



Ofício nº 13/2026 CBH Paranaíba-DF

Brasília, 26 de outubro de 2026.

Ao Senhor

Fábio Bakker Isaías

Presidente

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (CBH Paranaíba)

E-mail: comite.paranaiba@agenciaabha.com.br

Assunto: Solicitação de inclusão de estudo integrado do Lago Paranoá e Zona de Mistura do Rio Melchior, Ribeirão Sobradinho e Córrego do Alagado no Caderno de Estudos do PIRH Paranaíba.

Senhor Presidente,

O Comitê de Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Rio Paranaíba no Distrito Federal – CBH Paranaíba-DF, no contexto do processo de revisão e atualização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba – PIRH Paranaíba e da elaboração da proposta de enquadramento dos corpos de água da bacia, vem apresentar proposta para inclusão, de estudo integrado do Lago Paranoá, contemplando aspectos hidrológicos, de qualidade da água e limnológicos, assim como, estudos sobre as zonas de mistura do Rio Melchior, do Ribeirão Sobradinho e do Ribeirão Alagado.

A proposta transcorre das discussões desenvolvidas no âmbito do Grupo de Trabalho de acompanhamento da revisão do PIRH Paranaíba e do enquadramento, bem como das discussões relacionadas à revisão do enquadramento dos corpos hídricos do Distrito Federal.

O GT Distrital manifesta a necessidade de que as discussões conduzidas no Distrito Federal sejam articuladas com aquelas em desenvolvimento no processo de revisão do PIRH Paranaíba e do enquadramento conduzido pelo Comitê interestadual.

Essa integração mostra-se particularmente relevante para o Lago Paranoá, em razão de sua importância para a gestão dos recursos hídricos do Distrito Federal e da necessidade de integrar, em uma mesma avaliação, as dimensões de quantidade, qualidade da água e funcionamento limnológico do reservatório.

A relevância também se aplica ao Rio Melchior, que já foi objeto de investigação pela Comissão Parlamentar de Inquérito instalada na Câmara Legislativa do DF, e também, aos Ribeirões Sobradinho e Alagado.



Os estudos das zonas de mistura dos corpos hídricos apontados devem contemplar a caracterização das condições hidrológicas, hidráulicas, morfológicas e de qualidade da água dos trechos selecionados; identificar e caracterizar os lançamentos relevantes; avaliar sua sazonalidade; comparar métodos de estimativa da mistura transversal; avaliar separadamente os processos de campo próximo e campo distante; e aplicar modelos de pluma compatíveis com as características de cada caso. Deverá também avaliar a necessidade de modelagem hidrodinâmica bidimensional ou tridimensional nos trechos de maior complexidade. Os resultados deverão ser confrontados, sempre que tecnicamente viável, com informações obtidas em campo, permitindo análise de sensibilidade, incerteza e aplicabilidade das diferentes metodologias e, por fim, deverá ser desenvolvido procedimento para situações com múltiplos lançamentos sucessivos e consolidado protocolo metodológico capaz de ser replicado em outras sub-bacias do Paranaíba e, posteriormente, em outras bacias brasileiras.

O próprio Plano de Ações em elaboração para o PIRH Paranaíba 2025-2045 estabelece, entre seus objetivos, a redução das situações de comprometimento hídrico quantitativo e o aumento do atendimento às classes de enquadramento, além de destacar a necessidade de integração entre o PIRH e o enquadramento.

Nesse sentido, propõe-se que seja incorporado ao Caderno de Estudos do PIRH Paranaíba os estudos (conforme anexos):

- Estudo Integrado da Dinâmica Hidrológica, da Qualidade da Água e da Limnologia do Lago Paranoá”
- Desenvolvimento e validação de metodologia para delimitação de Zonas de Mistura Integrada em corpos hídricos receptores de efluentes (Rio Melchior, Ribeirões Sobradinho e Melchior).

