pelo prof. Flávio Rubens Lapolli, da UFSC, que tem usado MBR para tratamento de esgoto com ênfase na remoção de nutrientes.

Usando a palavra-chave “remoção de microplástico” foram identificados 75 CVs e não foi localizado nenhum projeto financiado.

A não localização pela busca não significa a inexistência de projetos, mas sim que eles não foram cadastrados na Plataforma Lattes, embora seja raro um pesquisador não cadastrar seus projetos. Apesar da ausência de projetos financiados, há artigos publicados nas temáticas. Na tabela abaixo são destacados alguns artigos ou dissertações/teses publicados no Brasil. Não foram incluídos os artigos e dissertações em que a Responsável Técnica foi co-autora ou orientadora.

Código*	Título	Ano	Periódico/ Universidade
Artigo	Avaliação da adsorção de Fenol e Bisfenol A em carvões ativadas comerciais de diferentes matrizes carbonácea	2015	Ambiente & Água, v.10, n. 4.
Dissertação	Remoção de Bisfenol A de Águas Contaminadas através de Processos de Separação por Membranas e de Sorção	2013	UFRG/PPG Engenharia Química
Dissertação	Remoção de preto reativo 5 e bisfenol A por adsorção com carvão ativado e cinza de casca de arroz.	2021	UTFPR/ PPG em Ciência e Tec. Amb.
Artigo	Microplásticos em estações de tratamento de esgoto – Uma revisão	2021	Revista AIDIS, v.13, n2.

Pesquisas Correlatas

Como apresentado no item 12, não foram identificados projetos de pesquisa financiados, exceto os coordenados pela Responsável Técnica. Ver CV Lattes e lista a seguir:

- 2005–2007 Remoção de perturbadores endócrinos (17-beta-estradiol e p-nonilfenol) por 3 diferentes processos de tratamento: carvão ativado, coagulação-floculação-sedimentação e membranas (CNPq)
- 2010-2014 Prosab 6 - Processos de separação por membranas ou carvão ativado (Finep);
- 2012-2015 Avaliação de sistema híbrido de membrana submersa no tratamento de água para consumo humano, com ênfase na remoção de vírus e matéria orgânica) (CNPq).

Termo de Compromisso

Eu, Fuad Moura Guimarães Braga, Coordenador-Geral do Programa PDI – Adasa, me comprometo a:

1. Zelar cuidadosamente pela economicidade dos projetos, de modo a garantir que os gastos sejam apenas os estritamente necessários para a obtenção dos resultados esperados;
2. Zelar pela fiel execução dos prazos previstos nos cronogramas;
3. Responder às demandas de fiscalização e diligências da Adasa, no prazo solicitado;

Fuad Moura Guimarães Braga

838.607.113-34

PROJETO 2: MONITORAMENTO E MODELAGEM AVANÇADOS COMO SUPORTE À GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS E AO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA O GERENCIAMENTO DO LAGO PARANOÁ (SISTEMA BACIA-LAGO)

Responsável Técnico: Sérgio Koide

Cargo: Professor Associado

Titulação: PhD

E-mail: skoide@unb.br

Tel: 61- 98151-9911

Viagem e Diária
Sim () Não (X)

Nº Viagem: 0
Nº Diária: 0

Contextualização, justificativa e informações relevantes

Mesmo com todos os esforços e recursos empregados no monitoramento do lago Paranoá no passado e na atualidade, os dados e as informações geradas não resultam na segurança adequada aos tomadores de decisão no que se refere ao entendimento dos processos ambientais; à estimativa dos impactos de cada tipo de carga de poluente aportado (em conjunto ou isoladamente); no estabelecimento dos limites de aporte de cargas ao Sistema como forma de evitar o retorno a níveis tróficos mais elevados; não propiciam a segurança adequada que facilite o gerenciamento do sistema lacustre e das bacias afluentes. Além disso, mesmo com todo o investimento, a Caesb não dispõe das tecnologias e sistemas de apoio mais avançados, disponíveis na atualidade, para o acompanhamento do lago Paranoá, tais como a incorporação, em sua rotina de trabalho, de sistemas de suporte à decisão que tenham como base a aplicação de modelos de bacias hidrográficas acoplados a modelos do sistema lacustre; aplicação de modelos de base física para a simulação 1D, 2D e 3D do sistema lacustre com previsão de respostas no médio e longo prazos; aplicação de modelos inferenciais com base em inteligência artificial para simulação do sistema lacustre com previsão de respostas no curto prazo; aplicação de sistema de monitoramento remoto de qualidade da água do sistema lacustre por meio de imagens obtidas por plataformas orbitais e aerotransportadas (RPAs).

A necessidade de aprimoramento:

- Associar e transformar o conjunto de ferramentas e tecnologias disponíveis na atualidade para o monitoramento intensivo (inclusive em tempo quase-real) e a incorporação dos dados e informações obtidos em simulações do ambiente lacustre na forma de um sistema de apoio à decisão efetivo e que propicie o apoio necessário ao gerenciamento do lago Paranoá. Esse desafio geral se desdobra em desafios científicos e tecnológicos específicos:
 - Contribuir com a construção de um Sistema de Apoio à Decisão que associe os dados de monitoramento das bacias afluentes e monitoramento limnológico do lago Paranoá, levantados com periodicidade mensal, à aplicação de modelos de simulação do sistema lacustre para as previsões dos efeitos do aporte de cargas nos médio e longo prazos com a avaliação, inclusive, dos limites de cargas aportadas ao Lago.
 - Contribuir com o desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão que associe os dados de monitoramento limnológico intensivo (“Ilha” de monitoramento em tempo real da Caesb e perfis de monitoramento intensivo, com data loggers, da UnB na Ponte JK e Ponte das Garças) à aplicação de modelos inferenciais para as previsões de curto prazo relacionadas ao florescimento de cianobactérias no Lago.
- Contribuir com o avanço do conhecimento referente à identificação das características ambientais e limnológicas “disparadoras” de florescimentos de cianobactérias no lago Paranoá (por gênero e por espécie);
- Contribuir com a geração de informações atualizadas sobre a alocação e estimativa das cargas de poluição difusas em todas as bacias hidrográficas afluentes e bacias de drenagem direta ao Lago;
- Contribuir com a geração de um melhor entendimento sobre a identificação dos efeitos das cargas de poluição difusas na dinâmica das condições físicas, químicas e bióticas do lago Paranoá e o delineamento de ações mitigadoras;
- Contribuir com o aprimoramento do conhecimento relacionado à influência das forçantes climáticas no processo de estratificação e mistura vertical da coluna d’água no corpo central do Lago e em todos os segmentos;

- Contribuir com o aprimoramento relacionado ao entendimento da influência do processo de estratificação e mistura na disponibilidade de nutrientes para as camadas superficiais da coluna d'água;
- Contribuir com a identificação das lacunas de dados existentes ou o levantamento de dados desnecessários no monitoramento das bacias afluentes e do monitoramento limnológico do lago Paranoá que é realizado na atualidade;
- Contribuir com a identificação dos melhores enfoques de análise a partir de simulação de modelos simplificados e modelos robustos para a simulação dos sistemas hídricos afluentes ao lago, com vistas à estruturação de um Sistema de Apoio à Decisão que utilize o enfoque mais adequado para cada análise necessária ao gerenciamento dos sistemas afluentes ao Lago;
- Contribuir com a identificação dos melhores enfoques de análise a partir de simulação 0D, 1D, 2D ou 3D para o entendimento dos processos lacustres mais importantes com vistas à estruturação de um Sistema de Apoio à Decisão que utilize o enfoque mais adequado para cada análise necessária ao gerenciamento do sistema lacustre;
- Desenvolver um protocolo de inversão de dados de sensoriamento remoto (orbital e aerotransportado) para a identificação de parâmetros de qualidade de água como sedimento em suspensão, matéria orgânica dissolvida, pigmentos marcadores de cianobactéria (cianoficoeritrina entre outros) e se possível na identificação e quantificação de fosfato; e
- Contribuir com a identificação de espécies de cianobactérias dominantes no Lago, compreendendo as condições ambientais locais que levam a formação de florações e produção de cianotoxinas, caracterizando o 'pool' genes da produção dessas substâncias tóxicas na comunidade fitoplanctônica para antecipar os riscos para a biota e população humana.

A Universidade de Brasília tem desenvolvido uma série de pesquisas ao longo dos anos com o propósito de gerar avanços relacionados aos desafios levantados, inclusive com o estabelecimento de várias parcerias com a Caesb. No entanto, algumas referências, apresentadas na sequência, apontam alguns objetivos a serem alcançados na gestão de todo o sistema Paranoá, bacias e Lago, que devem ser incorporadas no gerenciamento desse Sistema.

O Projeto de Pesquisa a ser desenvolvido contribuirá de maneira significativa para que essa incorporação seja alcançada.

