

## XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **Operacionalização da articulação entre Planos de bacia & Cobrança pelo uso da água com suporte de Ferramenta de Simulação Financeira - Aplicação Bacias PCJ**

*Guilherme Fernandes Marques<sup>1</sup>, Ana Paula Dalcin<sup>2</sup>, Rosa Maria Formiga Johnsson<sup>3</sup>, Patrick Laigneau<sup>4</sup>, Stela Goldenstein<sup>5</sup> & Iraúna Bonilha<sup>6</sup>*

#### **RESUMO**

O contexto de crises hídricas no Brasil demanda aprimoramento dos instrumentos de gestão. Os instrumentos Planos de Bacia e Cobrança são diretamente responsáveis pela lógica dos investimentos e pela sinalização da escassez e alocação dos custos aos usuários. Entretanto, a definição das ações dos Planos ainda não produz diretrizes claras para a Cobrança, e esta ainda é definida sem uma percepção do seu rebatimento na sustentabilidade financeira das ações do Plano. O presente artigo traz uma proposta de operacionalização para a integração entre Planos de Bacia e Cobrança com o suporte de uma ferramenta de simulação que integra, em um único modelo: (a) representação das ações do Plano, com respectivos cronogramas, priorização e valores investidos; (b) espacialização das áreas de influência dos investimentos e seus benefícios; (c) simulação da arrecadação com cobrança por captação e lançamento de DBO, Nitrogênio e Fósforo; e (d) simulação dos fluxos de caixa da agência e diferentes lógicas de financiamento (oneroso, não oneroso e contrapartidas). Trata-se de uma ferramenta inovadora no contexto brasileiro, contribuindo para operacionalizar a integração Plano-Cobrança, e prestar suporte à engenharia financeira para a implementação das ações do Plano com visão de curto e longo prazos. Os resultados indicam um potencial significativo de alavancagem de recursos com a Cobrança, e a aplicação dos conceitos e da ferramenta aqui proposta contribuem para maior efetividade da Cobrança e do próprio Plano de Bacias, ao possibilitar aos usuários a definição e priorização de um conjunto de ações mais realistas e financeiramente sustentáveis a longo prazo.

**Palavras-Chave** – Plano de Bacias, Cobrança pelo uso da água, Bacias PCJ, sustentabilidade financeira

Os desafios colocados pelo contexto de crises hídricas no Brasil demandam aprimoramento constante dos instrumentos de gestão em busca de melhor efetividade nos resultados para a sociedade. Dois instrumentos centrais neste processo, os Planos de Bacia e a Cobrança pelo uso da água bruta, são diretamente responsáveis pela lógica de investimentos em cada bacia e pela sinalização da escassez e alocação dos custos aos usuários, os mesmos aspectos elencados pela ANA (2017) como componentes das crises hídricas. Entretanto, a elaboração e pactuação das ações dos Planos de Bacia ainda é

<sup>1</sup> Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH/UFRGS. [guilherme.marques@ufrgs.br](mailto:guilherme.marques@ufrgs.br)

<sup>2</sup> Eng. Ambiental, M.Sc, doutoranda Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH/UFRGS

<sup>3</sup> Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. [formiga.uerj@gmail.com](mailto:formiga.uerj@gmail.com)

<sup>4</sup> Consultor WRG 2030 Brasil. [patrick@otinga.net](mailto:patrick@otinga.net)

<sup>5</sup> Coordenadora WRG 2030 Brasil. [sgoldenstein@worldbank.org](mailto:sgoldenstein@worldbank.org)

<sup>6</sup> Consultor WRG 2030 Brasil. [ibonilha@worldbank.org](mailto:ibonilha@worldbank.org)

comumente feita sem fornecer diretrizes claras para a Cobrança, e esta, por sua vez, ainda é definida sem que haja uma percepção do seu reatamento na sustentabilidade financeira das ações do Plano de Bacias. Esta lógica ainda impede que ambos os instrumentos alcancem um maior potencial de resultados aos usuários, seja contribuindo para que mais ações sejam financiadas e de forma mais robusta, seja na forma de mecanismos de cobrança mais transparentes, com maior capacidade de alavancagem e efeito incitativo na bacia.

O presente artigo apresenta resultados parciais do projeto desenvolvido pelo 2030 Water Resources Group/Brasil<sup>7</sup>, intitulado “Cobrança pelo Uso da Água & Planos de Bacia: uma abordagem integradora para apoiar processos decisórios na gestão de recursos hídricos no Brasil”, iniciado em fevereiro de 2020 com estudo de caso nas Bacias dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá (Bacias PCJ). O objetivo principal do Projeto é propor diretrizes técnicas e metodológicas para o aperfeiçoamento do processo de revisão da cobrança pelo uso da água em estreita articulação com o plano de recursos hídricos, especialmente em bacias estratégicas com problemas de escassez.

O projeto desenvolveu uma estrutura conceitual para desenvolver metodologia de integração dos Planos de Bacia e Cobrança, apresentada em outros artigos da WRG 2030 deste Simpósio (Johnsson et al, 2021 e Laigneau et al, 2021), e propõe procedimento de simulação para operacionalizar esta integração na prática, servindo de suporte aos decisores nas Bacias, tanto na proposição e revisão dos mecanismos de cobrança quanto na identificação e priorização de ações em Planos de Bacia.

O projeto incorpora as recomendações discutidas em OCDE (2015 e 2017) e pelo Banco Mundial, no estudo “Diálogos para o Aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil” (Banco Mundial, 2018 e Marques et al., 2018a e 2018b), os quais destacam a necessidade de uma abordagem capaz de integrar todo o processo de planejamento, o qual se estende ao Plano de Bacias e à sua relação com o modelo de cobrança.

A partir destas recomendações e da estrutura conceitual definida em Laigneau et al (2021), o presente artigo traz parcela dos resultados do projeto, qual seja uma proposta de operacionalização da integração entre Planos de Bacia e Cobrança com o suporte de uma ferramenta de simulação que integra, em um único modelo: (a) a representação do conjunto de ações do Plano de Bacias, com respectivos cronogramas, lógica de priorização multicritério e valores investidos, permitindo simulações de diferentes agrupamentos de priorização; (b) a espacialização das áreas de influência dos investimentos e seus benefícios para os usuários; (c) a simulação da arrecadação com cobrança por captação e lançamento de DBO, Nitrogênio e Fósforo; e (d) a simulação dos fluxos de caixa da agência e diferentes lógicas de financiamento (oneroso, não oneroso e contrapartidas).

Trata-se de uma ferramenta inovadora no contexto brasileiro, na medida em que permite a operacionalização de uma articulação de “mão dupla”. Com esta ferramenta, os usuários podem: discutir e simular diferentes listas de prioridade e de distribuição no tempo das ações definidas no Plano de Bacias; identificar, a partir destas, os critérios e lógicas para a Cobrança pelo uso da água e as estratégias de financiamento; e, finalmente, avaliar, de forma instantânea, os resultados da aplicação desta lógica sobre as ações do Plano, tanto em seu caráter temporal (o que financiar e quando) quanto em seu caráter espacial (onde). A ferramenta permite analisar os resultados do fluxo de caixa em valores anualizados uniforme equivalentes (VAUE) e identificar as lacunas de financiamento para todo o horizonte do plano. Permite, desta forma, que se compatibilize as listas de ações com as diferentes fontes e possíveis estratégias de financiamento.