Entende-se que a inclusão dos citados estudos fortalecerá a articulação entre o planejamento realizado em escala interestadual e os instrumentos de planejamento e gestão aplicáveis ao Distrito Federal, contribuindo para que as particularidades e os desafios relacionados ao citados corpos hídricos do DF sejam adequadamente incorporados à implementação do PIRH Paranaíba.

Atenciosamente,



Documento assinado digitalmente
ALBA EVANGELISTA RAMOS
Data: 26/10/2026 17:46:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

ALBA EVANGELISTA RAMOS
Presidente



Estudo Integrado da Dinâmica Hidrológica, da Qualidade da Água e da Limnologia do Lago Paranoá

1. Objetivo geral

Desenvolver diagnóstico integrado e atualizado do funcionamento do Lago Paranoá, considerando sua dinâmica hidrológica, a qualidade da água, os processos limnológicos, as pressões existentes sobre o reservatório e os usos dos recursos hídricos, de modo a gerar subsídios técnicos para:

- Implementação e acompanhamento do PIRH Paranaíba;
- Planejamento e gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal;
- Definição e aprimoramento de programas de monitoramento;
- Diretrizes quanto às ações de desassoreamento e manejo de macrófitas; e
- Avaliação de cenários futuros relacionados à segurança hídrica e à qualidade ambiental do reservatório.

2. Eixos propostos para o estudo

Sugere-se que o estudo contemple, no mínimo, três componentes integrados:

I – Hidrologia e balanço hídrico

- Caracterização e atualização do balanço hídrico do Lago Paranoá;
- Avaliação das vazões afluentes e defluentes;
- Contribuição dos principais tributários;
- Avaliação dos usos e demandas hídricas;
- Análise do tempo de residência e da dinâmica hidráulica do reservatório;
- Avaliação de cenários hidrológicos e de segurança hídrica.

II – Qualidade da água

- Consolidação e análise das séries históricas disponíveis;
- Avaliação espacial e temporal da qualidade da água;
- Identificação das principais cargas e fontes de pressão;
- Avaliação das condições dos tributários e sua influência sobre o reservatório;
- Avaliação da qualidade da água frente aos usos atuais e pretendidos e às metas de enquadramento.

III – Limnologia

- Caracterização do estado trófico do reservatório;
- Dinâmica de nutrientes;
- Estratificação e mistura da coluna d'água;



- Avaliação de fitoplâncton, cianobactérias e outros indicadores ecológicos pertinentes;
- Relação entre os processos limnológicos, hidrológicos e as cargas afluentes;
- Avaliação de tendências e riscos ambientais;
- Diretrizes quanto ao manejo de macrófitas e estudos de desassoreamento.

3. Produtos esperados

Como resultados do estudo, propõe-se prever:

1. Diagnóstico hidrológico integrado do Lago Paranoá;
2. Diagnóstico da qualidade da água, incluindo análise espacial, temporal e das principais pressões sobre o reservatório;
3. Diagnóstico limnológico, contemplando os principais processos relacionados à dinâmica ecológica do lago;
4. Modelo conceitual integrado do funcionamento do Lago Paranoá, correlacionando hidrologia, qualidade da água, limnologia e usos dos recursos hídricos;
5. Avaliação de cenários futuros, considerando alterações de demanda, uso e ocupação do solo, condições hidrológicas e outras pressões relevantes;
6. Proposição de indicadores e de estratégia integrada de monitoramento, voltados ao acompanhamento das condições do lago e das metas estabelecidas pelos instrumentos de gestão;
7. Recomendações para o enquadramento, identificando medidas estruturais e não estruturais necessárias à conservação e recuperação da qualidade das águas;
8. Proposta de criação do Observatório do Lago Paranoá, destinada a promover a continuidade da integração de dados, estudos, monitoramento e articulação institucional após a conclusão do estudo.

4. Observatório do Lago Paranoá

Como um dos produtos do estudo, propõe-se a elaboração de modelo técnico-institucional para criação de um Observatório do Lago Paranoá, entendido como mecanismo permanente de integração, sistematização e divulgação de informações relacionadas ao reservatório.