Pergunta de Pesquisa: o problema do estudo deve ser uma especificação do tema da pesquisa, devendo ser bem definido e apresentado na forma interrogativa. A pergunta deve ser específica, clara, explícita e operacional, com o objetivo de se chegar, ao final do estudo, a uma resposta.

Como a atual e futuras ocupações na bacia do lago Paranoá impactam/impactarão a qualidade da água do lago a curto, médio e longo prazo e como prever esses impactos por meio de monitoramento e modelagem matemática do sistema BACIA-LAGO?

Objetivos e Metas: a pesquisa no setor de saneamento deve ter metas bem definidas e resultados previstos, por ser diferente da pesquisa acadêmica pura, que se caracteriza pela liberdade de investigação.

Objetivo geral: desenvolver sistema de apoio à decisão para o lago Paranoá com enfoque no acoplamento Bacia/Lago, composto pelo monitoramento e a modelagem das bacias afluentes e do monitoramento limnológico e por sensoriamento remoto e na modelagem hidrodinâmica 1D, 2D ou 3D do Lago com a avaliação dos balanços hídricos quantitativos e qualitativos e nas previsões relacionadas ao comportamento do Sistema Lacustre no curto, médio e longo prazos.

Objetivos Específicos:

1. Estimar a vazão e o aporte de carga de nutrientes ao lago Paranoá por meio de monitoramento de qualidade de água e da modelagem hidrológica e de qualidade de água a partir das aplicações dos modelos SWMM e SWAT.

2. Avaliar o comportamento hidrodinâmico e de qualidade da água no Lago Paranoá por meio de monitoramento limnológico e por sensoriamento remoto e pela simulação 1D, 2D ou 3D em conjunto com a estimativa de clorofila-a e de temperatura de superfície da água por sensoriamento remoto com o intuito de entender melhor o funcionamento do sistema (parte central do lago e braços) quanto à estratificação, qualidade da água e a influência de processos associados e promover a integração dos enfoques de análise de bacias e do Lago com o desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão para previsões do comportamento do sistema lacustre no curto, médio e longo prazos.

As metas são:

- A. Calibrar e verificar os modelos de simulação de bacias (SWMM ou SWAT) a partir das séries históricas de dados monitorados ou por dados gerados durante o Projeto de Pesquisa;
- B. Monitorar dados meteorológicos no entorno do lago Paranoá;
- C. Realizar o monitoramento intensivo de temperatura na coluna d'água em dois pontos distintos do lago Paranoá;
- D. Estimar a temperatura da superfície da água e a concentração de clorofila "a" por meio de sensoriamento remoto;
- E. Aplicar o modelo evolucionário híbrido HEA na previsão do florescimento de cianobactérias no lago Paranoá a partir da série histórica de dados monitorados;
- F. Calibrar e verificar o modelo hidrodinâmico 1D, 2D ou 3D e de qualidade de água para o lago Paranoá;
- G. Elaborar cenários preditivos de qualidade de água para o lago Paranoá no curto, médio e longo prazos a partir dos diferentes enfoques de modelagem;
- H. Estruturar o Sistema de Apoio à Decisão a partir da integração da modelagem de bacias e modelagem do lago Paranoá a ser baseado no estabelecimento de rotinas de simulações para previsões de qualidade de água de curto, médio e longo prazos;
- I. Monitoramento de *input* de nutrientes e metais (+potencialmente contaminante emergentes tais como Gd) na forma dissolvido e particulado;
- J. Análise das cargas provenientes dos principais tributários e das principais fontes pontuais, tais como as ETEs Sul e Norte;
- K. Monitoramento da carga de SPM nos principais tributários.

Benefícios Esperados: devem ser demonstrados separadamente, para os usuários e para a Concessionária, destacando para cada projeto, os impactos relevantes.

Para a Caesb:

Os benefícios envolvem otimização dos investimentos devidos, implementação de uma ferramenta eficiente de gestão da qualidade da água do lago e redução de índice de reclamações, homem-hora, insumos, tempo. A ferramenta permitirá que a CAESB possa responder à população em geral e ao poder público sobre os possíveis impactos sobre o Lago, de decisões sobre novas ocupações, novos lançamentos de efluentes e necessidade de transposições de efluentes.

Setor de Saneamento:

O SAD, após implementado, será utilizado pela Caesb no gerenciamento integrado do lago Paranoá e bacia de contribuição e poderá servir como exemplo para outras empresas do setor que utilizem lagos como mananciais.

A Caesb enfrenta o desafio de utilizar o lago Paranoá como corpo receptor de efluentes tratados e utilizá-lo como manancial de abastecimento humano. Os resultados da pesquisa, incluindo o SAD, beneficiarão de maneira direta a Caesb e, de maneira indireta, toda a sociedade do Distrito Federal. A estruturação de formas mais efetivas de entendimento dos processos do Lago e suas bacias afluentes poderão contribuir com a redução dos esforços de monitoramento, redução do tempo necessário para as análises e redução dos riscos relativos ao retorno de níveis mais elevados de eutrofização do Lago.

Sociedade e meio ambiente:

Em virtude do forte crescimento populacional e da intensificação das atividades econômicas nos setores imobiliário, agropecuário, industrial e de serviços no Distrito Federal, verifica-se uma forte pressão sobre os recursos naturais, colocando em risco o uso sustentável da água. Existem situações de graves conflitos ambientais quanto à ocupação do solo e uso dos recursos hídricos.

Um processo de gestão mais eficiente, baseados em modelagem dos sistemas hidrológicos, tendo como base dados robustos e realísticos, permitirá uma melhor intervenção dos órgãos gestões nas áreas críticas, geradoras dos problemas de qualidade/quantidade de água.

A crescente preocupação da sociedade com as questões ambientais e, principalmente, com as águas para consumo humano exigem que a companhia tenha instrumentos e processos que permitam dar resposta à sociedade, aos órgãos de fiscalização e controle e ao poder judiciário sobre impactos de decisões políticas e operacionais da empresa.

Para o negócio:

A Caesb foi a responsável pela recuperação da qualidade da água do lago Paranoá nos anos 1990. Naquela época, a recuperação se associou à importância que o Lago possuía para a população da Brasília por se tratar um sistema hídrico com múltiplos usos. Em anos recentes, além dos usos já existentes, o Lago se transformou em um manancial de abastecimento humano. A manutenção da qualidade de água no lago Paranoá é fundamental para o processo/negócio da Caesb em função, principalmente, dos investimentos já realizados na construção da ETA Lago Norte e da necessidade de utilização do Lago na captação da segunda estação de tratamento de água que deverá ser construída na região próxima à barragem. Além da importância da manutenção da qualidade de água do Lago para toda a sociedade, é fundamental para a Caesb ter à disposição as melhores informações e o melhor sistema possível de gerenciamento do Lago, compatível com o estado da arte do conhecimento, das ferramentas e métodos disponíveis no Mundo atualmente, como forma de garantir que as melhorias conquistadas no passado permaneçam.

Âmbito de aplicação do produto principal do projeto:

Para o negócio: Problemas de qualidade da água com os corpos hídricos superficiais do DF terminam por afetar, mesmo sem relação causal direta, a imagem da Caesb. Quanto melhor for a informação disponível para a Caesb sobre a dinâmica de qualidade de água dos sistemas hídricos do DF que servem como corpos receptores de efluentes tratados, como o lago Paranoá, mais bem preparada estará a Companhia para lidar com as situações. Outra questão se refere à qualidade da água captada no lago Paranoá para a ETA Lago Norte. Quanto melhor for a gestão do lago Paranoá, menores os custos para o tratamento da água.

Potencial de aplicação do projeto principal:

Os resultados da pesquisa, principalmente o Sistema de Apoio à Decisão a ser desenvolvido, após implementado, será utilizado pela Caesb no gerenciamento do lago Paranoá e poderá servir como exemplo para outras empresas do setor que utilizem lagos como mananciais.

O produto principal do Projeto de Pesquisa, o Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema do Lago Paranoá (Bacia-Lago), será desenvolvido para esse Sistema Lacustre, mas poderá ser adaptado para outros sistemas, inclusive para os demais mananciais lacustres do DF (Reservatórios do Descoberto, Santa Maria, Corumbá IV). O produto pode ajudar a responder as consequências de decisões operacionais do lago, como o estabelecimento das cotas operacionais do Lago ao longo do ano, vazões retiradas, turbinadas e vertidas.

RELEVÂNCIA EM TERMOS DE IMPACTOS

Contribuições e Impactos Tecnológico: Inovação Tecnológica de Processo

A inovação tecnológica associada ao projeto de pesquisa se caracteriza pelo desenvolvimento do conhecimento associado à aplicação de ferramentas e métodos avançados para o monitoramento e a modelagem das bacias afluentes e do lago Paranoá, tais como o monitoramento intensivo das águas drenadas de áreas urbanas, aplicação de sensoriamento remoto no monitoramento de qualidade de água do Lago, modelagem das bacias afluentes a partir de modelos matemáticos acoplados com geoprocessamento, modelagem 1D, 2D e 3D hidrodinâmica e de qualidade de água do sistema lacustre. Além

do conhecimento para a aplicação de todas essas tecnologias, a inovação ocorrerá, também, com o desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema do Lago Paranoá (Bacia-Lago).