Esta ferramenta foi desenvolvida utilizando-se como base o Plano de Bacia aprovado pelo Comitê das Bacias PCJ para o período 2020-2035 e seus conceitos e estrutura podem ser replicados para qualquer

---

<sup>7</sup> Entidade vinculada ao Banco Mundial: <https://www.2030wrg.org/>

plano de bacia, com ganhos significativos para a qualidade das decisões. O algoritmo da ferramenta foi programado em Matlab e utiliza o MS Excel como plataforma e entrada e saída de dados. O desenvolvimento do trabalho também contou com revisão bibliográfica, pesquisa documental, entrevistas com a diretoria da Agência PCJ, com a Secretaria Executiva dos Comitês PCJ e com representantes da Secretaria de Infraestrutura e do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SIMA), além do acompanhamento dos trabalhos do GT Cobrança do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.

## 1. A ESTRUTURA DE INTEGRAÇÃO PLANO-COBRANÇA

O processo de integração Plano-Cobrança observa a lógica proposta em Laigneau (2021) e envolve:

- Organizar o Plano de Bacia, que tem validade para o período 2020-2035, em plano de ações realistas e operacionais quanto à sua implementação, em ciclos sucessivos de curto prazo (4 a 6 anos) (BANCO MUNDIAL, 2018b)
- Detalhar as ações e os investimentos previstos para o próximo ciclo de implementação (4 a 6 anos), com especificação de metas intermediárias em concordância com os recursos financeiros disponíveis (BANCO MUNDIAL, 2018b): i) Definir o ‘plano de ações e investimentos’ do primeiro ciclo (4 a 6 anos) e seu valor global; ii) Definir os responsáveis pela execução das ações e as fontes de financiamento para o primeiro ciclo de implementação, inclusive quais ações deverão ser financiadas pela cobrança e seu custo; iii) Definir os mecanismos e valores de cobrança que permitam alcançar o valor total a ser financiado pela cobrança no primeiro ciclo; iv) Simular o abatimento da cobrança total sobre cada usuário-pagador; se necessário, reconsiderar o ‘plano de ações e investimentos’ para ajustá-lo às capacidades de pagamento dos usuários, viabilizando assim uma pactuação; e v) identificar e assegurar outras fontes de financiamento complementares à cobrança/compensação financeira.

Este processo pode ser operacionalizado na forma de exercícios ou dinâmicas conduzidas pela Agência de Bacia com a participação do Comitê. Isto requer: a hierarquização das ações a serem implementadas; o mapeamento dos benefícios e áreas a receber investimentos destas ações; a definição dos parâmetros da cobrança; o cálculo da arrecadação; o cálculo do fluxo de caixa da agência (considerando diferentes estratégias de financiamento e outras fontes de recursos); e a análise da sustentabilidade financeira das ações.

A organização do processo envolve três dimensões relevantes para o planejamento, envolvendo as ações definidas em um Plano de Bacias:

- **Dimensão dos objetivos** (Variam conforme as alternativas de arranjos de ações e custos) – O que se pretende financiar? Esta dimensão depende das necessidades da bacia identificadas no Plano, da existência de outras fontes de financiamento, das preferências dos usuários e da sua percepção dos problemas comuns;
- **Dimensão de tempo** (Variam conforme as alternativas de arranjos de prioridades e cronograma de execução ao longo dos prazos do Plano e para início e execução de cada ação) – Quando será financiado? Esta dimensão depende também das necessidades da bacia (urgência), das prioridades e preferências dos usuários, das metas definidas no plano (ex: metas de enquadramento) e da tipologia dos investimentos;
- **Dimensão de recursos** (Variam conforme os arranjos de fontes de financiamento) – Quanto temos disponível para financiar? Esta dimensão depende das características da bacia, do modelo de cobrança adotado, das demais fontes de recursos, e também da estratégia de

financiamento (ex: oneroso, não oneroso com e sem contrapartidas). Atualmente, a possibilidade de utilizar recursos da cobrança em financiamento onerosos já é considerada por algumas agências, a exemplo da PCJ a AGEVAP, observando a normatização de financiamentos reembolsáveis na Resolução No 53/2020 da ANA.

Idealmente, as três dimensões devem convergir para uma solução comum, onde os recursos disponíveis, que incluem fontes como o Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Hídrico- CFURH, outras fontes (subsídios e transferências), tarifas do setor de saneamento e a arrecadação da cobrança pelo uso da água, permitem o financiamento das ações pactuadas com a sua distribuição em um cronograma. Esta abordagem se alinha ao conceito “3T” (*tariffs, taxes and transfers*) proposto em WWC (2015) para a combinação de diferentes origens de recursos e a geração do fluxo de caixa necessário à sustentabilidade financeira do Plano. Desta forma, o resultado do processo de integração Plano-cobrança permite alinhar o conjunto de fontes e definir uma lógica de financiamento com maior sustentabilidade às ações e aos investimentos prioritários do plano de bacias, ao mesmo tempo emprestando ao modelo de cobrança maior significância e alinhamento com as demandas da bacia, os usuários pagadores e os benefícios resultantes dos investimentos. Finalmente, o processo também facilita novas pactuações no âmbito do Comitê, para adequar a participação da cobrança frente ao conjunto de fontes financeiras.

## ABORDAGEM E FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO

Considerando a quantidade de informação a ser processada e a necessidade da sua organização de forma rápida e clara para a discussão, é necessário o suporte de uma ferramenta computacional. A literatura e as experiências em campo apresentam diversas abordagens úteis neste contexto, incluindo o SVP (*Shared Vision Planning*) proposto pelo *United States Army Corps of Engineers*. Segundo Caldwell et al (2008), esta abordagem se baseia na colaboração dos usuários para a identificação de soluções de gestão de recursos hídricos a partir de três práticas comuns: planejamento tradicional de recursos hídricos, participação pública estruturada e modelagem computacional colaborativa. Abordagens de SVP auxiliam na construção de um entendimento comum sobre o sistema hídrico e de um fórum de negociação baseado em consensos para auxiliar as partes interessadas a discutir os *tradeoffs* das diferentes escolhas possíveis. Exemplos de aplicação incluem a Comissão do Rio Mekong (ICIWaRM, 2020).

Brasco-Carrera et al (2017) and Bourget et al (2011) apresentam um conceito semelhante, definido como Modelagem Colaborativa para Análise de Políticas, que integra planejamento de recursos hídricos, modelagem computacional e visualização, participação de partes interessadas e negociação, com aplicações práticas no Bagladesh Delta Plan e nos planos de sustentabilidade de recursos hídricos no Peru (GWP, 2017). No contexto do presente trabalho, o entendimento comum proporcionado por estas abordagens se baseia sobretudo em uma percepção mais abrangente das lacunas de financiamento e das necessidades de recursos frente àquilo que se deseja financiar, assim como dos modelos de cobrança possíveis e necessários.