A proposta deverá estabelecer, entre outros aspectos:

- Objetivos e atribuições;
- Modelo de governança;
- Instituições participantes;
- Mecanismos de compartilhamento de dados;
- Indicadores para acompanhamento das condições do lago;
- Periodicidade de avaliação;
- Formas de divulgação das informações;



- Mecanismos de integração com o CBH Paranaíba, o enquadramento e os demais instrumentos de gestão.

Sugere-se que o estudo avalie uma composição multissetorial do Observatório, envolvendo representantes do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, órgãos ambientais e de saneamento, instituições de ensino e pesquisa, usuários de recursos hídricos, organizações da sociedade civil e os comitês de bacia relacionados ao território.

A configuração institucional definitiva, suas competências e eventual vinculação deverão ser definidas pelo próprio estudo, considerando as competências legais dos órgãos e colegiados envolvidos.

Considerações Finais

A realização do Estudo Integrado do Lago Paranoá representa uma oportunidade de consolidar e integrar o conhecimento existente sobre o reservatório, aprofundar a compreensão dos processos que condicionam sua quantidade e qualidade de água e estabelecer bases técnicas para seu planejamento e manejo no médio e longo prazo. Para além do diagnóstico, pretende-se que o estudo resulte em diretrizes aplicáveis à gestão, incluindo o aprimoramento do monitoramento, a avaliação de cenários de segurança hídrica e qualidade ambiental, o manejo de macrófitas e a necessidade de intervenções de desassoreamento, bem como a estruturação do Observatório do Lago Paranoá. Nesse sentido, sua incorporação ao Caderno de Estudos do PIRH Paranaíba permitirá reconhecer o Lago Paranoá como objeto de uma abordagem integrada e estratégica, articulada aos instrumentos de gestão de recursos hídricos e capaz de subsidiar decisões futuras voltadas à conservação, recuperação e uso sustentável do reservatório.



Desenvolvimento e validação de metodologia para delimitação de Zonas de Mistura Integrada em corpos hídricos receptores de efluentes

Projeto-piloto na Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, com metodologia replicável em outras bacias brasileiras

1. Proponente

Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes do Rio Paranaíba no Distrito Federal, para inserção e desenvolvimento no âmbito da Rede de Projetos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, em articulação com o Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba.

A proposta da Rede de Projetos foi apresentada no processo de revisão do PIRH Paranaíba como estratégia destinada, entre outras finalidades, à elaboração de projetos e ao apoio técnico no âmbito da gestão dos recursos hídricos (CBH PARANAÍBA, 2026a).

2. Contextualização e justificativa

A delimitação das zonas de mistura constitui subsídio técnico para a gestão dos lançamentos de efluentes e para a articulação entre qualidade da água, enquadramento dos corpos hídricos, outorga de direito de uso, licenciamento ambiental, monitoramento e planejamento dos serviços de saneamento.

A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece condições, parâmetros, padrões e diretrizes para lançamento de efluentes e define capacidade de suporte como o valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber sem comprometer a qualidade da água e os usos determinados pela classe de enquadramento (BRASIL, 2011).

No processo de revisão do PIRH Paranaíba, foi registrada demanda do CBH Paranaíba-DF por estudos específicos sobre zonas de mistura, particularmente nas sub-bacias do Rio Melchior, do Ribeirão Sobradinho e do Ribeirão Alagado. A demanda foi associada ao preenchimento de lacunas de informação e à necessidade de realização de estudos futuros.

Há também antecedentes técnicos relevantes no Distrito Federal. Há estudo para previsão da zona de mistura de lançamento de efluentes considerando vazões mensais de referência e método Monte Carlo, apresentado no 31º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e



Ambiental. O trabalho considerou as particularidades dos corpos hídricos do Distrito Federal e buscou representar a variabilidade da zona de mistura decorrente das diferentes condições de vazão do corpo receptor e do lançamento (BRITES *et al.*, 2021).

Esse antecedente constitui importante ponto de partida para o presente projeto. Propõe-se avançar dessa abordagem para uma metodologia integrada que incorpore comparação entre formulações, caracterização de campo, modelagem da pluma, avaliação da incerteza e, quando necessária, representação hidrodinâmica de sistemas complexos.