Contribuições e impactos socioambientais

Benefícios ao meio ambiente e à sociedade, por meio do controle dos impactos negativos e aumento dos impactos positivos.

Risco de impactos ambientais

Os resultados dessa pesquisa têm aplicação direta na qualidade de vida da sociedade brasileira pois atualmente as ações de fiscalização, manutenção e recuperação dos recursos hídricos são tomadas após situações alarmantes, tais como a recente crise hídrica, proliferação de cianobactérias e assoreamento, entre outros. Espera-se que ao final do projeto os dados auxiliem os órgãos gestores de recursos hídricos do DF no planejamento e mobilização das ações de resposta de cunho preventivo, mitigatório e preparatório.

Risco de impactos na segurança hídrica

A Caesb foi a responsável pela recuperação da qualidade da água do lago Paranoá nos anos 1990, um sistema hídrico com múltiplos usos que passou a servir de manancial para abastecimento humano em anos recentes. De 1999 até o presente o Lago apresentou, em diferentes momentos, eventos esporádicos de florescimento de cianobactérias evidenciando a fragilidade do Sistema frente às cargas difusas de poluição urbana. O Projeto de Pesquisa terá um papel fundamental no fortalecimento do conhecimento relacionado ao gerenciamento do Sistema Lago Paranoá, com vistas à manutenção da qualidade de água e com impacto direto na segurança hídrica do Distrito Federal.

Risco de impactos na qualidade de vida da comunidade

Os resultados dessa pesquisa têm aplicação direta na qualidade de vida da sociedade brasileira, pois atualmente as ações de fiscalização, manutenção e recuperação dos recursos hídricos são tomadas após situações alarmantes, tais como a recente crise hídrica, proliferação de cianobactérias e assoreamento, entre outros.

Contribuições e impactos econômicos

As contribuições do projeto têm impacto econômico em termos da CAESB, pois indicará a necessidade de medidas de controle e remediação necessárias para evitar problemas com a qualidade da água do lago e eventuais possibilidades de floração de cianobactérias. Além disso, o SAD norteará as cargas admissíveis para lançamento no lago, com implicações na implantação de novas áreas de expansão urbana, industrial ou agropecuária e medidas de saneamento associadas, como o nível de tratamento requerido para os efluentes ou necessidade de transposição de bacias.

RECURSOS FINANCEIROS (R\$)

Total Previsto (R\$)	Fontes	Origem dos Recursos Previstos (R\$)				
		Onerosos		Não Onerosos		
		Próprio	Financiamento	Programa PDI	Executora	Parceiros
997.212,90	Caesb e UnB			761.974,50	235.238,40	

Cronograma Financeiro Patrocinadora PDI- Previsto - Ano 1														
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													0,00
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.		283.080,00		5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	328.080,00
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													0,00
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													0,00
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													0,00
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													0,00
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													0,00
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													0,00
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
	Pagamento de Taxa Administração	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	9.071,04
Total PDI CAESB- Previsto		285.347,76			17.267,76			17.267,76			17.267,76			337.151,04

Cronograma Financeiro Patrocinadora PDI- Previsto - Ano 2														
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													0,00
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.		127.955,00		5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	172.955,00
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	60.000,00
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													0,00
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													0,00
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													0,00
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													0,00
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													0,00
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
	Pagamento de Taxa Administração	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	9.071,04
Total PDI CAESB- Previsto		145.222,76			32.267,76			32.267,76			32.267,76			242.026,04

Cronograma Financeiro Patrocinadora PDI- Previsto - Ano 3														
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													0,00
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.	82.325,00												82.325,00
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													0,00
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													0,00
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													0,00
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													0,00
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													0,00
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													0,00
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
	Pagamento de Taxa Administração	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	755,92	9.071,04
Total PDI CAESB- Previsto		84.592,76			2.267,76			2.267,76			2.267,76			91.396,04

Cronograma Financeiro Patrocinadora PDI- Previsto - Ano 4														
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													0,00
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.	82.330,00												82.330,00
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													0,00
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													0,00
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													0,00
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													0,00
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													0,00
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													0,00
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
	Pagamento de Taxa Administração	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	755,94	756,04	9.071,38
Total PDI CAESB- Previsto		84.597,82			2.267,82			2.267,82			2.267,92			91.401,38

		Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 1												
Atividade		Mês											Total R\$	
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Projetos														
1	Workshop de kickoff	5.161,60												5.161,60
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.		5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	56.777,60
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
Pagamento de Taxa Administração		15.484,80		15.484,80			15.484,80			15.484,80			61.939,20	
Total PDI CAESB- Previsto		30.969,60		30.969,60			30.969,60			30.969,60			123.878,40	

		Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 2												
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	5.161,60	61.939,20
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
	Pagamento de Taxa Administração													0,00
Total PDI CAESB- Previsto		15.484,80			15.484,80			15.484,80			15.484,80			61.939,20

		Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 3												
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													0,00
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.													0,00
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													55.680,00
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.													
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													0,00
	Pagamento de Taxa Administração													0,00
Total PDI CAESB- Previsto		13.920,00			13.920,00			13.920,00			13.920,00			55.680,00

		Cronograma Financeiro EXECUTORA Previsto - Ano 4												
Atividade		Mês												Total R\$
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Projetos														
1	Workshop de kickoff													0,00
2	Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)													0,00
3	Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.													0,00
4	Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.													
5	Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.													
6	Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.													
7	Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.													
8	Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.													
9	Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	4.640,00	55.680,00
10	Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.													
	Pagamento de Taxa Administração													0,00
Total PDI CAESB- Previsto		13.920,00			13.920,00			13.920,00			13.920,00			55.680,00

ANEXO I – BUSCA DE ANTERIORIDADE

Não foi realizada pesquisa no INPI/USPTO uma vez que o escopo do projeto não visa ao desenvolvimento de softwares ou produtos tangíveis específicos, e sim o desenvolvimento de uma metodologia e sistema de suporte à decisão que integre as informações de diferentes origens dentro de um arcabouço de ferramentas já desenvolvidas, como software de uso livre e softwares comerciais cujas licenças serão adquiridas. Os softwares de código aberto, como SWAT e SWMM poderão ter partes desenvolvidas para incluir necessidades específicas do projeto, mas são pequenas alterações.

As bases utilizadas foram Scholar Google, Scielo, Scopus, Research Gate, MDPI e anais dos grandes congressos/simpósios brasileiros da área, principalmente os vinculados à ABRHidro e ABES. Há um número enorme de trabalhos publicados no assunto e diversos relacionados ao lago Paranoá. Os trabalhos publicados formam um grande mosaico que dão a sustentação ao trabalho que se pretende realizar. A estrutura do tipo de pesquisa e as ferramentas que serão utilizadas não são novas, mas a aplicação da proposta metodológica e ferramentas são particulares a cada situação específica e isso ainda não foi desenvolvido para o lago Paranoá, apesar de haver inúmeros estudos sobre a bacia, a qualidade da água dos afluentes ou a qualidade e ecossistemas do lago Paranoá. Inclusive já foram realizados inúmeros trabalhos de aplicação de modelagem do lago em 1D e 2D, mas sempre com alcance limitado a aspectos específicos. No entanto, não encontramos e não temos conhecimento de trabalho similar ao proposto para o Lago Paranoá.

Por se tratar de assunto de pesquisa do grupo, as buscas de publicações relacionadas ao assunto são regularmente realizadas.

Código*	Título	Ano	Empresa Periódico*
DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v18-140500	Varição temporal da descarga sólida em suspensão e identificação de minerais a partir de aperfeiçoamento de método de amostragem automática no Córrego Riacho Fundo, Brasília/DF	2018	<i>Geologia USP</i>
doi:10.3390/hydrology7040085	Mathematical Modeling of Watersheds as a Subsidy for Reservoir Water Balance Determination: The Case of Paranoá Lake, Federal District, Brazil.	2020	<i>Hydrology MDPI</i>
doi:10.4136/ambi-agua.2713	A modelling approach to simulate Chlorophyta and Cyanobacteria biomasses based on historical data of a Brazilian urban reservoir.	2021	<i>Ambiente & Água</i>
DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11458	Modelagem hidrológica e hidráulica usando o SWMM - Storm Water Management Model na bacia urbana do Riacho Fundo I - Distrito Federal.	2021	<i>Research, Society and Development</i>

Pesquisas Correlatas

2016-2021- Modelagem de mananciais metropolitanos estratégicos como insumo para a Gestão de Água e território face a mudanças climáticas. Descrição: Edital-19-2015- Mudanças Climáticas-e-Recursos-Hídricos-ANA/CAPES. Coord.: Prof. Sergio Koide.