A ferramenta aqui proposta - **Ferramenta de Apoio à Análise Integrada de Sistemas de Cobrança pela Água e Planos – FAISCA** - é composta por módulos concebidos para analisar simultaneamente um grande número de conjuntos diferentes de ações frente às diferentes possibilidades de estruturas de

financiamento, permitindo que o usuário identifique a solução (conjunto de ações e prioridades) que seja financeiramente sustentável, bem como as lacunas de financiamento presentes nas soluções atualmente praticadas. O princípio básico da ferramenta é o agrupamento das ações do plano, com seus custos e cronogramas, em “cestas”. Cada cesta representa uma possibilidade de agrupamento de ações do plano, variando crescentemente a quantidade de ações, o que permite que cada cesta seja avaliada perante os recursos disponíveis, dentre os quais a cobrança.

Para cada cesta de ações, realiza-se um cálculo de fluxo de caixa, simulando-se as receitas e os desembolsos ao longo do período de realização de cada cesta, sendo que o conjunto das cestas alcança todo o horizonte do Plano de Bacias. As receitas incluem a arrecadação com as cobranças (estadual e federal), CFURH e outras fontes já definidas. Os desembolsos são calculados a partir dos custos anualizados do valor total da cesta, conforme as ações, seus custos e cronogramas. Os detalhes da metodologia para este cálculo são apresentados a seguir, já considerando o recorte de aplicação para o Plano das Bacias PCJ 2020-2035.

### **Cálculo Financeiro e fluxo de caixa**

Cada ação  $k$  (projeto, programa ou serviço) identificada no Plano de Bacias apresenta um cronograma de investimento ao longo do horizonte de implementação, de duração  $N_k$ . Tomando-se o  $VP_{o,k}$  como sendo o valor a ser financiado para a ação  $k$ , bem como o horizonte de implementação  $N_k$  e uma taxa de juros  $r$ , calculamos o Valor Anual Equivalente Uniforme (VAUE) da ação  $k$  a partir da equação (1).

$$VAUE_k = VP_{o,k} \left[ \frac{r(1+r)^{N_k}}{(1+r)^{N_k}-1} \right] \quad (1)$$

O Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE) permite projetar um valor presente (montante a ser financiado) em uma série anual uniforme equivalente correspondente ao período do financiamento (pagamento anual do montante financiado). Como uma dada cesta é composta por várias ações, os VAUES de todas as ações são somados para a obtenção do valor anual equivalente da cesta  $i$ , conforme a equação (2)

$$VAUE_i = \sum_{k=1}^K VAUE_k \quad (2)$$

Onde  $K$  é o número de ações na  $i$ -ésima cesta.

O fluxo de caixa é calculado anualmente para cada cesta  $i$ , somando-se os valores anualizados dos custos das ações presentes na cesta ( $VAUE_i$ ) com os custos anuais de manutenção da Agência e com as receitas disponíveis: cobrança, CFURH, contrapartidas e retornos de financiamentos onerosos.

O fluxo de caixa do conjunto das cestas é analisado ao longo tempo de execução do Plano. Valores negativos indicam lacunas de financiamento em um ou mais anos, enquanto valores positivos indicam disponibilidade de recursos financeiros suficientes para financiar todas as ações da cesta.

### **Módulos de Execução da Ferramenta**

A Ferramenta de simulação apresenta a sequência de módulos de execução da Figura 1.

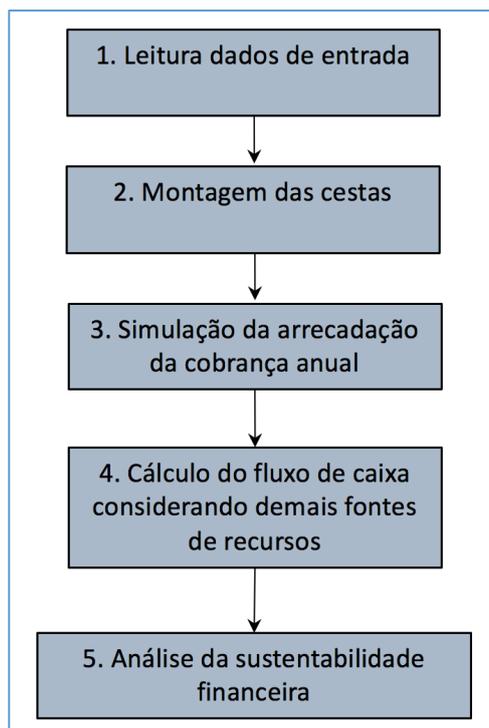


Figura 1 – Módulos de execução - FAISCA

### ***Módulo 1 - Leitura de dados de entrada***

São quatro bancos de dados, organizados em arquivos de entrada de dados em planilhas MS EXCEL.

- **Banco de dados de outorgas:** Nome do usuário; Dominialidade (federal, paulista, mineiro); Tipo de usuário (urbano, industrial, transposição, rural, etc); Tipo de uso (captação, lançamento); Município; Localização espacial (coordenadas geográficas); Volume outorgado anual; Volume medido anual; Concentração de DBO e nutrientes (quando lançamento); Eficiência tratamento para DBO e nutrientes (quando lançamento); Tipo de sistema de irrigação.
- **Coefficientes e PUBs da cobrança:** PUBs por dominialidade e tipo de uso; Coeficientes multiplicadores das equações da cobrança.
- **Banco de dados do Plano de Ações:** Ações definidas no Plano; Tema estratégico das ações; Valor das ações (investimentos); Prazo inicial e final de execução das ações; Responsáveis indicados para a execução (concessionárias, municípios, etc); Grau de prioridade (muito alta a muito baixa); Fonte de financiamento (Cobrança, Fehidro, outras fontes); Tipo de financiamento (oneroso ou não oneroso) para ações financiadas pela cobrança; Percentual de contrapartida para ações financiadas pela cobrança; Prazo inicial e final para recebimento do empréstimo oneroso; Juros para anualização dos investimentos; Definição dos critérios de priorização das ações (fonte de financiamento, grau de prioridade, tema estratégico, prazos, etc); Valor arrecadado de outras fontes de financiamento; Custos administrativos da agência; Juros de inflação para correção da cobrança e custos operacionais da agência; Valor inicial no caixa da Agência (início da simulação).
- **Coefficientes de espacialização da cobrança:** Definição das ações potencialmente sujeitas à espacialização da cobrança; Tipo de influência da ação (direta ou indireta); Localização (sub-bacia) das áreas de influência das ações sujeitas à espacialização da cobrança; Valor dos coeficientes de espacialização da cobrança conforme o tipo de influência.

## Módulo 2 - Montagem das Cestas de Ações

O Módulo 2 produz um conjunto de cestas de ações - sendo que cada cesta é uma solução possível de ações a serem financiadas - e calcula o investimento total necessário para cada cesta (Figura 2). A configuração das cestas é feita de forma sequencial, onde a primeira cesta contém uma ação e a última cesta contém todas as ações.

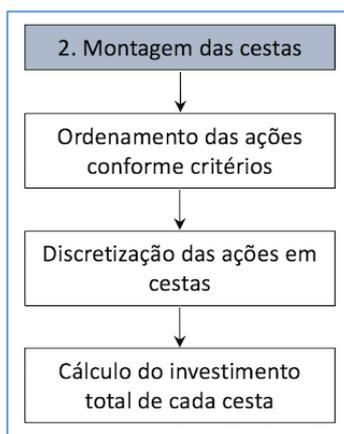


Figura 2 – FAISCA - Módulo 2 - Montagem das cestas de ações

A partir da cesta #1, cada cesta subsequente recebe uma ação adicional, de modo que cada cesta inclui todas as ações da cesta anterior, mais uma, até que a última cesta contenha todas as ações no arquivo de entrada de dados. A escolha da ação adicional para configuração da cesta subsequente é feita seguindo-se o ordenamento das ações conforme o conjunto dos critérios definidos pelo usuário (inseridos no arquivo de entrada do Banco de Dados do Plano de Ações, Módulo 1). A lista de critérios é apresentada na Tabela 1. O analista define os números na coluna “ordem da cesta” conforme a prioridade dada a cada critério.