O Plano Orçamentário Anual de 2027 do CBH Paranaíba-DF já prevê, no âmbito do Banco de Projetos, a priorização de estudo de zona de mistura e produtos associados ao Melchior, Sobradinho e Alagado (CBH PARANAÍBA-DF, 2026).

3. Problema técnico-científico

A zona de mistura resulta da interação entre as características do lançamento e as condições do corpo receptor. Sua delimitação pode ser influenciada pela vazão e qualidade do efluente, vazão do rio, configuração do lançamento, largura e profundidade do canal, distribuição das velocidades, velocidade de cisalhamento, dispersão transversal, morfologia e sazonalidade hidrológica.

Os processos de mistura podem ser compreendidos a partir de duas regiões conceituais. No campo próximo, apresentam maior relevância o momento, a flutuabilidade e a configuração física do lançamento. No campo distante, a evolução da pluma passa a depender progressivamente das condições ambientais e da dispersão no corpo receptor (EPA, 2026a).

Os métodos analíticos, semiempíricos e numéricos não necessariamente representam os mesmos componentes do processo. Estudos clássicos sobre mistura transversal demonstram a importância das características hidráulicas para a estimativa dos coeficientes de dispersão, recomendando cautela na transferência de parâmetros entre rios com características distintas (YOTSUKURA; FISCHER; SAYRE, 1970; YOTSUKURA; COBB, 1972).

Nesse contexto, Brites *et al.* (2021) acrescentaram à estimativa da zona de mistura a variabilidade das vazões mensais e a aplicação do método Monte Carlo. A contribuição é particularmente pertinente para sistemas nos quais a relação entre as vazões do lançamento e do corpo receptor varia ao longo do tempo, reforçando a necessidade de considerar a sazonalidade no estabelecimento dos cenários do estudo.

No Ribeirão Sobradinho, a presença de uma área brejosa a jusante do lançamento acrescenta complexidade ao problema. A configuração deverá ser caracterizada em campo para determinar como o escoamento, a dispersão e a permanência dos constituintes devem ser representados, evitando assumir previamente um comportamento equivalente ao de um canal uniforme.



4. Objetivo geral

Desenvolver, testar e validar metodologia integrada e replicável para avaliação e delimitação de Zonas de Mistura Integradas em corpos hídricos receptores de efluentes, com aplicação inicial no Rio Melchior, no Ribeirão Sobradinho e no Ribeirão Alagado, de modo a subsidiar os instrumentos de gestão de recursos hídricos: outorga, enquadramento bem como o licenciamento ambiental.

5. Objetivos específicos

O estudo deverá caracterizar as condições hidrológicas, hidráulicas, morfológicas e de qualidade da água dos trechos selecionados; identificar e caracterizar os lançamentos relevantes; avaliar sua sazonalidade; comparar métodos de estimativa da mistura transversal; avaliar separadamente os processos de campo próximo e campo distante; e aplicar modelos de pluma compatíveis com as características de cada caso.

Deverá também ser avaliada a necessidade de modelagem hidrodinâmica bidimensional ou tridimensional nos trechos de maior complexidade. Os resultados deverão ser confrontados, sempre que tecnicamente viável, com informações obtidas em campo, permitindo análise de sensibilidade, incerteza e aplicabilidade das diferentes metodologias.

Por fim, deverá ser desenvolvido procedimento para situações com múltiplos lançamentos sucessivos e consolidado protocolo metodológico capaz de ser replicado em outras sub-bacias do Paranaíba e, posteriormente, em outras bacias brasileiras.

6. Áreas-piloto

O **Rio Melchior** deverá constituir caso-piloto para avaliação integrada de múltiplos lançamentos. Documentos do GT Rio Melchior propuseram o estudo conjunto dos lançamentos licenciados e outorgados que ocorrem sequencialmente no rio, visando ao estabelecimento de uma Zona de Mistura Integrada (CBH PARANAÍBA-DF, 2025a).

