

## **O PROCESSO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO PARANAÍBA, BRASIL**

*Gabriela Pacheco Corrêa<sup>1\*</sup>; José Antônio Oliveira de Jesus<sup>2</sup>; Inês Persechini<sup>3</sup>; Luiz Carlos Petelinkar<sup>4</sup>; Bruna Miró Tozzi<sup>5</sup>; Rafael Fernando Tozzi<sup>6</sup>; Carlos Eduardo Curi Gallego<sup>7</sup>; Alceu Guerios Bittencourt<sup>8</sup>; Carlos Alberto Amaral de Oliveira Pereira<sup>9</sup>*

**Resumo** – Com o intuito de assegurar as demandas hídricas atuais e futuras em padrões adequados aos respectivos usos da água, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) estabeleceu o enquadramento dos corpos d'água superficiais como um dos instrumentos de avanço na gestão das águas no Brasil. O presente trabalho, elaborado pela COBRAPE – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos para a ANA – Agência Nacional de Água, apresenta a complexidade na construção metodológica das etapas envolvidas no processo de enquadramento das águas superficiais a partir do estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Paranaíba, no âmbito do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. As discussões acerca das cargas poluidoras, da adoção de valores de vazão da referência e dos critérios para o traçado dos custos e metas foram de grande importância para a delimitação da metodologia apresentada. A análise final considerou as cargas de origem doméstica e as vazões de referência  $Q_{7,10}$  para o estado de Minas Gerais e  $Q_{95\%}$  para os estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, além do Distrito Federal.

**Palavras-Chave** – corpos hídricos superficiais; enquadramento

### **SURFACE WATER CLASSIFICATION: CASE STUDY OF THE PARANAÍBA RIVER BASIN, BRAZIL**

**Abstract** – In order to ensure current and future water demands according to appropriate water uses, the PNRH determined the classification of surface water as an instrument of improvement for water management in Brazil. This study produced by COBRAPE for ANA presents the complexity of methodological construction about the steps involved in the classification process of surface water according to the case study of Paranaíba River Watershed, into the Water Resource Plan of Paranaíba River Watershed. The discussion about watershed pollutant loads, reference flow values and cost analysis criteria were great importance for delineation of the methodology presented. The final analysis considered domestic loads and reference flow  $Q_{7,10}$  for MG and  $Q_{95\%}$  for GO, MS and DF.

**Keywords** – surface water; classification

### **INTRODUÇÃO**

A promulgação da Lei Federal nº 9.433/97, através de uma série de diretrizes gerais de ações e de instrumentos para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH),

<sup>1\*</sup> Eng<sup>a</sup>. Sanitarista e Ambiental da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. gabrielapaco@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Coordenador Técnico da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. tonico@cobrape.com.br

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup>. Civil, Consultora Externa da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. ines.persechini@gmail.com

<sup>4</sup> Eng. Civil, Consultor Externo da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. petelinkar@gouvea.com.br

<sup>5</sup> Eng<sup>a</sup>. Civil da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. brunamiro@cobrape.com.br

<sup>6</sup> Eng. Civil da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. rafaeltozzi@cobrape.com.br

<sup>7</sup> Coordenador da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. cadu@cobrape.com.br

<sup>8</sup> Diretor Presidente da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. alceu@cobrape.com.br

<sup>9</sup> Diretor Técnico da COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos. carlosalbertopereira@cobrape.com.br

representou um grande avanço na gestão dos recursos hídricos do Brasil com o intuito de assegurar as demandas hídricas atuais e futuras em padrões qualitativos e quantitativos adequados aos respectivos usos da água. Um dos instrumentos da PNRH é o enquadramento dos corpos d'água superficiais, classificado pelo Sistema de Classes disposto na Resolução CONAMA nº 357/2005.