Tabela 1 – Ordenamento de prioridades para composição das cestas de ações

Sigla Critério	Critério	Ordem da cesta
Ordem_Prioridade	Prioridade	2
Ordem_Tema	Tema Estratégico	5
Investimentos	Investimentos	6
Prazo_Inicio	Prazo inicial da ação	3
Prazo_Fim	Prazo final da ação	4
Fontes_Financiamento	Fontes de Financiamento	1

Para o critério “Tema Estratégico”, como existem várias ações dentro de um mesmo tema, um segundo critério é aplicado, seguindo-se a lista da Tabela 2, conforme a prioridade do tema estratégico. O analista entra com o número da ordem na coluna “Ordenamento da prioridade do tema”.

Tabela 2 – Priorização dos temas estratégicos para a composição das cestas de ações

No do tema estratégico	Sigla	Tema estratégico	Ordenamento da prioridade do tema
1	ECA	Enquadramento dos Corpos d'água superficiais	4
2	GSH	Garantia de Suprimento Hídrico e Drenagem	3
3	CRF	Conservação e Uso do solo e da água no meio rural e recomposição florestal	5
4	AS	Águas subterrâneas	6

5	EA	Educação ambiental, integração e difusão de pesquisas e tecnologias	2
6	GRH	Gestão de recursos hídricos	1

### Módulo 3 - Simulação da arrecadação da Cobrança anual

O Módulo 3 simula os valores arrecadados pelos modelos de cobrança estadual e federal (conforme equações detalhadas para as cobranças São Paulo, Minas Gerais e Federal). O cálculo é feito por usuário individual e por classe ou tipo. A Figura 3 ilustra o algoritmo para o cálculo.

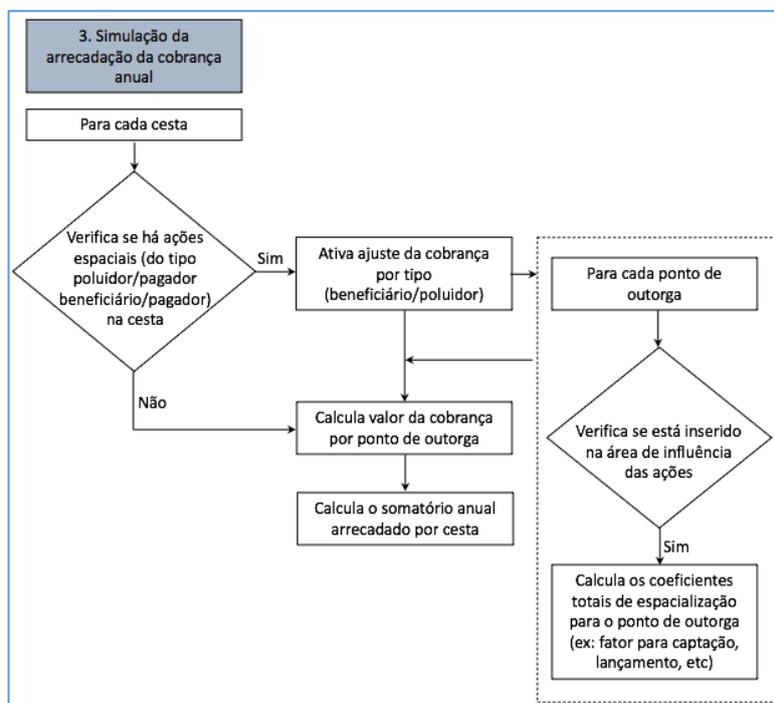


Figura 3 – FAISCA - Algoritmo Módulo 3 – Arrecadação cobrança

### A lógica dos coeficientes de espacialização da cobrança

A FAISCA apresenta aqui uma inovação significativa, que permite discutir a cobrança com base em critérios especiais, e não apenas de modo uniforme para todo o território da bacia.

Por trás de todo o mecanismo de cobrança enquanto instrumento econômico de gestão existe uma lógica de alocação de recursos naturais na bacia. É esta alocação que determina a diferença entre um usuário que paga como forma de internalizar um passivo produzido pelo mesmo (poluidor-pagador e usuário-pagador) e um usuário que paga como forma de retribuir por um benefício auferido pelo mesmo (ex: usuários beneficiados pela melhoria na disponibilidade hídrica). Entretanto, os modelos de cobrança atualmente implementados no Brasil ainda não trazem de forma clara esta lógica e os pagamentos não são definidos a partir da mesma. A abordagem aqui proposta busca resgatar este aspecto como hipótese de trabalho.

Mesmo em se tratando de qualidade da água, esta diferença entre poluidor-pagador e beneficiário-pagador nem sempre é evidente. A partir de qual limiar de concentração de um determinado parâmetro de carga um usuário a montante, emitindo a carga deste constituinte, deixa de ser exclusivamente um “poluidor-pagador” e passa a produzir um benefício em melhoria na qualidade da água para usuários de

jusante? Neste caso, seria justo que os usuários de jusante fossem considerados “beneficiários-pagadores” e também compartilhassem da cobrança, como forma de contribuir para a realização da ação que os beneficia? Similarmente, o usuário de jusante, beneficiário de uma obra de drenagem, poderia ser considerado um “beneficiário-pagador”?

A resposta a estas perguntas depende de como os usuários da bacia percebem os problemas e alocam os recursos naturais (neste caso a água bruta) e de como decidem distribuir os benefícios e os custos das ações necessárias. Se o ônus da cobrança é maior sobre os usuários a jusante, que pagariam pela melhoria na qualidade da água como um benefício, temos que a alocação do recurso natural privilegia os usuários de montante, responsáveis pelo lançamento dos constituintes. Se o ônus da cobrança é maior sobre os usuários responsáveis pelos lançamentos, que pagariam para internalizar uma parte maior da poluição, temos que a alocação do recurso natural privilegia os usuários de jusante.

A decisão quanto sobre quem deve incidir o maior ônus da cobrança é, portanto, uma decisão de alocação de recursos naturais, custos e benefícios, a ser discutida e pactuada pelos usuários na bacia. Para dar suporte a este processo de discussão e tomada de decisão, esta ferramenta de simulação permite a configuração de um coeficiente de espacialização da cobrança para representar a lógica escolhida pelos usuários da bacia sobre a alocação da , os custos e benefícios das ações. O coeficiente de espacialização permite diferenciar a cobrança conforme a posição, as contribuições e os benefícios recebidos por cada usuário em relação a um conjunto específico de ações.