O **Ribeirão Sobradinho** deverá representar um sistema de maior complexidade morfológica em razão da área brejosa situada a jusante do lançamento. A abordagem deverá avaliar de que maneira essa configuração interfere na dinâmica da mistura.

O **Ribeirão Alagado** permitirá testar a metodologia em um terceiro sistema, com características próprias de vazão, qualidade da água, lançamentos e usos. A adoção dos três corpos receptores permitirá avaliar a transferibilidade da metodologia entre situações ambientais distintas.



7. Metodologia proposta

Inicialmente serão levantados e avaliados criticamente os dados disponíveis em diversas instituições públicas e privadas sobre hidrologia, hidráulica, qualidade da água, enquadramento, usos, lançamentos outorgados e licenciados, características dos efluentes, estruturas de lançamento, monitoramento e estudos anteriores. Essa etapa deverá permitir a construção de um modelo conceitual específico para cada área-piloto, identificando processos relevantes, condições de contorno e eventuais lacunas de informação.

As campanhas de campo deverão contemplar condições hidrológicas representativas. Serão avaliadas vazão, largura, profundidade, velocidades, geometria das seções, características do leito e margens e configuração dos lançamentos, além dos parâmetros de qualidade da água selecionados em função das características dos efluentes, do enquadramento e dos objetivos de gestão.

A análise poderá incorporar a abordagem desenvolvida por Brites *et al.* (2021), considerando a variação temporal das vazões de referência e a utilização do método Monte Carlo para representação da variabilidade dos resultados. A metodologia deverá ser reaplicada e avaliada nos casos-piloto, constituindo uma das referências para comparação com as demais abordagens.

Em seguida, deverão ser aplicadas e comparadas formulações de Fischer/Yotsukura, abordagens baseadas no número de Peclet e outros métodos analíticos ou semiempíricos tecnicamente fundamentados. Para cada abordagem deverão ser documentados os dados de entrada, equações, coeficientes, hipóteses, critérios adotados e limitações. Os trabalhos clássicos de Yotsukura, Fischer e Sayre e de Yotsukura e Cobb fornecem fundamentos para a avaliação da mistura e difusão transversal em cursos d'água naturais (YOTSUKURA; FISCHER; SAYRE, 1970; YOTSUKURA; COBB, 1972).

A modelagem deverá também considerar a geometria da pluma e distinguir os processos de campo próximo e campo distante. O CORMIX poderá ser utilizado quando compatível com a configuração analisada, pois foi desenvolvido para avaliação de zonas de mistura relacionadas a descargas pontuais (EPA, 2026b). O PLUMES2.0 poderá complementar essa avaliação por meio da representação da diluição no campo próximo e no campo distante (EPA, 2026a; KHANGAONKAR et al., 2024).

Nos trechos em que áreas brejosas, múltiplos caminhos de escoamento, recirculações, lançamentos sucessivos ou geometrias complexas não possam ser adequadamente representados pelos métodos simplificados, deverá ser avaliada a aplicação de modelagem hidrodinâmica e de transporte em duas ou três dimensões. Sua utilização deverá ser tecnicamente justificada a partir das características observadas e dos objetivos do estudo.



Sempre que técnica e ambientalmente viável, deverão ser utilizados ensaios com traçadores ou técnicas equivalentes para verificar a dispersão efetiva no corpo receptor. Estudos experimentais clássicos empregaram medições de campo para avaliar a mistura transversal e outros parâmetros hidráulicos, proporcionando elementos para comparação entre comportamento observado e previsto (YOTSUKURA; FISCHER; SAYRE, 1970).

A etapa final deverá envolver calibração, validação, análise de sensibilidade e quantificação das incertezas. Caso o desempenho dos métodos seja considerado insuficiente frente às observações, deverão ser revisitados o modelo conceitual, os dados de campo, os parâmetros e a abordagem de modelagem.

As zonas de mistura deverão ser delimitadas espacialmente e apresentadas de forma georreferenciada, considerando os diferentes cenários hidrológicos e de lançamento e distinguindo a caracterização da mistura hidráulica da avaliação associada aos parâmetros de qualidade da água.