A finalidade do enquadramento é estabelecer o nível de qualidade a ser mantido ou alcançado em um segmento de curso hídrico ao longo do tempo. Os procedimentos gerais para a elaboração da proposta de enquadramento, estabelecidos pela Resolução CNRH nº 91/2008, contemplados os estudos de diagnóstico, de prognóstico, a análise dos custos e das metas, e o programa de efetivação. Na etapa final, o material gerado segue para a análise e deliberação por parte do Comitê de Bacia Hidrográfica, que viabiliza a implementação do Programa de Efetivação através de mecanismos de comando e controle (fiscalização das fontes poluidoras, outorgas, aplicação de multas, termos de ajustamento de condutas), disciplinamento (zoneamento do uso do solo, criação de Unidades de Conservação, etc.), e econômicos (cobrança pelo lançamento de efluentes, subsídios para redução da poluição, dentre outros). (ANA, 2009)

É importante destacar que, como colocado pela Secretaria dos Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU/MMA, 1999, citado por ANA, 2009), um dos principais problemas para realização do enquadramento, segundo os próprios Estados, é a falta de metodologia para o processo como um todo. Nesse sentido, o presente trabalho, elaborado pela COBRAPE, tem o objetivo de apresentar a discussão a respeito da complexidade na construção metodológica dos estudos envolvidos durante a elaboração da Proposta de Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, parte integrante do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba, que encontra-se em processo de aprovação por parte do Comitê de Bacia. O trabalho apresenta também as decisões tomadas no processo participativo com visão de metas realistas e progressivas para a bacia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Paranaíba está localizada entre os paralelos 15° e 20° sul e os meridianos 45° e 53° oeste, sendo a segunda maior unidade hidrográfica da Região Hidrográfica do Paraná (25,4% de sua área), que corresponde a uma área de drenagem de 222.593 km<sup>2</sup> (Figura 1).