2016-2020 - Estudos para previsão do comportamento de mananciais metropolitanos estratégicos como insumo para a gestão de água e território face às alterações climáticas e à expansão da ocupação urbana. Fundação de Apoio à Pesquisa do DF. Coord.: Prof. Sergio Koide.

2017-2020 - Estudo Multidisciplinar do Estado Físico do Lago Paranoá: Topo-batimetria, Qualidade dos Sedimentos e Balanço Hídrico. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Coord.: Prof. Henrique Roig.

ANEXO II – DESCRIÇÃO DAS ETAPAS E ENTREGAS

Etapa 1 – Workshop de kickoff

Descrição: Realização de workshop de kickoff na sede da CAESB para a apresentação da equipe de pesquisadores do Projeto, apresentação de todo o Projeto de Pesquisa, de todas as etapas, com a inclusão de momentos para a integração entre a equipe com o corpo técnico da CAESB para fins identificação dos pontos focais de cada área temática e da dinamização dos trabalhos durante o desenvolvimento do Projeto.

Produtos esperados: Workshop realizado

Etapa 2 – Levantamento e atualização das bases de dados da UnB sobre o Sistema Lago Paranoá (Bacia+Lago)

Descrição: Realização do levantamento de dados secundários, meteorológicos, hidrológicos e limnológicos, referentes às bacias afluentes e ao lago Paranoá. Os dados servirão para a atualização (período mais recente) das bases de dados da UnB sobre os sistemas estudados.

Ao final da Etapa, todos os dados monitorados ao longo do tempo estarão disponíveis para a equipe do Projeto de Pesquisa.

Produtos esperados: Base de dados contendo o conjunto de dados históricos monitorados relacionados ao Sistema Lago Paranoá.

Etapa 3 – Desenvolvimento de métodos e técnicas para o aprimoramento do monitoramento hidrológico, de sedimentos e de qualidade de água em rios das bacias afluentes e no lago Paranoá.

Descrição: Esta etapa abrangerá todo o monitoramento de campo a ser realizado. Produção de dados primários pelo monitoramento da área de estudo quanto a velocidade e direção do vento, radiação solar global e líquida, umidade e temperatura do ar, precipitação, velocidade e direção do vento, temperatura na coluna d'água e nos sedimentos do lago, permitindo a identificação de padrões e comportamentos sazonais e anuais e a relação entre forçantes, a estratificação térmica e a qualidade da água. Analisar a concentração de clofófila "a" ao longo da série histórica de imagens Landsat e Sentinel.

Produtos esperados: Base de dados contendo o conjunto de dados primários monitorados relacionados ao Sistema Lago Paranoá.

Etapa 4 – Levantamento e análise dos dados monitorados na Estação de Monitoramento Automático da CAESB e análise das perspectivas para o aprimoramento do Sistema.

Descrição: Análise da situação da ilha flutuante de monitoramento automático da Caesb, de todos os dados gerados desde o início da operação. Análise das perspectivas de utilização dos dados. Análise comparativa dos dados da estação com os dados obtidos pela UnB nas estações verticais de monitoramento automatizado na Ponte JK e na Ponte das Garças.

Produtos esperados: Análise dos dados acumulados monitorados pela estação e otimização do uso do monitoramento para o aprimoramento do conhecimento relacionado ao lago Paranoá.

Etapa 5 – Aquisição e processamento de dados obtidos por Sensoriamento Remoto para análise da qualidade da água do lago Paranoá.

Descrição: Planejamento das atividades de campo. Aquisição das imagens orbitais e aerotransportadas. Processamento dos dados e consolidação da base de dados. Geração dos modelos de estimativa de parâmetros de qualidade da água local e regional. Elaboração do sistema de monitoramento de COAs. Elaboração e submissão de publicações.

Produtos esperados: Determinação das limitações do conjunto RPA-Sensor (multi e hiperespectral) para a caracterização da melhor relação resolução espacial/radiométrica X razão sinal-ruído na caracterização das propriedades opticamente ativas das águas. Aprimoramento do processamento dos dados orbitais e RPA para monitoramento de corpos aquáticos.

Desenvolvimento metodológico de técnicas para a estimativa automática de métricas dos reservatórios. Adaptação e desenvolvimento de uma metodologia para uso dos RPA e sensores multi e hiperespectrais na caracterização e monitoramento dos componentes opticamente ativos.

Avaliação da variabilidade bio-óptica e espacial dos componentes opticamente ativos das águas dos reservatórios analisados. Construção de modelos empíricos/Semi-empíricos robustos para o mapeamento de COAs e monitoramento do nível d'água dos reservatórios.

Etapa 6 – Modelagem hidrológica para a simulação das bacias afluentes ao lago Paranoá e construção de cenários de mudanças e oscilações climáticas e de diferentes formas de uso e ocupação da terra.

Descrição: A aplicação e calibração de modelos hidrológicos estarão voltadas para o levantamento das vazões e das cargas de poluentes afluentes ao lago Paranoá. A partir de dados físicos obtidos por levantamento pedológico e por publicações científicas referentes à bacia do lago Paranoá, serão realizadas as parametrizações dos modelos. Com base no levantamento de dados históricos relacionados ao monitoramento hidrológico e de qualidade de água por órgãos ambientais e de saneamento do Distrito Federal será possível realizar a calibração e verificação dos modelos para cada uma das bacias afluentes ao lago e expandir a geração de dados para as bacias de drenagem direta, áreas não monitoradas. Após essas etapas serem completadas, espera-se simular cenários futuros referentes à qualidade da água afluente ao Lago. A equipe do Projeto de Pesquisa tem vasta experiência na aplicação do modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT) e do modelo Storm Water Management Tool (SWMM), amplamente utilizados na atualidade no Brasil e no Mundo. Mas além desse modelo, outras ferramentas poderão ser testadas durante o desenvolvimento do Projeto.

Produtos esperados: Modelos calibrados para vazões e qualidade de água de todas as bacias afluentes ao Lago. Cenários futuros elaborados relacionados aos impactos de mudanças no aporte de cargas e mudanças climáticas.

Etapa 7 – Modelagem hidrodinâmica e ecológica para a predição do comportamento da temperatura e da qualidade da água.

Descrição: A aplicação de modelo hidrodinâmico será realizada a fim de que a dinâmica vertical e horizontal do lago Paranoá, em toda a sua extensão, seja conhecida. Com base nos dados gerados pelo monitoramento limnológico e, também, com os resultados obtidos pela aplicação de modelo hidrodinâmico, serão aplicados modelos ecológicos para sistemas lacustres a fim de

simular, com maior acurácia, a dinâmica das populações do fitoplâncton. Após o ajuste dos modelos hidrodinâmico e ecológico, espera-se simular cenários futuros referentes à qualidade da água do reservatório. A equipe do Projeto de Pesquisa tem experiência na aplicação dos modelos hidrodinâmicos CEQUAL - W2, Delft3D e experiência, também, na aplicação do modelo ecológico de ambientes aquáticos, General Lake Model – GLM, e na aplicação de algoritmos genéticos para previsões de qualidade de água em curtos períodos de tempo. Além desses modelos, pretende-se testar, também, o modelo hidrodinâmico MIKE3. Ressalta-se que outras ferramentas também poderão ser testadas durante o desenvolvimento do Projeto.

Produtos esperados: Modelos hidrodinâmicos e de qualidade de água calibrados para o lago Paranoá. Cenários futuros (curto, médio e longo prazos) elaborados relacionados aos impactos de mudanças no aporte de cargas e mudanças climáticas.

Etapa 8 – Acoplamento dos enfoques de modelagem (Bacia+Lago), construção de cenários, e desenvolvimento do Sistema de Apoio à Decisão para o gerenciamento do Sistema Lago Paranoá.

Descrição: Desenvolvimento de algoritmo para o acoplamento dos modelos aplicados para a simulação das bacias afluentes com modelo hidrodinâmico e de qualidade de água para a simulação do lago Paranoá.

Produtos esperados: Sistema acoplado para a simulação das bacias afluentes e cenarização dos impactos provenientes das alterações na paisagem na qualidade de água do lago Paranoá ao longo de toda a sua extensão.

Etapa 9 – Análise de todos os resultados alcançados e preparação dos relatórios de encerramento do Projeto.

Descrição: Análise de todos os resultados parciais obtidos em cada área do Projeto, análise dos resultados gerais obtidos e avanços alcançados. Elaboração do Relatório Final do Projeto.

Realização de um “Evento de Encerramento” do Projeto na Caesb com a apresentação dos resultados e discussão com a equipe da Companhia.

Produtos esperados: Relatórios elaborados e evento de encerramento realizado.

Etapa 10 – Elaboração da prestação de contas final e desmobilização de equipamentos, infraestrutura e descarte final.

Descrição: Análise e união de todos os relatórios intermediários de prestação de contas e elaboração do relatório final. Desmobilização de pessoal e desocupação de salas utilizadas pela equipe do Projeto. Desmonte de estruturas e instalações de campo. Devolução dos equipamentos adquiridos e utilizados no Projeto para a Caesb. Descarte final adequado de todos os resíduos gerados no campo e nas análises laboratoriais.