7.1 Fluxograma metodológico

A Figura 1 apresenta o fluxograma da Metodologia ora proposta. Nos casos em que a geometria e o escoamento puderem ser satisfatoriamente representados pelos métodos adotados, o estudo prosseguirá para verificação de campo. Quando forem identificadas áreas brejosas, múltiplos lançamentos, recirculações ou outras condições de elevada complexidade, deverá ser avaliada a necessidade de modelagem hidrodinâmica 2D/3D.

Na sequência serão realizadas a verificação de campo, a calibração, a validação, a análise de sensibilidade e a avaliação das incertezas. Resultados insatisfatórios deverão retroalimentar o modelo conceitual e, quando necessário, o planejamento das campanhas. Após validação, serão delimitadas as zonas de mistura e elaboradas as recomendações para sua incorporação aos instrumentos de gestão.

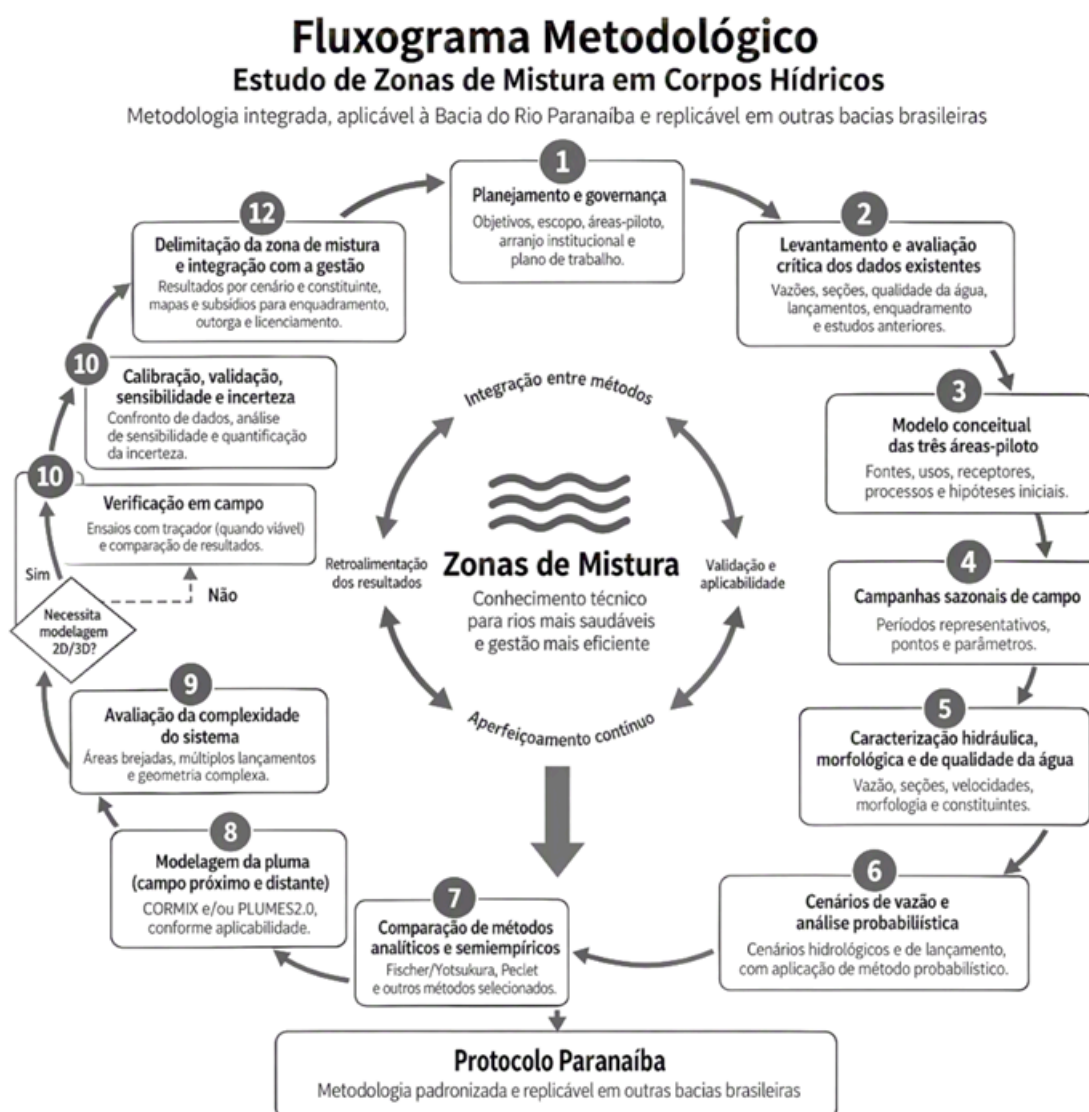


Figura 01 – Metodologia ora proposta de Avaliação de Zona de Mistura Integrada

8. Produtos previstos

1. **P1 – Plano de Trabalho e Governança:** escopo executivo, cronograma, atribuições, controle de qualidade e gestão dos dados.
2. **P2 – Revisão técnica, científica e normativa:** legislação, trabalhos brasileiros e internacionais, incluindo Brites *et al.* (2021), Fischer/Yotsukura, abordagens baseadas em Peclet, CORMIX, PLUMES2.0 e outros modelos equivalentes pertinentes.
3. **P3 – Banco de dados e diagnóstico das áreas-piloto:** consolidação das informações hidrológicas, hidráulicas, morfológicas, operacionais e de qualidade da água.



4. **P4 – Modelos conceituais do Rio Melchior, Ribeirão Sobradinho e Ribeirão Alagado:** descrição dos processos, fontes, condições de contorno e lacunas de informação.
5. **P5 – Campanhas de campo:** planejamento, execução, controle de qualidade, hidrometria, caracterização morfológica e qualidade da água.
6. **P6 – Avaliação sazonal e probabilística:** atualização e avaliação da metodologia apresentada por Brites *et al.* (2021), incorporando diferentes condições hidrológicas e de lançamento.