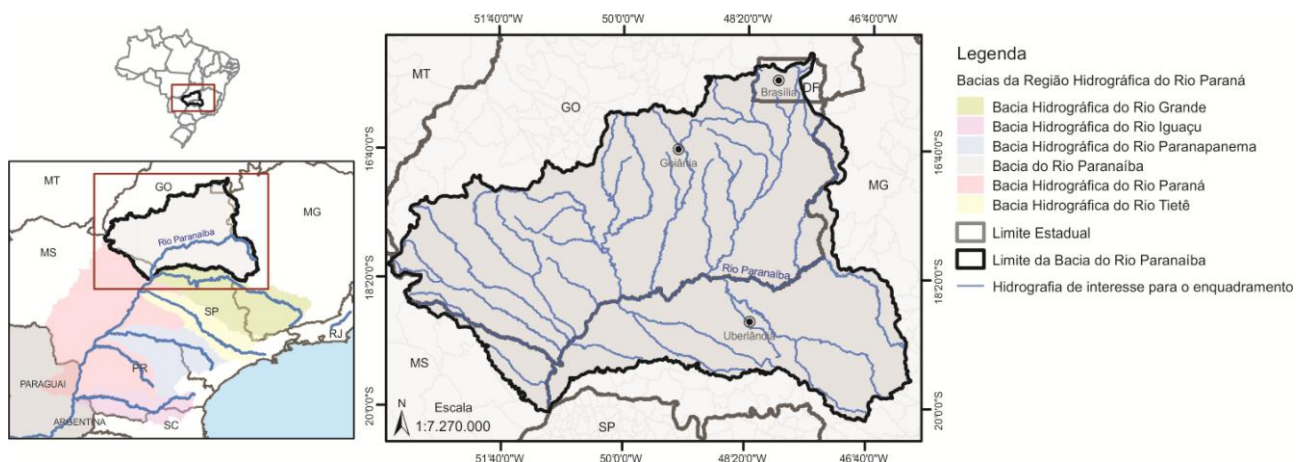


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba

Localizada na região central do Brasil, a bacia e abrange parte dos Estados de GO, MG, toda parte urbanizada do DF e uma pequena parcela do Estado do MS, totalizando 197 municípios e o DF, representando uma população de 8.549.093 habitantes, conforme o Censo IBGE 2010. Dessa população, 94% representam a parcela urbana, sendo 61% dela concentradas municípios de Anápolis, Aparecida de Goiânia, Goiânia, Brasília e Uberlândia, além do Distrito Federal. A seleção da rede hidrográfica do enquadramento foi determinada de modo que refletisse a representatividade do corpo hídrico para a bacia em termos de extensão, volume de água, carga lançada, monitoramento de qualidade da água e unidade de conservação.

## Diagnóstico

Na etapa de Diagnóstico foram identificados os usos da água existentes e futuros e realizadas as análises referentes à condição atual da qualidade hídrica, às possíveis fontes de poluição e às estimativas das cargas poluidoras. Como produto final foi apresentado a Matriz de Enquadramento.

A identificação dos usos da água foi feita através dos Cadastros de Outorgas Estaduais e do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH – ANA), do Atlas de Abastecimento Urbano de Água, das imagens do Google Earth, das observações do sobrevoo, de informações técnicas conhecidas e de contribuições recebidas durante as reuniões públicas e com o Comitê da Bacia. A delimitação dos trechos de rio se deu conforme a homogeneidade dos usos de cada corpo hídrico articulada às informações sobre o nível de tratamento da água para abastecimento humano e o tipologia de cultivo de irrigação. De acordo com essas informações, foi feita a proposta de classes para cada trecho de rio. Posteriormente, foi feita a análise da condição atual da qualidade hídrica através da desconformidade com a classe proposta, separando o período seco e o chuvoso.

A estimativa das cargas poluidoras se concentrou nos 170 municípios com sede urbana dentro da bacia e avaliou os parâmetros de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total (P<sub>t</sub>) e coliformes termotolerantes (CT) das cargas doméstica. A estimativa foi feita para cada uma das 7.572 células (formadas pelo cruzamento das 4.741 *ottobacias* do *shapefile* do milionésimo da ANA e limites municipais – cada *ottobacia* corresponde a um *ottotrecho* ou trecho de rio). A estimativa das cargas foi feita para a condição atual (situação no ano de 2010), para o cenário tendencial (situação no ano de 2030, mediante a projeção da condição atual), e para o cenário PLANSAB Ampliado (situação no ano de 2030, delimita por programas e planos existentes e projetados). Neste último, os valores dos índices de coleta e tratamento seguem a última versão do PLANSAB (2012) e as eficiências do tratamento seguem as informações das prestadoras de serviço de esgoto. Quando não disponível ou de menor valor, a eficiência correspondente ao nível de tratamento de esgoto definido pela população, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Nível de Tratamento por Grupo Populacional

População	Nível de Tratamento	Coeficientes de Remoção		
		DBO	P <sub>t</sub>	CT
Sem coleta	Fossa séptica	20%	20%	20%
Até 30.000 habitantes (G1)	Secundário Simplificado	60%	30%	50%
De 30.000 a 300.000 habitantes (G2)	Secundário	70%	40%	60%
Acima de 300.000 habitantes (G3)	Terciário	95%	75%	97%

## Prognóstico

A fase de Prognóstico articula as cargas estimadas com a vazão de referência adotada para o estudo, de modo que mostre o comportamento da qualidade hídrica para diferentes projeções e quantifique a redução de carga necessária para atender a classe proposta. O estudo do Paranaíba utilizou a modelagem matemática como uma ferramenta facilitadora de análise.

No primeiro momento, foi feita a agregação das cargas remanescentes das 7.572 *células* nos 4.741 *ottotrechos* e alocadas na foz de cada trecho. Para as cargas dos trechos de montante considerou-se abatimento em função da taxa de decaimento e do tempo que leva para percorrer o trecho. Para a seleção das taxas e das velocidades usadas no modelo foi realizado um teste de sensibilidade de coeficientes. Como referência, tomaram-se os dados de estudos específicos realizados pela ANA na bacia do Paranaíba, os dados do monitoramento de qualidade da água apresentados no Diagnóstico do Plano, e as referências bibliográficas EPA (1985) e EPA (1987).