Produtos esperados: Prestação de contas finalizada e entregue. Equipe desmobilizada, infraestrutura de campo, laboratório e salas da Universidade liberadas e equipamentos entregues a Caesb Resíduos gerados descartados adequadamente. Trabalhos relacionados ao Projeto encerrados.

Termo de Compromisso

Eu, Fuad Moura Guimarães Braga, Coordenador-Geral do Programa PDI – Adasa, me comprometo a:

1. Zelar cuidadosamente pela economicidade dos projetos, de modo a garantir que os gastos sejam apenas os estritamente necessários para a obtenção dos resultados esperados;
2. Zelar pela fiel execução dos prazos previstos nos cronogramas;
3. Responder às demandas de fiscalização e diligências da Adasa, no prazo solicitado;

Fuad Moura Guimarães Braga

838.607.113-34

Projeto 3: PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE COMUNICAÇÃO EM MALHA(MESH) BASEADO NOS PADRÕES GLOBAIS WI-SUN 1.X PARA MICROMEDIÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS TÉCNICAS OU COMERCIAIS

Responsável Técnico: Luciano Carstens

Cargo: Gerente de Área

Titulação: Doutorado

E-mail:
luciano.carstens@lactec.org.br

Tel: (41) 99252-3334

Viagem e Diária
Sim (X) Não ()

Nº Viagem: 17 (R\$25.500,00)
Nº Diária: 51 (R\$22.389,00)

Contextualização, justificativa e informações relevantes

Mensalmente a empresa de distribuição de água deve gerar as faturas para receber a remuneração justa pelo serviço prestado. Ocorre que, como o consumo é variável, se faz necessária a medição periódica (normalmente mensal) do valor realmente consumido em cada ponto de entrega.

Atualmente é utilizada a figura do leiturista, que deve se deslocar periodicamente até o ponto de entrega e registrar o valor consumido. Adicionalmente, outro serviço necessário é o chamado corte/religamento no ponto de entrega, seja por solicitação do próprio cliente ou por problema de inadimplência comercial.

Sabe-se também que o índice de perdas técnicas (vazamentos) e comerciais (furtos, gatos, etc.) contribuem para a perda de faturamento. Portanto, a busca de uma solução para automatização do processo de medição pode se traduzir em melhor eficiência operacional para a empresa, a partir da determinação de padrões de consumo e de outras variáveis de interesse.

As empresas de distribuição de energia elétrica são as que primeiramente estão passando por um processo de evolução tecnológica por meio da substituição dos medidores de energia elétrica convencionais, por medidores inteligentes com eletrônica embarcada e conectividade através de redes sem fio, viabilizando a tele medição, processo este conhecido como “smart grid” ou redes Inteligentes.

Porém, diferentemente dos medidores de consumo de energia elétrica, que logicamente já contam com a facilidade da energização para seu funcionamento no ponto de entrega, próximo do medidor de consumo de água nem sempre haverá a energia elétrica disponível para funcionamento do medidor de água eletrônico.

Neste trabalho de pesquisa e desenvolvimento, pretende-se abordar não somente o problema da conectividade sem fio mais eficiente, mas também o problema da energização dos medidores visando sua sustentabilidade energética e como manter a funcionalidade da tele medição de água com comunicação sem fio de forma segura, econômica, ininterrupta e confiável.

O projeto irá gerar uma aplicação pioneira (em nível nacional e internacional) do recém especificado protocolo Wi-SUN 1.x, viabilizando a implementação de rede mesh, aderente à internet de baixa energia (6LowPAN) para medição de consumo de água de forma distribuída.

Adicionalmente o possível compartilhamento da infraestrutura física de comunicação com as prestadoras de serviço de energia elétrica, que também vem adotando o protocolo Wi-SUN, nos seus sistemas de Smart Grid, permitirá a redução de custos de implantação e manutenção.

Outro fator inovador a ser obtido no projeto é uma lista de possíveis novas aplicações, com suas respectivas necessidades de banda de comunicação, que poderão ser utilizadas sobre essa mesma rede mesh compartilhada sem que ocorra degradação dos atuais serviços em execução sobre a rede, com isto aumentando valor sem aumentar custo.

Pergunta de Pesquisa: o problema do estudo deve ser uma especificação do tema da pesquisa, devendo ser bem definido e apresentado na forma interrogativa. A pergunta deve ser específica, clara, explícita e operacional, com o objetivo de se chegar, ao final do estudo, a uma resposta.

O protocolo de comunicação Wi-SUN 1.X pode ser uma alternativa viável na implantação de sistemas de tele medição sem fio do consumo de água, de forma segura, econômica e confiável?

Objetivos e Metas: a pesquisa no setor de saneamento deve ter metas bem definidas e resultados previstos, por ser diferente da pesquisa acadêmica pura, que se caracteriza pela liberdade de investigação.

Objetivo geral:

Desenvolver solução de baixo custo para o processo de medição do consumo de água nos pontos de entrega aos consumidores, de forma automatizada.

Objetivos Específicos:

- (1) Pesquisar, definir, especificar, desenvolver, implementar, prototipar e validar em laboratório e campo topologia de redes de comunicação com elevada permeabilidade, confiabilidade, segurança e economicidade que permita a viabilização de um sistema para tele medição, tele supervisão e tele comandos da rede de distribuição de água, buscando melhorar a eficiência operacional da empresa e prestar um serviço de melhor qualidade aos seus consumidores.
- (2) Comparar e confrontar a tecnologia Wi-SUN 1.x em termos de requisitos, custo, aplicabilidade, segurança, cobertura, expansibilidade, etc com as topologias de rede tradicionais que utilizam topologia estrela, entre as quais: LoraWAN, NB-IoT, Cat-M, etc.
- (3) Desenvolver um sistema web responsivo para que os clientes acessem seus dados de consumo que serão disponibilizados em intervalos definidos e também para a concessionária visualizar os valores das medições realizadas.

Metas/Etapas:

No	Descrição da meta	Entregável
1	Definição de requisitos e arquitetura do sistema	Documento de requisitos do sistema e detalhamento da arquitetura do sistema de comunicação.
2	Desenvolvimento de hardware / firmware e sistema web	Protótipo de telas do sistema web. e projeto de módulos de rádio com firmware embarcado.
3	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web	Protótipo de rede <i>mesh</i> laboratorial incluindo todos os elementos de rede necessários para validar o conceito de tele medição do consumo de água e acesso remoto a estes dados.
4	Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e Desenvolvimento do sistema web	Liberação da versão de software do sistema web validada e o projeto piloto funcional de rede de comunicação sem fio, com todas as correções e aperfeiçoamentos identificados e corrigidos no

		protótipo laboratorial, que permitam prosseguir para a etapa seguinte de instalação e validação em campo.
5	Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais	Versão final do sistema web, relatórios finais de desempenho da rede <i>mesh</i> com dados obtidos do projeto piloto instalado em campo.
6	Produção de relatório final e transferência de conhecimento	Relatório final do trabalho de pesquisa, workshops de treinamento e transferência de conhecimento.

Metodologia:

A metodologia empregada nesta pesquisa consiste na execução dos seguintes passos, os quais estão diretamente relacionados às etapas da pesquisa:

- 1) Analisar a questão de pesquisa, efetuar a definição dos requisitos e modelar a arquitetura do sistema.
Os requisitos da rede de comunicação de elevada capilaridade e abrangência serão elencados visando gerar uma arquitetura de sistema adequada à aplicação de tele medição de consumo de água.
O documento de requisitos define as necessidades do usuário, contém os requisitos funcionais e não funcionais. Esse documento é elaborado considerando as informações levantadas durante a execução da etapa, como o mapeamento da Jornada do Usuário e o documento de Arquitetura da Informação.
- 2) Desenvolver o hardware, o firmware e o sistema web (especificação).
Será utilizada metodologia de desenvolvimento de hardware que envolve o projeto de circuitos impressos, a aquisição de componentes eletrônicos, a montagem de protótipos e o ensaio em laboratório.
O desenvolvimento do firmware será baseado nas ferramentas de compilação e debug para protocolo Wi-SUN disponibilizadas gratuitamente pelos fabricantes de circuitos integrados de rádio *mesh*.
Para o sistema web serão especificadas as telas que farão parte do sistema, bem como o protótipo navegável de telas, contendo o fluxo de interação entre as funções, bem como será utilizada a metodologia Scrum.
Serão adotadas entregas incrementais e *sprints* de períodos curtos de desenvolvimento, o que permitirá realizar ajustes nos objetivos com facilidade, a cada nova *sprint*. Esta metodologia é bastante utilizada para guiar o desenvolvimento de sistemas onde é difícil de se prever todas as funcionalidades desejadas de antemão.
- 3) Prototipação de rede de comunicação em laboratório e desenvolvimento do sistema Web (codificação).
Nesta etapa serão implementados todos os elementos de rede necessários para a validação da rede *mesh* com protocolo Wi-SUN 1.x. Esta rede utilizará modelos de medidores de consumo de água equipados com transdutores de sinais para captura dos dados de consumo.
Nesta etapa será codificado o sistema web, seguindo as especificações elaboradas na etapa anterior.
- 4) Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e desenvolvimento do sistema web (testes e correções).