7. **P7 – Estudo comparativo de métodos:** Fischer/Yotsukura, Peclet e demais formulações selecionadas, com análise das hipóteses, sensibilidade e limitações.
8. **P8 – Modelagem de campo próximo e campo distante:** aplicação de CORMIX, PLUMES2.0 ou métodos equivalentes tecnicamente justificados.
9. **P9 – Modelagem hidrodinâmica dos sistemas complexos:** quando necessária a partir do diagnóstico, contemplando situações como a área brejosa do Ribeirão Sobradinho e os múltiplos lançamentos no Rio Melchior.
10. **P10 – Verificação, calibração, validação e incerteza:** confronto dos resultados dos diferentes métodos com dados de campo e avaliação da robustez das estimativas.
11. **P11 – Delimitação georreferenciada das zonas de mistura:** mapas, arquivos vetoriais, cenários analisados e documentação metodológica.
12. **P12 – Estudo da Zona de Mistura Integrada do Rio Melchior:** avaliação conjunta dos lançamentos sequenciais definidos para o escopo do projeto.
13. **P13 – Protocolo Paranaíba para Avaliação e Delimitação de Zonas de Mistura:** metodologia integrada, árvore decisória, níveis de complexidade, requisitos mínimos de dados e critérios para seleção dos métodos.
14. **P14 – Manual de replicação:** orientações para aplicação do protocolo por outros comitês, órgãos gestores, órgãos ambientais e instituições de pesquisa.
15. **P15 – Base técnica e materiais de transferência de conhecimento:** dados autorizados para divulgação, metadados, memórias de cálculo, arquivos geoespaciais, documentação dos modelos, relatório executivo e material de capacitação.

9. Arranjo institucional

O projeto deverá ser estruturado como iniciativa de pesquisa aplicada à gestão dos recursos hídricos, envolvendo os comitês de bacia, entidade delegatária, instituições de ensino e pesquisa, órgãos gestores e ambientais e responsáveis pelos lançamentos estudados, respeitadas as atribuições legais de cada instituição.