A concentração foi calculada com base na relação da final carga na foz e da vazão de referência acumulada na foz da bacia. Considerou-se as vazões mínimas  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95\%}$  e  $Q_{90\%}$  como vazões de referência. Uma vez que calculada a concentração na foz, verificou-se a classe de enquadramento correspondente a esta concentração. A saída do modelo gerou o mapa dos *ottotrechos* com a classe correspondente a sua concentração. Para os trechos de rio que não apresentaram conformidade ao enquadramento, estimou-se o percentual de redução de cargas das cidades localizadas a montante, num valor que garantisse a conformidade do enquadramento.

## **Análise dos Custos**

O cálculo foi feito no nível de municípios e compreende duas fases: a linha base zero ( $LB_0$ ), que representa o custo da implantação dos sistemas de tratamento de esgoto nos níveis definidos no cenário PLANSAB Ampliado; e a linha base 1 ( $LB_1$ ) que refere-se ao custo suplementar necessário à efetivação do enquadramento. A diferença entre os valores de  $LB_1$  e  $LB_0$  representa, portanto, o montante que falta ser aplicado em intervenções suplementares para que se estabeleça a condição de lançamento exigida pelo programa de enquadramento.

Os valores de referência utilizados nessa etapa apresentam-se na forma de curvas de custos para o tratamento de esgoto no nível secundário em diferentes faixas de população. Para tanto, foram analisados os Índice Nacional do Custo da Construção (INCC) da Fundação Getúlio Vargas (FGV), além de dados bibliográficos (NUNES et al., 2005; VON SPERLING et al., 2005; SOBRINHO, 2005; citados por BRITES et al. 2007), e de dados projetados pela consultora (COBRAPE). Vale apontar que para equalizar os custos aos níveis de tratamento do PLANSAB Ampliado, aplicou-se um fator de redução de 0,875 para as cidades do G1 e um fator de majoração de 1,25 para as cidades do G3. Para as cidades do G2 não se aplicou nenhuma fator.

## **Programa de Efetivação do Enquadramento**

Para a elaboração do plano de investimentos e das respectivas metas e prazos de execução do Programa de Efetivação do Enquadramento foram adotados três critérios base: *critério 1*, correspondem aos investimentos assegurados em esgotamento sanitário identificados no PAC 2; *critério 2*, representam os municípios que necessitam de redução de cargas para se atingir o enquadramento; e o *critério 3*, identificam a fonte de recurso do município – FUNASA (população menor que 50.000 habitantes) ou Ministério das Cidades (população maior que 50.000 habitantes). O Programa de Efetivação foi dividido em quatro metas: M1, na qual o critério 1 é atendido; M2, na qual o critério 3 é atendido; M3, que finaliza o atendimento dos critérios 1, 2 e inclui o 3; e, por fim, MF, que atende os municípios não contemplados nos critérios anteriores.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seleção da rede hidrográfica do enquadramento resultou no total de 37 corpos hídricos divididos em 44 trechos de análise. Cabe destacar a importância da atualização do Cadastro de Outorga de uso da água, tanto no âmbito federal quanto estadual, além da compilação das informações técnicas existentes em relação aos usos da água, de modo que a identificação dos mesmos represente de forma mais próxima possível à realidade do corpo hídrico.