Nesta etapa serão efetuados testes no sistema completo em ambiente controlado, permitindo que sejam realizados aperfeiçoamentos e correções necessárias, tanto a nível de hardware quanto de firmware e software, incluindo mecanismos de proteção, que permitam a posterior montagem e instalação do piloto para testes e ensaios em condições reais de campo, em local a ser definido pela CAESB.

O principal objetivo dos testes é controlar e garantir a qualidade do produto de software, que é a conformidade aos requerimentos, melhoria contínua, adequação ao uso. Para isso, a principal atividade dos testes é verificar se o produto de software está fazendo o que deveria fazer, de acordo com seus requisitos, com a intenção de encontrar defeitos que devem ser corrigidos pelo desenvolvedor.

5) Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais.

Esta etapa envolverá a equipe de implantação, juntamente com a equipe de desenvolvimento, realizando o checklist para a implantação em campo.

Na sequência, será realizada a implantação em um ambiente virtual (o mais próximo possível ao ambiente) buscando identificar possíveis problemas, e a atualização do checklist da implantação. Quando possível, o processo será realizado em módulos, mitigando possíveis impactos que seriam maiores caso o sistema inteiro fosse implantado de uma só vez.

Os protótipos serão instalados em campo, em local a ser definido pela CAESB, e deverão ficar operando por um período mínimo de 3 meses, para que possam ser adquiridos dados reais de consumo dos usuários participantes do projeto piloto. Deverão ser utilizados métodos redundantes de medição do consumo para comparação da efetividade deste novo método de medição.

6) Produção de relatório final e transferência de conhecimento.

Finalização da documentação do projeto e entrega do relatório final. A transferência de conhecimento gerada neste projeto será continuamente transferida aos participantes do Lactec e da CAESB durante a execução do projeto de pesquisa. Entretanto, está prevista a transferência do conhecimento gerado por meio de workshops de divulgação e treinamento.

Demais Considerações:

VIAGENS E DIÁRIAS: Como a equipe da executora Lactec é sediada em Curitiba/PR, se faz necessária despesas de deslocamento entre as instalações na entidade EXECUTORA (LACTEC) e as instalações na CAESB (Brasília) onde serão instalados os medidores e todo o sistema de telecomunicações sem fio para validar os resultados da pesquisa. Foram estimadas até 17 viagens de deslocamento de equipes ao longo de toda a execução do projeto para que os integrantes possam interagir com a equipe proponente (CAESB) e efetuar a instalação, validação, testes, modificações e adaptações necessárias e remoção dos protótipos em campo. Foram, portanto, previstas em média, 3 viagens em cada etapa. Uma no início dos trabalhos, uma de acompanhamento e outra de finalização.

Benefícios Esperados: devem ser demonstrados separadamente, para os usuários e para a Concessionária, destacando para cada projeto, os impactos relevantes.

Para a Caesb

Inicialmente sua aplicabilidade será na área de concessão da Caesb, considerando o número de medidores estipulado para o projeto piloto, com a possibilidade para abranger os demais consumidores da concessionária que poderão ser beneficiados com a solução. Com a aplicação do projeto estima-se benefícios, como redução de homem hora, redução no tempo de coleta de

dados, redução dos erros de leitura, resultando na redução de erros de medição, e redução nos custos operacionais a partir da identificação de padrões de consumo e outras variáveis de interesse, tais como, consumo mínimo noturno e os coeficientes de maior dia e maior hora de consumo.

Setor de Saneamento

Com a evolução tecnológica e conseqüente redução nos custos dos medidores, outras empresas poderão fazer uso da tecnologia desenvolvida. Portanto, este projeto tem potencial de ser comercializado, com aplicabilidade nacional e internacional, contemplando até o limite dos clientes nos quais a medição é obrigatória, bem como aqueles que se pretende controlar o consumo de maneira mais efetiva.

Para Sociedade e Meio Ambiente:

Permite adotar medidas que gerenciem e delimitem o consumo, trazendo benefícios econômicos diretos aos usuários, admitindo que eles tenham mais controle sobre seus gastos e desperdícios, identificando oportunidades de economia.

Haverá oportunidade de prestação de serviço de melhor qualidade, aumentando a segurança e a confiabilidade das medições, além de a futura integração de outros sensores e devices de *IoT*, favorecendo a criação do conceito de cidade inteligente, que melhor administra seu público em benefício de toda a comunidade. Espera-se favorecer a sociedade com serviços mais eficientes e conseqüente redução de gastos para sua prestação.

Âmbito de aplicação do produto principal do projeto

Neste projeto será concebida, desenvolvida e validada uma rede *mesh* que viabilize a função de tele medição de consumo de água de forma abrangente e segura. Inicialmente será desenvolvida uma rede *mesh* com protótipos testes e validação em laboratório. Após aprovação, será montada uma rede *mesh* funcional para validação em campo em local a ser definido pela CAESB, podendo ser estendida futuramente para demais áreas/clientes da CAESB.

Potencial de aplicação do projeto principal

A solução disponibilizada poderá ser aplicada para outros sistemas/dispositivos da CAESB, utilizando o mesmo conceito de telemetria/telecomando sem fio, englobando monitoramento de estações de bombeamento água, macromedidores, reservatórios de distribuição, monitores de pressão, etc. Potenciais funções em que a tecnologia poderá ser aplicada futuramente, além da medição do consumo de água, corte e religamento de fornecimento:

- Aplicação de tarifas por horário, se regulamentação vier a existir;
- Demanda programada conforme a disponibilidade;
- Controle das demandas, considerando horários de pico;
- Integração com outros sistemas da concessionária, como faturamento, supervisão e modelagem hidráulica;
- Integração com sistemas externos, como energia, coleta de resíduos, meio ambiente, entre outros.

Contribuições e Impactos Tecnológicos

A execução deste projeto de PDI irá gerar uma nova metodologia de tele medição de consumo de água que necessitará de um produto inovador composto por medidor de consumo de água equipado com rede *mesh* compatível com o protocolo Wi-SUN 1.x de baixo consumo. Adicionalmente, haverá estudo em nível de rede dados para prever a possível integração com os sistemas de medição legados, permitindo a futura implantação de forma gradual, respeitando planejamento físico orçamentário, e definindo áreas prioritárias para implantação ao término do processo de pesquisa e desenvolvimento.

Também haverá inovação tecnológica de processo, com a mudança no processo de obtenção dos dados de consumo de água. Criando uma metodologia de aferição do consumo real e viabilizando novas formas de relacionamento com os clientes, principalmente se vier a ser adotada a possibilidade do tele corte e do tele religamento nos pontos de entrega do produto. Não será mais necessário o deslocamento físico de leiturista para registrar o consumo de forma periódica. Haverá aumento da eficiência no processo de registro de dados de consumo e com isto a diminuição de erros em registros e faturas. Para isso, deverá ser necessária a troca do parque de medidores de consumo de água, que poderá ser gradual, levando em consideração o volume e o tempo de retorno de investimentos. Poderá ser dada prioridade para região onde ocorre maior inadimplência ou que apresente maiores dificuldades para realizar as aferições de forma presencial.

Contribuições e impactos socioambientais

A água é um insumo valioso e escasso, e perdas nos sistemas de distribuição podem diminuir a oferta desse recurso. Por isso, é fundamental gerenciar de forma eficaz a quantidade de água distribuída e a quantidade efetivamente consumida, por meio da medição precisa e eficiente. Como o objetivo deste projeto é fornecer um sistema que aumente a precisão da medição do consumo de água, isso permitirá a detecção de perdas e a melhoria do fornecimento do insumo à população.

Como ponto negativo, a implementação da tele medição em toda a área de concessão pode exigir a substituição dos medidores, demandando investimentos iniciais. Alternativamente, esta evolução pode ser feita sem a troca dos medidores atuais, porém, realizando um processo de retrofit no qual é inserido um pequeno dispositivo contador de pulsos. Com isso, o investimento pode ser gradual e causar menos impacto econômico para a empresa e para os consumidores. Independentemente da opção escolhida, um sistema de tele medição trará benefícios de longo prazo para a população e para as empresas de distribuição de água, uma vez que a precisão na medição proporciona mais transparência e tarifas mais justas.