A participação das universidades poderá ser articulada com a Rede UniParanaíba, cuja proposta contempla cooperação técnica e científica com instituições de ensino e pesquisa aplicada à gestão dos recursos hídricos (CBH PARANAÍBA, 2026).



O CBH Paranaíba poderá realizar a articulação estratégica do projeto e a disseminação de seus resultados. O CBH Paranaíba-DF deverá acompanhar os casos-piloto e contribuir para sua articulação territorial. As responsabilidades específicas das instituições participantes deverão ser formalizadas no instrumento de governança do projeto.

10. Replicabilidade nacional

A replicabilidade deverá constituir requisito de projeto desde sua concepção. O Protocolo Paranaíba deverá prever diferentes níveis de complexidade, permitindo que situações mais simples possam ser avaliadas com dados hidráulicos e métodos analíticos compatíveis, enquanto sistemas mais complexos possam requerer campanhas adicionais, modelos de pluma, modelagem hidrodinâmica e verificação experimental.

11. Resultados esperados

Espera-se produzir uma metodologia integrada capaz de relacionar monitoramento de campo, hidrologia, hidráulica, modelagem da mistura, variabilidade sazonal e instrumentos de gestão.

A aplicação no Rio Melchior, no Ribeirão Sobradinho e no Ribeirão Alagado permitirá avaliar a metodologia em três contextos distintos e produzir subsídios para enquadramento, outorga, licenciamento, monitoramento, planejamento dos sistemas de saneamento e gestão da qualidade da água.

O principal resultado estruturante deverá ser o **Protocolo Paranaíba para Avaliação e Delimitação de Zonas de Mistura Integradas**, elaborado de maneira que possa ser posteriormente aplicado e avaliado em outras sub-bacias do Paranaíba e adaptado a outras regiões brasileiras.



Referências bibliográficas

- BRASIL, (2011). Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005. Brasília, DF: CONAMA.
- BRITES, C. R. C. *et al.* (2021). Previsão de zona de mistura de lançamento de efluentes considerando vazões mensais e método Monte Carlo. Trabalho apresentado no 31º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Curitiba, 2021.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA (2026a). Rede de Projetos – Conexão Paranaíba. Revisão 5.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA (2026b). Atualização do PIRH Paranaíba e elaboração de uma proposta de enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba: Produto 6 – Plano de Ações e de Investimentos. [S. l.]: Consórcio Engecorps-Profill.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA (2026c). Atualização do PIRH Paranaíba e elaboração de uma proposta de enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba: Produto 7 – Plano de Implementação. [S. l.]: Consórcio Engecorps-Profill.
- CBH PARANAÍBA-DF. (2025a). Contribuições Técnicas do CBH dos Afluentes do Rio Paranaíba no Distrito Federal para o Prognóstico do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba. Brasília.
- CBH PARANAÍBA-DF (2025b). Relatório do GT Rio Melchior e encaminhamentos relacionados à avaliação integrada dos lançamentos. Brasília.
- CBH PARANAÍBA-DF (2026). Deliberação nº 10, de 24 de setembro de 2026. Plano Orçamentário Anual de 2027. Brasília.
- EPA. *Cornell Mixing Zone Expert System* (CORMIX). United States Environmental Protection Agency.
- EPA. PLUMES2.0. United States Environmental Protection Agency.
- KHANGAONKAR, T. P. *et al* (2024). PLUMES2.0: Dilution Model – Model Theory and User Manual. EPA/600/B-24/339. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- YOTSUKURA, N.; COBB, E. D. (1972) Transverse diffusion of solutes in natural streams. U.S. Geological Survey Professional Paper 582-C. Washington, DC: USGS.
- YOTSUKURA, N.; FISCHER, H. B.; SAYRE, W. W. (1970) Measurement of mixing characteristics of the Missouri River between Sioux City, Iowa, and Plattsmouth, Nebraska. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1899-G. Washington, DC: USGS.