Cabe destacar que não se propõe uma lógica única de alocação para toda a bacia, podendo um determinado usuário ser considerado poluidor-pagador em relação a uma determinada ação e beneficiário-pagador para outra. Para cada ação, são identificadas a área de intervenção (área onde serão feitos os investimentos) e a área de influência (área sujeita às alterações causadas pela intervenção, por exemplo, alterações na qualidade e disponibilidade hídrica). Normalmente, a área de influência localiza-se a jusante da área de intervenção, excetuando-se casos de transposições de bacia. Portanto, a determinação da lógica leva em consideração o tipo da ação, permitindo três categorias:

- **Igualitária:** Ação para a qual não há diferenciação no coeficiente de espacialização entre os usuários na área de intervenção e aqueles na área de influência. A prática corrente da cobrança na bacia é um exemplo.
- **Poluidor-pagador:** Ação para a qual usuários localizados na área de intervenção da ação devem pagar mais do que usuários na área de influência (coeficiente de espacialização majorado para a área de intervenção onde estão localizados os usuários “poluidores”). Aplica-se, por exemplo, em ações de recuperação do solo e de qualidade da água (estações de tratamento de efluentes) onde existe um passivo ambiental normalmente envolvendo tratamento secundário de efluentes.
- **Beneficiário-pagador:** Ação para a qual usuários localizados na área de influência devem pagar mais do que usuários na área de intervenção (coeficiente de espacialização majorado para a área de influência). Aplica-se, por exemplo, a ações de melhoria no sistema hídrico, como construção de reservatórios, transposições e projetos de recuperação ambiental na bacia hidrográfica. Ações envolvendo tratamento terciário para remoção de nutrientes podem também ser enquadradas nesta categoria, desde que os recursos auferidos sejam destinados integralmente a apoiar a ação pretendida.

A Figura 4 ilustra o conceito empregado para o ajuste, onde um investimento hipotético ocorre na área onde se localiza a outorga “C”. Neste caso, ambas as outorgas “C” e “D” têm as suas cobranças aumentadas em relação ao restante da bacia, porém a cobrança sobre a outorga “D” é diferenciada da outorga “C” uma vez que “D” é considerado um usuário beneficiário dos investimentos realizados na área onde se localiza “C”.

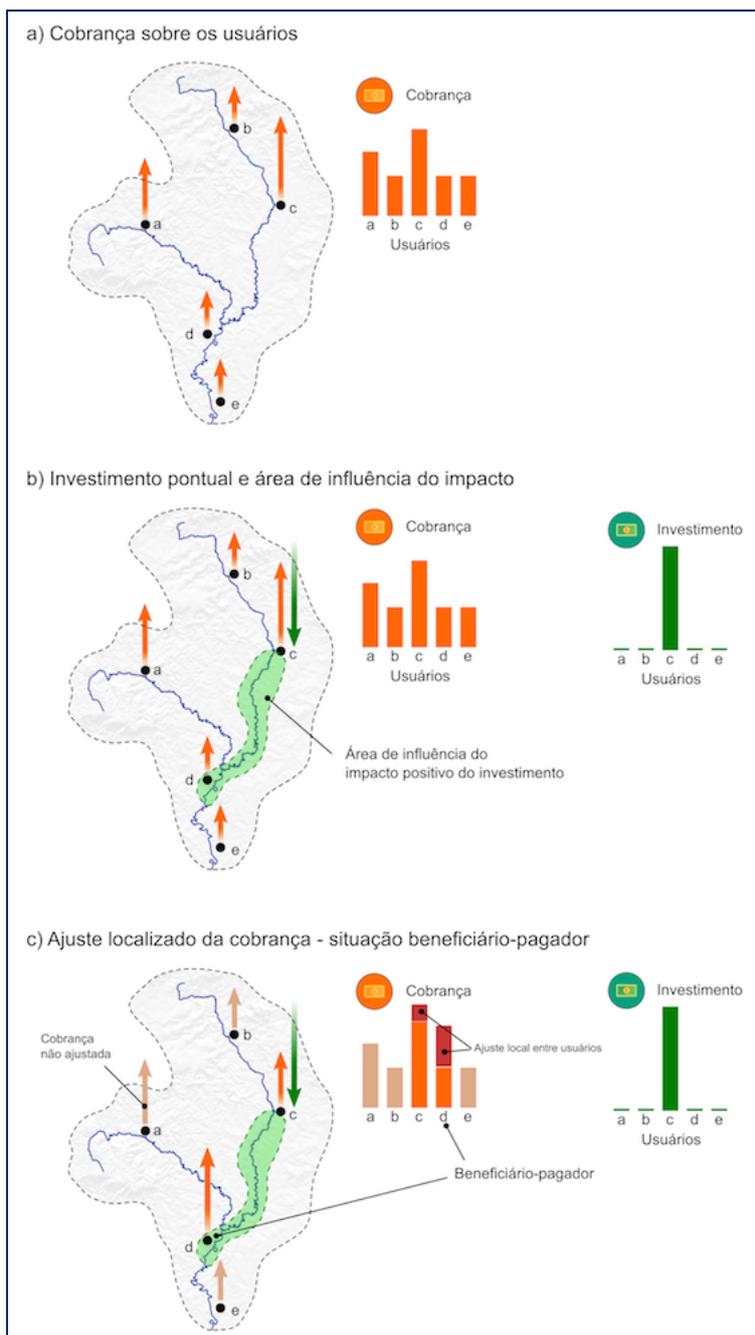


Figura 4 – Conceito adotado para o coeficiente de espacialização da cobrança

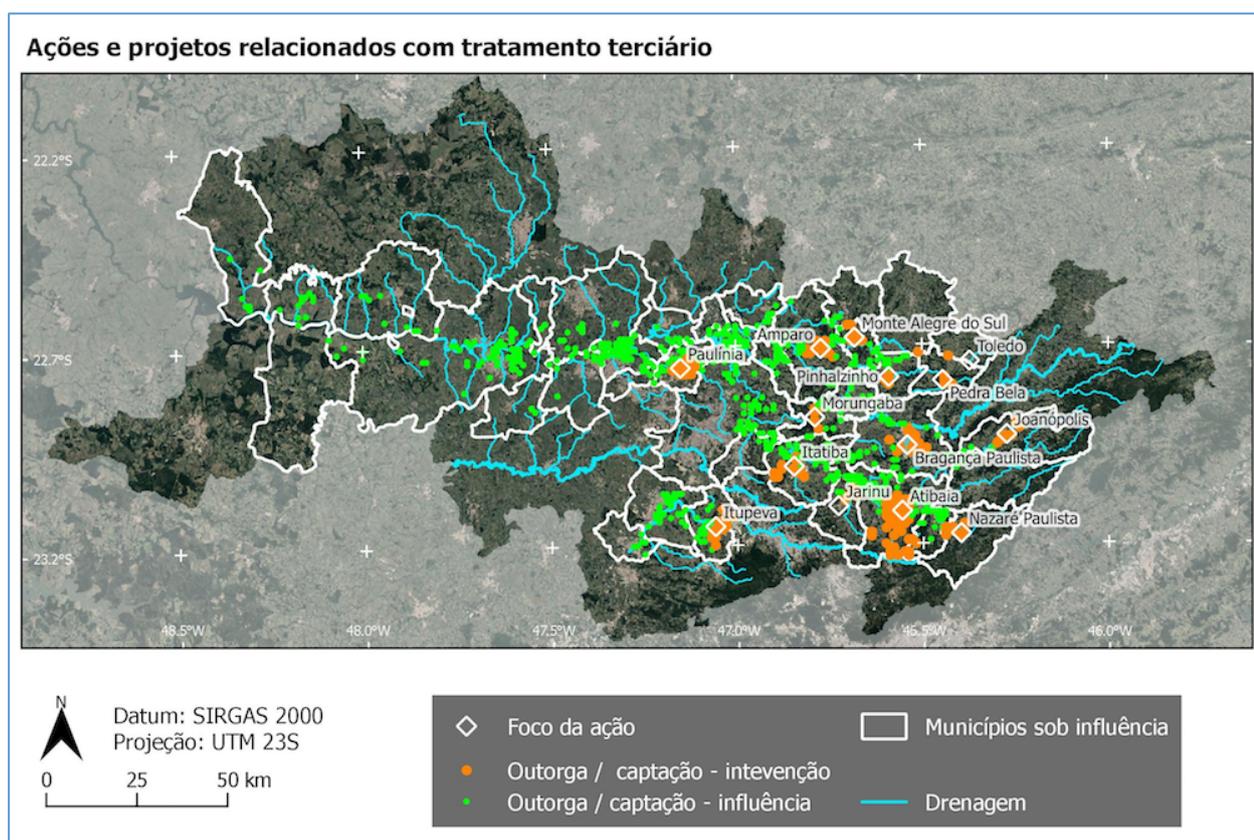
Finalmente, o coeficiente de espacialização é definido a partir da lógica adotada para as ações e da posição geográfica do usuário em relação à ação (se o mesmo se encontra na área de influência ou na área de intervenção). O coeficiente de espacialização depende de cinco informações:

- (1). Posição geográfica da ação
- (2). Área de intervenção da ação (delimitada manualmente)
- (3). Área de influência da ação (delimitada manualmente)
- (4). Lógica da ação (igualitária, beneficiário-pagador, poluidor-pagador)
- (5). Posição geográfica do usuário, representada pelas coordenadas das outorgas do mesmo

As áreas são delimitadas utilizando-se agrupamentos de AC, áreas de contribuição, otocodificadas, já definidas pela ANA e identificadas no Plano PCJ. Para cada ação, a área de intervenção é o agrupamento de ACs dentro das quais estão localizadas as coordenadas geográficas da ação. A área de influência é o

agrupamento das ACs que drena para o corpo hídrico que sofre algum tipo de influência a partir da ação (ex: melhoria na qualidade da água ou aumento na disponibilidade hídrica. Em seguida são identificados os pontos de outorga (lançamento e captação) localizados dentro destas áreas. A identificação das áreas é feita em nível de pré-processamento<sup>8</sup>, utilizando um algoritmo de mapeamento que compara a posição geográfica do ponto de outorga com o ponto de localização da ação.

A partir da lógica atribuída à ação, aplicam-se os coeficientes de espacialização nas áreas. A partir da identificação de onde um ponto de outorga se encontra (área de influência ou área de intervenção), o referido coeficiente de espacialização é multiplicado pelo PUB no cálculo da cobrança para o ponto de outorga. O valor dos coeficientes de espacialização é definido pelo analista. A figura 5 apresenta um exemplo do resultado de delimitação de áreas de intervenção e influência para um conjunto de ações e projetos previstos no Plano e relacionados com o tratamento terciário, em um conjunto de municípios identificados como prioritários no Plano de Bacias PCJ.



**Figura 5. FAISCA - Áreas de intervenção e influência – ações e projetos relacionados com tratamento terciário**

#### Módulo 4 - Simulação do fluxo de caixa

O Módulo 4 simula o fluxo de caixa da Agência para todo o horizonte de planejamento do Plano de Bacia, considerando as receitas (arrecadações da cobrança, contrapartidas financeiras, retornos de financiamento oneroso com recurso da cobrança e outras fontes) e os desembolsos (custeio operacional da agência, investimentos nas ações do plano). Em casos de financiamento oneroso com recursos da cobrança, o retorno do principal e dos juros é adicionado às receitas futuras, considerando um período de pagamento definido pelo analista. O algoritmo para o Módulo 4 é apresentado na Figura 6.

<sup>8</sup> Nível de pré-processamento refere-se à preparação dos dados para execução da simulação