Riscos inerentes a pesquisa

Existem riscos relacionados a comunicação, dos dados de leitura dos medidores de água não chegarem ao servidor de coleta de dados. O projeto visa implementar uma série de ações visando mitigar esse risco. Além disso, os equipamentos possuirão leitura local disponível para coleta das informações necessárias. Os itens abaixo detalham as possibilidades identificadas de falha de comunicação:

Risco de falha de comunicação devido à ambiente ruidos e/ou com interferência: apesar do Wi-SUN ser um protocolo de comunicação desenvolvido para funcionamento em ambientes ruidosos e com interferência, há uma possibilidade, ainda que baixa, de que pontos de medição de água estejam localizados em área de sombra de sinal. Para esses casos é possível incluir ou reposicionar repetidores. Além disso, pode ser utilizado Gateway com múltiplos protocolos como por exemplo LoRa e Wi-SUN, dando possibilidade da escolha do melhor meio de comunicação para determinada localização.

Perda de pacotes: como o protocolo Wi-SUN trabalha com múltiplas frequências, é possível que haja perda de alguns pacotes, porém a probabilidade que esse pacote chegue ao seu destino com repetições é alta. No desenvolvimento do módulo de comunicação, será considerado mecanismo para reenvio de informações.

Outras falhas na comunicação: outros fatores, como por exemplo falta de bateria ou vandalismo podem ocasionar a falta de comunicação. O sistema desenvolvido prevê o envio de informações periódicas contendo tensão na bateria, que poderá gerar um alarme identificando necessidade de troca de bateria ou ainda indicar uma falha de comunicação superior a um período pré-determinado que irá alertar para uma necessidade de intervenção em campo.

Risco de impactos ambientais

Um dos impactos ambientais negativos na adoção de medidores com eletrônica embarcada é a necessidade da energia elétrica para seu funcionamento. Em determinadas situações, a própria energia elétrica do cliente pode vir a ser utilizada. Entretanto, é importante garantir a energização dos circuitos eletrônicos de medição de forma independente e segura. Além da alternativa das baterias com tecnologias atuais (que após a sua vida útil exigem descarte adequado), nesses medidores, poderiam estar previstos também novos meios de captura e armazenamento de energia, buscando minimizar o impacto ambiental na geração de resíduos. Tanto os atuais medidores quanto os novos medidores sofrem obsolescência. Conforme as características de construção dos medidores, alguns modelos são passíveis de manutenção de partes e peças. Por outro lado, se os medidores não permitirem manutenção, podem gerar passivo ambiental se não tiverem a destinação correta após o término de sua vida útil.

Risco de impactos na segurança hídrica

Com a telemetria é possível adotar medidas mais eficientes para a gestão de recursos, melhoria da qualidade de vida da população e redução de impactos ambientais. Um dos principais benefícios da tele medição é a possibilidade de monitorar recursos escassos - como a água - em tempo real. Assim, pode-se adotar medidas que delimitem o consumo, trazendo benefícios econômicos diretos aos usuários, permitindo que eles tenham mais controle sobre seus gastos e identifiquem oportunidades de economizar. Além disso, a telemetria permite oferecer um serviço de melhor qualidade, aumentando a segurança e a confiabilidade das medições.

Risco de impactos na qualidade de vida da comunidade

Entre os impactos positivos, tem-se a transformação do modelo de contratação da medição do consumo, que permitirá novas possibilidades de relacionamento comercial e de comunicação com os clientes. É esperada uma transformação da relação entre usuário e concessionária em termos de uma medição mais precisa e conseqüentemente uma fatura mais justa.

Pelo processo atual de medição, as leituras são registradas manualmente por um leiturista e esse registro recebe então os tratamentos técnicos e comerciais até gerarem a fatura correspondente. No caso da telemedição, os registros em meio eletrônico são transmitidos através de rede sem fio até a empresa fornecedora, e prossegue para as áreas técnica e comercial para geração da fatura. Posto que os dados podem ser criptografados desde o ponto de medida, garantindo a integridade e a segurança dos dados até a geração da fatura.

Em relação aos pontos negativos, há de se considerar que toda mudança provoca estresse. Neste sentido, pode haver uma resistência inicial à tecnologia por parte de alguns consumidores que estão acostumados com métodos tradicionais de medição. Para resolver tal impasse, campanhas educativas e informativas poderiam ser veiculadas visando a apresentar aspectos positivos desta solução, como detecção precoce de possíveis vazamentos internos à rede do cliente e minimização nos erros de leitura, por exemplo.

Poderão surgir também reclamações por parte de clientes que anteriormente possuíam medidores mecânicos, os quais, devido ao desgaste, registravam valores de consumo inferiores aos efetivamente fornecidos. No caso da troca do medidor, independente se for por telemedição, provavelmente este novo medidor registrará valores maiores e faturas maiores (porém absolutamente corretos), se comparados aos que eram registrados pelo medidor antigo, provocando reclamações por parte dos clientes.

Além disso, é esperada uma redução na necessidade da interação humana, levando alguns funcionários a uma realocação de cargo. Assim, é crucial que haja um programa de treinamento

para trabalhadores afetados pela tecnologia e o envolvimento da comunidade na adoção de novas tecnologias. Nesse sentido, a transparência e o diálogo aberto com a comunidade são essenciais para garantir que a telemetria seja implementada de maneira responsável e que os impactos negativos na qualidade de vida da comunidade sejam minimizados.

Contribuições e impactos econômicos

O projeto possibilita economia em relação a:

- relação entre o aumento da produtividade e a redução dos custos operacionais;
- melhoria da qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- melhoria da gestão de ativos;
- redução de perdas de água.

Tal solução permite a otimização de processos e melhorias na eficiência das empresas de saneamento, por meio da diminuição na alocação de recursos humanos para as atividades de medição de consumo e serviços como corte e religamento, interferindo positivamente nas finanças das concessionárias. Como a tele medição ajuda a identificar problemas rapidamente e reduzir as perdas de água, são geradas economias significativas nos custos operacionais. Além disso, a gestão de ativos também passa por melhorias, uma vez que há maior controle em tempo real de cada ponto de entrega aos consumidores, e se pode verificar o funcionamento dos equipamentos de medição. Com isso, a qualidade na prestação dos serviços de abastecimento de água e esgoto sanitário aumenta, visto que a segurança, confiabilidade e comodidade de seus clientes se ampliam. Nesse cenário, é esperada uma possível diminuição no custeio e possibilidade de redução na tarifa cobrada.

Viabilidade Econômica

Para o cálculo da viabilidade econômica, quando da aplicação das possíveis tecnologias de tele medição a serem avaliadas no projeto, foi utilizado o universo de aproximadamente 1 milhão de unidades consumidoras do Distrito Federal que são atendidas pela CAESB.

Segundo pesquisa do Serasa¹, a inadimplência no pagamento das faturas de serviços públicos no Brasil é de cerca de 23,2%, portanto, o número de unidades consumidoras passíveis da execução do serviço de corte/religamento gira em torno de 232 mil. Com isso, foi feita uma estimativa baseada em outras companhias de saneamento (Sabesp, Sanepar, Casan e Cedae) para encontrar o custo médio da execução do serviço de corte/religação de água, sendo obtido o valor de R\$ 100,00. Assim, o resultado da despesa de corte/religamento pode atingir o valor de R\$ 23,2 milhões, valor que pode ser reduzido com a incorporação da funcionalidade de corte e religamento remoto nos medidores.

Por outro lado, a função de leitura do consumo, realizada atualmente pelo método tradicional com o leitorista é estimado em R\$ 4,00 por consumidor por mês, conforme dados da Sanepar. Desta forma, o custo total com leituras é por volta de R\$ 4 milhões por mês e R\$ 48 milhões por ano, considerando-se o número de consumidores anteriormente indicado. Ainda, cabe destacar que existe o custo aproximado de R\$ 2,50 (fonte: Sanepar), por consumidor, para a emissão/envio da fatura, contudo este dado não está sendo considerado nesse estudo visto que não haverá alteração neste serviço.

Outro aspecto a ser considerado é quanto a diminuição no índice de perdas no faturamento IN013, que busca avaliar, em termos percentuais, o nível da água não faturada do sistema de abastecimento, apresentando uma visão sobre o que a empresa está produzindo e não

consegue faturar. Ou seja, são aquelas que chegam até o consumidor, mas não são cobradas adequadamente devido a fraudes, ligações clandestinas, falhas nas leituras, etc. Estas perdas são denominadas aparentes e recaem sobre o faturamento da empresa de saneamento. Sendo assim, aumentando o volume faturado, também aumentarão as receitas da concessionária. Como referência, segundo o SNIS, esse indicador médio foi de 38,64% e 30,09% no país e em Brasília, respectivamente, no ano de 2020, valores muito acima da média de países desenvolvidos, que é de aproximadamente 15%.

Desta forma, para verificar a viabilidade econômica, pode-se imaginar um cenário onde esse 1 milhão de unidades consumidoras gastam em média R\$ 50 reais mensais em sua fatura de água. Com isso, o faturamento da concessionária seria de R\$ 50 milhões mensais e R\$ 600 milhões anuais. No entanto, esse valor anual de faturamento representa apenas 70% de toda água que deveria ser faturada, pois ocorrem as perdas aparentes mencionadas anteriormente. Assim, com a utilização de medidores mais modernos ou mesmo de inteligência sobre os dados de medição obtidos por meio do novo sistema de medição, pode-se diminuir esse percentual de perdas de 30% para 15%, o que proporcionaria um aumento de R\$ 128,6 milhões no faturamento anual, que passaria para R\$ 728,5 milhões aproximadamente.