A análise qualidade hídrica atual permitiu observar a degradação dos cursos d'água nos trechos de rios situados no entorno e a jusante dos grandes centros urbanos no período de seca, com a desconformidade de DBO,  $P_t$  e CT no rio Meia Ponte (no trecho Meia Ponte 2 na altura do município de Goiânia), no rio Uberabinha (no trecho Uberabinha 2, na altura do município de Uberlândia) e no rio Descoberto (no trecho Descoberto 2, na altura da confluência com o rio Melchior). No período chuvoso os parâmetros  $P_t$  e CT também se encontraram em desconformidade para os trechos em questão, essa ocorrência pode estar associada à quantidade de carga doméstica lançada nesses trechos, como no caso de Descoberto 2, onde o lançamento dos efluentes tratados nas ETEs Melchior e Samambaia representam juntos 30% da vazão das estações de tratamento que atendem Brasília. Embora a carga doméstica não seja a única fonte de poluição na bacia, este fato destaca a importância deste tipo de carga e a relevância de ações prioritárias voltadas a seu controle.

As desconformidades na bacia apontam a associação do incremento de  $P_t$  durante o período chuvoso (57 estações desconformes das 110 estações que monitoram o parâmetro). No período seco, 29 estações estavam desconformes, das quais 23 coincidem com as 57 do período chuvoso. Esse fato salienta a representatividade das cargas difusas para a bacia e destaca a importância de estudos voltados para a análise de coeficientes unitários das cargas difusas e suas taxas de remoção características para bacia do Paranaíba, visto que a grande variabilidade de valores encontrados na literatura pode acarretar em uma interpretação distante do que se é encontrado na bacia. Vale apontar que essa grande variabilidade se deve à própria intermitência do escoamento superficial, em virtude da intensidade, duração e frequência da precipitação, da topografia, da pedologia, assim como do uso e ocupação do solo.

Nesse contexto, a análise do enquadramento concentrou-se na carga doméstica, que possui valores de referência consolidados na literatura. Vale apontar que a característica pontual constata do lançamento da carga doméstica acarreta ao corpo hídrico uma condição mais crítica no período de estiagem, e, portanto, a adoção das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95\%}$  e  $Q_{90\%}$ ) é pertinente. Quando se consideram as cargas difusas, espera-se uma condição mais crítica nos períodos chuvosos. No entanto, o grau dessa criticidade é relativo a intermitência peculiar do escoamento superficial, o que dificulta a escolha de uma vazão de referência sem um estudo específico.

A estimativa das cargas remanescentes (Tabela 2) mostra uma grande redução no cenário PLANSAB Ampliado quando comparado com o cenário tendencial (61% para os CT, 63% para a DBO, e 36% para  $P_t$ ).

Tabela 2 – Cargas Remanescentes

Cenários	CT (NMP/dia)	DBO (kg/dia)	$P_t$ (kg/dia)
Condição Atual 2010	4,0E+14	209.116	4.671
Cenário Tendencial 2030	5,6E+14	295.226	6.566
Cenário PLANSAB Ampliado 2030	2,20E+14	109.539	4.177

O Prognóstico realizou a simulação da classe resultante para cada um dos três parâmetros, nas vazões  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95\%}$  e  $Q_{90\%}$  em cada cenário, gerando 27 mapas. A comparação da condição atual com o cenário tendencial coloca em evidência a degradação da qualidade das águas na bacia caso não sejam feitos investimentos na infraestrutura de saneamento, como pode ser observado na Figura 2. A maior parte da bacia não apresenta problemas de prognóstico de qualidade da água para efeitos de enquadramento, quando se considera as cargas domésticas como fonte de cargas poluidoras, apresentando um prognóstico como classe 1 nas três vazão de referência, salvo os corpos hídricos próximos aos centros urbanos. Para o cenário PLANSAB Ampliado foi possível verificar trechos que ainda apresentavam desconformidade ao enquadramento, fato que evidencia a necessidade de redução suplementar de carga.