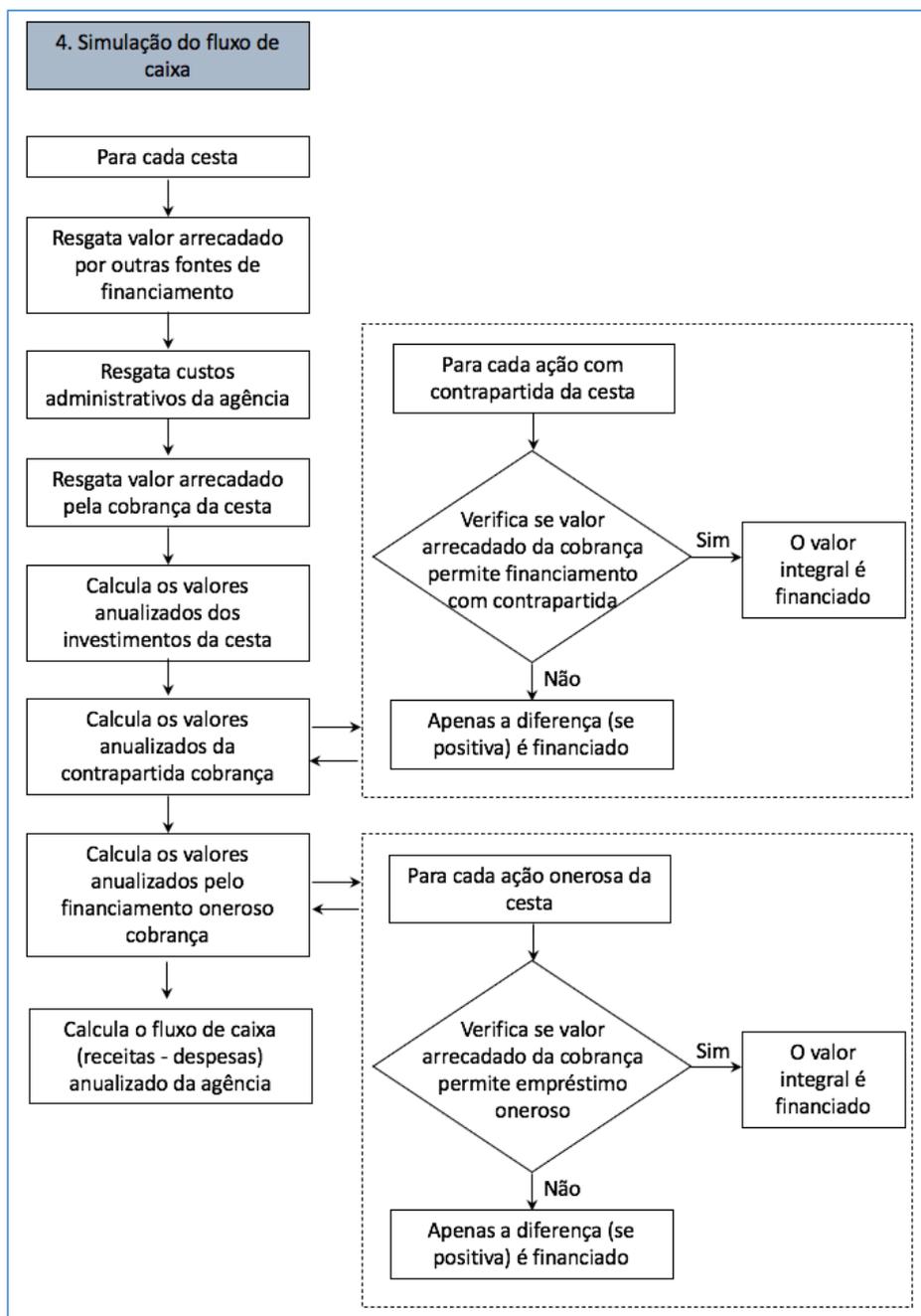


Figura 6 – FAISCA - Módulo de Simulação do fluxo de caixa

### Módulo 5 – Resultado final e exemplo para o PCJ

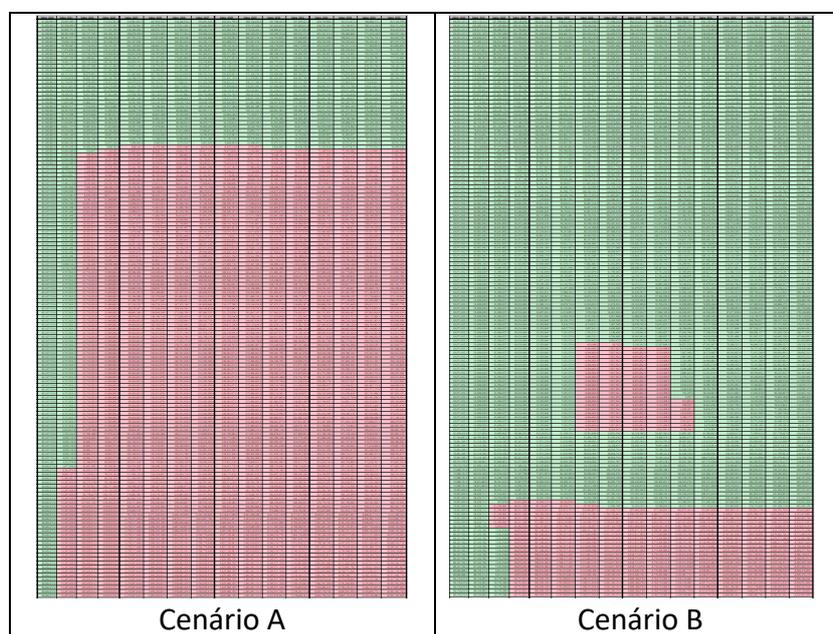
O Módulo 5 escreve os resultados de toda a simulação em um conjunto de planilhas MS EXCEL, com as seguintes informações: Planilha de sustentabilidade financeira das cestas (fluxos de caixa para cada cesta); Valores anualizados das ações contempladas em cada cesta; Resultado individual da cobrança (por ponto de outorga); Resultado agregado da cobrança por classe de uso; Resultado dos valores das contrapartidas; Resultado dos valores de receita produzidos pelo financiamento oneroso; Resultado total da cobrança por tipo (de uso e usuário) e dominialidade; Conjunto de gráficos dos fluxos de caixa para um grupo de cestas pré-selecionado.

A Figura 7 apresenta dois exemplos de resultado, em forma matricial, do mapeamento dos fluxos de caixa de diferentes cestas de ações do Plano de Bacias PCJ, para a simulação de dois cenários distintos. Cada linha na matriz representa o fluxo de caixa de uma dada cesta com um conjunto de ações. As

cestas são ordenadas por número de ações (ex: a primeira linha corresponde à primeira cesta, que contém apenas uma ação, e descreve o fluxo de caixa da respectiva cesta). As linhas abaixo contêm uma ação adicional cada, por ordem de prioridade, até a última linha, que representa o fluxo de caixa da última cesta, com todas as ações do Plano. Cada coluna na matriz representa um ano no horizonte de planejamento (2020-2035). As células em verde indicam fluxo de caixa positivo e as células em vermelho indicam fluxo de caixa negativo (lacuna de financiamento).

O cenário A apresenta os modelos de cobrança e financiamento atuais em vigência. O cenário B apresenta uma das inúmeras modificações que se pode fazer, neste caso com acréscimo da cobrança pelo lançamento de Fósforo e Nitrogênio na bacia, ajustes especializados da cobrança, financiamento oneroso de ações pre-especificadas e aumento 30% no PUBs da cobrança. O financiamento oneroso é limitado a 50% dos recursos arrecadados pela cobrança e configurado como um % variável conforme o custo da ação, variando de 10% a 100%. As contrapartidas foram configuradas para ambos os cenários, aplicadas em algumas ações que abrangem municípios e concessionários de serviços de saneamento, limitadas aos recursos disponíveis da cobrança.

Ambos os cenários contam com aporte de 1,365 R\$ milhões anuais de outras fontes (CFURH) e um custeio da Agência de 4 R\$ milhões/ano, conforme previsto no Plano. O conjunto total de ações a serem financiadas é de 143 (das 120 ações originais listadas no plano, algumas foram divididas em sub-ações, conforme os municípios alvo dos investimentos, resultando em 143). O custo total das 143 ações listadas é de R\$7,62 bilhões no horizonte 2020-2035.



**Figura 7 – Resultados FAISCA para bacias PCJ. Simulação Cenário A (cobrança atual) e Cenário B (acrécimo de cobrança pelo lançamento de Fósforo e Nitrogênio na bacia, com ajustes especializados, financiamento oneroso de ações pre-especificadas e aumento 30% no PUBs da cobrança)**

O Cenário A apresenta uma arrecadação da cobrança de R\$43,91 milhões a partir do 1º ano, e o Cenário B, uma arrecadação de R\$85,15 milhões. O cenário A permitiu financiar um total de 32 ações sem lacunas de financiamento, cujo custo total foi de R\$362.364 milhões (corresponde à última linha na matriz à esquerda onde todas as células são verdes). Já o Cenário B permitiu o financiamento de um grupo de 80 ações sem lacunas de financiamento, cujo custo total foi de R\$653.453. Entretanto, à medida que outras ações recebem financiamento oneroso no cenário B, um conjunto maior de 120 ações poderia ser financiado sem lacunas, cujo custo total foi de R\$1,002 bilhões. A evolução dos aportes com o financiamento oneroso, com recursos da cobrança e contrapartidas financeiras, aparece na Fig.8.



**Figura 8 – Resultados FAISCA para bacias PCJ. Resultados de aportes a partir do financiamento oneroso com recursos da cobrança e de contrapartidas financeiras, Cenário B.**

É possível verificar que o aporte de financiamento oneroso atinge valores mais altos em 2024-2027, sendo reduzido após este período. Isto ocorre devido à finalização das ações com financiamento oneroso, que se concentram neste período. Como o financiamento oneroso é definido por ações específicas do plano, o mesmo pode ser reconfigurado a cada ciclo de de quatro anos de planejamento, o que permite explorar mais amplamente o seu potencial reinvestido em outras ações com os montantes arrecadados, em um efeito “bola de neve” ao longo de todo o período de financiamento. Por limitações de espaço, os resultados aqui apresentados não exploram este aspecto, porém, é possível perceber parcialmente este efeito no valor em caixa no último ano do horizonte de planejamento. Enquanto o Cenário A finaliza o período de planejamento com R\$94,23 milhões em caixa financiando 32 ações e R\$362.364 milhões, o Cenário B finaliza com R\$515,33 milhões em caixa, financiando 120 ações e R\$1,002 bilhões.