Desta forma, com a instalação da solução proposta nesse projeto, pode-se obter uma redução de despesas de até R\$ 71,2 milhões anuais e um aumento de faturamento na ordem de R\$ 128,6 milhões anuais, conforme indicado na tabela abaixo.

Descrição	Atualmente		Após o P&D		Justificativa
	Mensal	Anual	Mensal	Anual	
Faturamento total considerando a quantidade de consumidores e a fatura média mensal por consumidor.	R\$ 50.000.000,00	R\$ 600.000.000,00	R\$ 60.714.285,71	R\$ 728.571.428,57	Aumento no total faturado por conta da diminuição das perdas (de 30% para 15%)
Despesas com corte/religamento, considerando inadimplência de 23,2% dos consumidores	-R\$ 1.933.333,33	-R\$ 23.200.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Diminuição de custos com o corte/religamento com equipe técnica, deslocamento, etc.
Despesa com leitura visual considerando 1 milhão de consumidores (R\$ 4,00 por consumidor)	-R\$ 4.000.000,00	-R\$ 48.000.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	Diminuição de custos com o leitorista, deslocamento, etc.
Total	R\$ 44.066.666,67	R\$ 528.800.000,00	R\$ 60.714.285,71	R\$ 728.571.428,57	

Ademais, a solução apresentada neste projeto de P&D que visa a tele medição, sem as visitas físicas dos leitoristas, trará ainda benefícios em termos de segurança física e ocupacional dos próprios leitoristas (acidentes com cães, acesso difícil a áreas violentas, acidentes de trânsito, etc.) bem como aos consumidores (não estar presente na hora da leitura, erros de medição, etc.). Também, o meio ambiente será beneficiado pela diminuição de emissão de gases de efeito estufa ocasionada pela não necessidade de deslocamento dos leitoristas ou profissionais que procedem aos serviços de corte/religamento.

Considerando o valor de investimento no P&D, de R\$ 1,9 milhão em 2 anos, e comparando este valor com o possível aumento do faturamento conforme os valores apresentados na tabela acima de aproximadamente R\$ 400 milhões, também em 2 anos, percebe-se que o investimento total no P&D representa apenas 0,47 % em relação à expectativa de aumento de faturamento.

Referências:

¹ Falta de pagamento de contas de água e luz bate recorde em março, aponta Serasa. Correio do Povo, 28 de abril de 2022. Disponível em: <<https://www.correiodopovo.com.br/not%C3%ADcias/economia/falta-de-pagamento-de-contas-de-%C3%A1gua-e-luz-bate-recorde-em-mar%C3%A7o-aponta-serasa-1.812954>>

RECURSOS FINANCEIROS (R\$)						
Total Previsto (R\$)	Fontes	Origem dos Recursos Previstos (R\$)				
		Onerosos		Não Onerosos		
		Próprio	Financiamento	Programa PDI	Executora	Parceiros
1.900.683,25	Caesb			1.900.683,25		

Cronograma Físico – Previsto – Ano 1													
Atividade		Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Reunião de kick-off	■											
2	Definição de requisitos e arquitetura do sistema	■	■	■									
3	Desenvolvimento de hardware / firmware e definição do sistema Web				■	■	■	■	■	■			
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web										■	■	■

Cronograma Físico – Previsto – Ano 2													
Atividade		Mês											
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web	■	■	■									
5	Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e Desenvolvimento e testes do sistema Web				■	■	■	■	■	■			
6	Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais										■	■	■

Cronograma Financeiro – Previsto – Ano 1														
Atividade		Mês												Total
Nº	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1	Reunião de kick-off	-												0,00
2	Definição de requisitos e arquitetura do sistema	68.339,26	65.503,26	73.985,26										207.827,78
3	Desenvolvimento de hardware / firmware e definição do sistema Web				68.351,26	82.351,26	85.591,26	77.225,26	71.591,26	71.591,26				456.701,56
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web										71.591,26	71.591,26	92.737,26	235.919,78
Total		68.339,26	65.503,26	73.985,26	68.351,26	82.351,26	85.591,26	77.225,26	71.591,26	71.591,26	71.591,26	71.591,26	92.737,26	900.449,13

Cronograma Financeiro – Previsto – Ano 2														
Atividade		Mês												Total
	Descrição	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
4	Prototipação de rede de comunicação em laboratório e Desenvolvimento do sistema Web	92.737,26	98.371,26	92.737,26										283.845,78
5	Desenvolvimento e montagem de sistema piloto e Desenvolvimento e testes do sistema Web				78.737,26	76.037,26	81.671,26	76.037,26	76.037,26	85.671,26				474.191,56
6	Instalação em campo, avaliação de desempenho e relatórios finais										81.671,26	81.671,26	78.854,26	242.196,78
Total	PDI CAESB- Previsto	92.737,26	98.371,26	92.737,26	78.737,26	76.037,26	81.671,26	76.037,26	76.037,26	85.671,26	81.671,26	81.671,26	78.854,26	1.000.234,13

ANEXO I – BUSCA DE ANTERIORIDADE

O Brasil já conta com projetos que promovem a instalação de “smart grids”, que permitem a leitura remota de medidores de energia elétrica, mas ainda há poucos projetos relacionados a redes inteligentes ou medidores inteligentes para registro do consumo de água. Na busca de anterioridade, observou-se iniciativas que possuem, em comum com a proposta, a possibilidade de leitura remota dos dados dos hidrômetros. Porém, diferentemente das pesquisadas, não foram encontrados projetos/pesquisas que tenham como base a rede sem fio *mesh* baseada em padrões abertos (Wi-SUN) que possa ser compartilhada entre diversas aplicações com segurança.

Código P&D	Título	Ano	Empresa Periódico
PD-00383-0055	Estudo dos efeitos da implementação de tecnologias de Redes Elétricas Inteligentes (smart city)- projeto CIDADE INTELIGENTE BÚZIOS		ANEEL
PD-04950-0711	Programa Brasileiro de Redes Elétricas Inteligentes		ANEEL
PD-00382-0042	Sistema de Inteligência para Otimização dos Investimentos em Novas Tecnologias para Redução de Perdas		ANEEL
PD-02866-0515	APLICAÇÕES SMART CITY SOBRE A REDE SMART GRID DE IPIRANGA	2019	ANEEL
PTARH.DM-242/2022	AVALIAÇÃO DOS BENEFÍCIOS DA MEDIÇÃO POR TELEMETRIA EM REDES DE ÁGUA: ESTUDO, MODELAGEM DO CONSUMO E CONTROLE DE PERDAS	2022	Dissertação de Mestrado Universidade de Brasília
v. 2 n. 1 (2022): Revista SIMEP	Desenvolvimento de um hidrômetro inteligente para um consumo consciente	2022	v. 2 n. 1 (2022): Revista SIMEP
978-989-8533-96-8	WACOP: PLATAFORMA DE SOFTWARE PARA MONITORAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL DE FORMA INTELIGENTE	2019	Conferências IADIS Ibero-Americanas
	SMART METERING NO COMBATE ÀS PERDAS APARENTES – CASO DE ESTUDO DE SÃO PEDRO DO CORVAL, REGUENGOS DE MONSARAZ	2021	15º Congresso da Água
	Monitoramento Inteligente do Consumo de Energia Elétrica em Residências Utilizando Recursos de IoT	2022	Anais do Computer on the Beach
	Implantação e avaliação de infraestrutura avançada de medição de energia em uma instituição pública	2020	Dissertação de Mestrado UFSM

WO2013075182A1	Sistema de monitoramento remoto e em tempo real do consumo de energia elétrica, gás encanado ou água aplicado em rede de distribuição residencial, comercial e industrial gerida	2013	PATENTE
	por concessionárias de energia, gás e água		
BR 10 2016 002235 5 A2	SISTEMA E MÉTODO DE TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE SINAIS ANALÓGICOS MULTICANAL UTILIZANDO REDES DE DADOS SEM FIOS (WIRELESS) CONECTADOS EM EQUIPAMENTOS INTELIGENTES (SMART DEVICES)	2016	PATENTE
BR 10 2015 024167 4	APARELHO PARA GESTÃO DE CONSUMO DE ÁGUA, GÁS E ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DE SMART METERS	2015	PATENTE

Termo de Compromisso

Eu, Fuad Moura Guimarães Braga, Coordenador-Geral do Programa PDI – Adasa, me comprometo a:

1. Zelar cuidadosamente pela economicidade dos projetos, de modo a garantir que os gastos sejam apenas os estritamente necessários para a obtenção dos resultados esperados;
2. Zelar pela fiel execução dos prazos previstos nos cronogramas;
3. Responder às demandas de fiscalização e diligências da Adasa, no prazo solicitado.

Fuad Moura Guimarães Braga

838.607.113-34