### ***Lógica de Aplicação do FAISCA***

Para cumprir o propósito de dar suporte à melhoria na efetividade da Cobrança e Planos de Bacia e operacionalizar a estrutura de integração proposta em Laigneau et al (2021) de inspiração francesa conforme estrutura em Johnsson et al (2021), o emprego da FAISCA em um exercício de *Shared Vision Planning* segue a seguinte procedimento:

- I. Listagem do plano de ações e investimentos para a bacia, com identificação das ações do 1º ciclo (4 a 6 anos) e ciclos sucessivos, com respectivos valores e cronograma;
- II. Identificação e mapeamento das áreas de intervenção e influência das ações do 1º ciclo (área de impacto dos principais benefícios);
- III. Ajuste inicial do modelo de cobrança para o financiamento de algumas ações do 1º ciclo, com possibilidade de alteração de parâmetros e PUBs conforme as áreas de impacto dos principais benefícios identificados em (2). O resultado é o modelo de cobrança a ser simulado, seguido do mapeamento da arrecadação (indicação conforme a localização dos usuários, quantidade de água faturada por cada usuário no modelo de cobrança e PUB aplicado);
- IV. Ajuste das condições iniciais de financiamento.
- V. As etapas I a IV definem as condições iniciais para a primeira simulação. As etapas seguintes dão sequência ao processo;
- VI. Executa a primeira simulação;
- VII. Verificação dos resultados: ações financiáveis no tempo e lacunas de financiamento;

- VIII. Apresentação dos resultados à equipe técnica de análise para discussão:
- As ações listadas nas cestas com fluxo de caixa positivo atendem às expectativas dos usuários?
  - Elencar e discutir propostas para sanar as lacunas de financiamento identificadas: buscar novas fontes de recursos, alterar o cronograma de algumas ações, alterar o valor de algumas ações, alterar coeficientes nos modelos de cobrança, alterar a ordem de prioridade de algumas ações.
- IX. Organizar as propostas de alteração e reconfigurar o modelo para simulações subsequentes;
- X. Retorna ao passo VI – Quais as melhorias identificadas?
- XI. Finaliza o ciclo de análise quando os usuários estabelecerem acordo sobre a lista de ações financiadas e parâmetros do modelo de cobrança;
- XII. No próximo ciclo de planejamento, a lista de ações e investimentos é atualizada, conforme investimentos já realizados, e o processo se repete. As condições iniciais são o valor em caixa da agência. O modelo de cobrança pode então ser revisado novamente conforme os resultados obtidos.

## CONCLUSÕES

Avanços significativos na elaboração dos Planos de Bacia, como é o caso do PCJ aqui estudado, já são percebidos no Brasil. Entretanto, o instrumento Cobrança pelo uso da Água permanece sem diretrizes associadas às ações pactuadas, seus custos, à localização destas ações na bacia e principalmente aos benefícios resultantes. O presente artigo traz como pressuposto que a produção dessas diretrizes, bem como o propósito e transparência dos processos decisórios sobre mecanismos e valores de cobranças, depende de uma integração de mão-dupla entre Cobrança e Plano. A ferramenta proposta mostrou que pode contribuir para operacionalizar esta integração, ao mesmo tempo prestando suporte à engenharia financeira para a implementação das ações do Plano de Bacias com visão de curto e longo prazos. Os resultados indicam que existem um potencial significativo de alavancagem de recursos com o instrumento Cobrança, permitindo o financiamento de ações não apenas no âmbito da gestão, mas também na área do saneamento e qualidade da água. Os resultados da aplicação dos conceitos e da ferramenta FAISCA aqui proposta contribuem para uma maior efetividade não apenas do instrumento Cobrança, mas sobretudo do próprio Plano de Bacias, ao possibilitar aos usuários a definição e priorização de um conjunto de ações mais realistas e financeiramente sustentáveis a longo prazo.

## AGRADECIMENTOS

Ao WRG 2030, pela autorização da publicação dos resultados parciais do projeto em curso. Ao Eng. MSc. Iporã Possanti pela elaboração dos mapas e figuras.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas - ANA (Brasil) (2017a). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília. <https://doi.org/10.5700/rausp1110>

BANCO MUNDIAL (2018a). Diálogos para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil. Volume I: Relatório Consolidado. Brasília: Banco Mundial.

BANCO MUNDIAL (2018b). Diálogos para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil. Volume II: Relatório Consolidado (Anexos). Brasília: Banco Mundial.

Basco-Carrera, L. Warren, A.; van Beek, E.; Jonosli, A.; Giardino, A. (2017). Collaborative modelling or participatory modelling. A framework for water resources management. *Env. Modelling and Software*, v.91, pp.95-110.

Bourget L. (Ed.) (2011) *Converging Waters: Integrating Collaborative Modeling with Participatory Processes to Make Water Resources Decisions*. Institute for Water Resources, US Army Corps of Engineers, Alexandria, VA.

COMITÊS PCJ/AGÊNCIA PCJ (2020a). *Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2020-2035: Relatório Final*. Porto Alegre: Consórcio Profill-Rhama, Agência PCJ. Agosto.

Langsdale, S., Beall, A., Bourget, E., Hagen, E., Kudlas, S., Palmer, R., Tate, D. and Werick, W. (2013) Collaborative modeling for decision support in water resources: principles and best practices. *Journal of the American Water Resources Association* 49(3) pp.629–638.

MARQUES, G.; FREITAS, P.; MOLEJON, C.; FORMIGA-JOHNSSON, R.M. (2018). *Diálogos para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil. Volume V – Tema 4: Sustentabilidade Financeira*. Brasília: Banco Mundial, 151 p.

MARQUES, G. F.; FREITAS, P.; MOLEJON, C.; FORMIGA-JOHNSSON, R.M. (2018). *Diálogos para o aperfeiçoamento da Política e do Sistema de Recursos Hídricos no Brasil. Volume V – Tema 4: Sustentabilidade Financeira*. Brasília: Banco Mundial, 151 p.

OCDE [Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico] (2015). *Governança dos recursos hídricos no Brasil*. Paris: OECD Publishing.

OCDE [Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico] (2017). *Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil: Caminhos a seguir*. Paris: Éditions OCDE.

Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. (2015). As múltiplas dimensões da crise hídrica. *Revista USP • São Paulo • n. 106 • p. 21-30 • julho/agosto/setembro 2015*.

WORLD WATER COUNCIL; OECD. *Water: Fit to finance? Catalyzing national growth through investment in Water Security. Report of the High Level Panel on Financing Infrastructure for a Water-Secure World*. April 2015.

Laigneau, P.; Johnsson, R.M.F.; Marques, G.F.; Goldenstein, S.; Bonilha, I. (2021). A experiência francesa de planejamento de bacias hidrográficas vinculada à cobrança pelo uso de recursos hídricos. *XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ISSN 2318-0358)*

Johnsson, R.M.F.; Laigneau, P.; Marques, G.F.; Goldenstein, S.; Bonilha, I. (2021). *Articulação entre Planos de bacia & Cobrança pelo uso da água – Reflexões e propostas a partir do caso das Bacias PCJ*. *XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ISSN 2318-0358)*