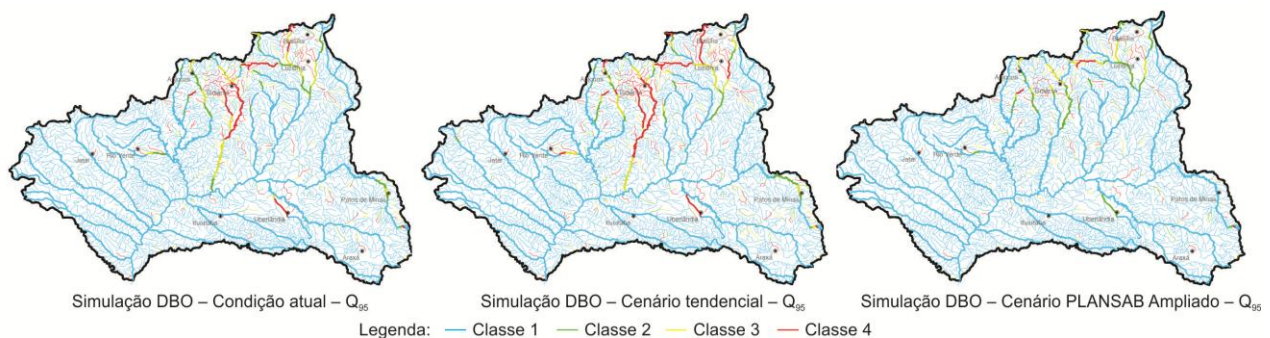


Figura 2 – Resultados da Simulação de DBO com a Vazão de Referência  $Q_{95\%}$

Para avaliar quais os trechos do cenário PLANSAB Ampliado estão conforme ou não com o enquadramento proposto, foi efetuada a comparação trecho a trecho dos resultados obtidos nas simulações com a proposta inicial do enquadramento. A Figura 3 apresenta o resultado encontrado.

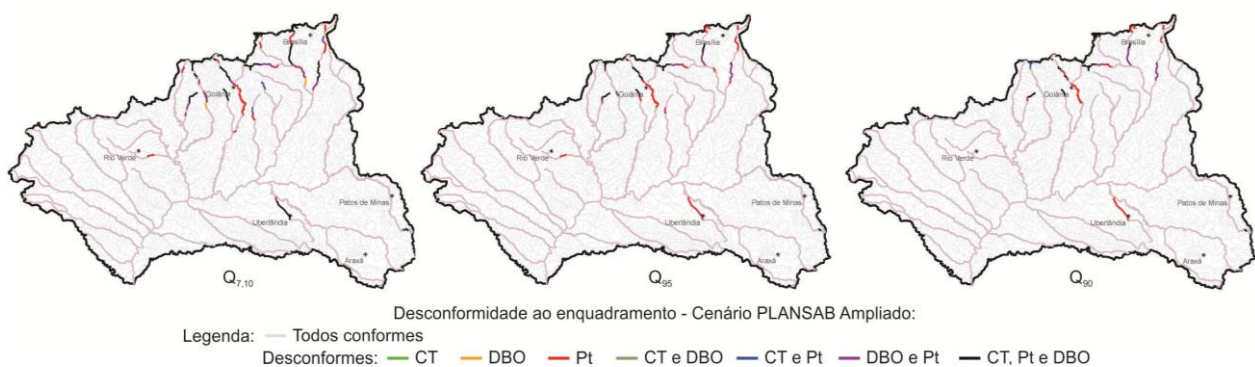


Figura 3 – Análise dos parâmetros Desconformidades ao Enquadramento para o Cenário PLANSAB Ampliado para as Vazões de Referência  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95\%}$  e  $Q_{90\%}$

A partir da caracterização das desconformidades, estimou-se a redução suplementar de cargas para efetivação do enquadramento. Para a vazão de referência  $Q_{7,10}$  o resultado apontou uma redução suplementar em 33 municípios, dos quais 6 pertencem ao grupo G3 e correspondem a 86,4% da população da bacia. Para a vazão  $Q_{95\%}$  observou-se uma redução suplementar em 28 municípios, 5 deles pertencentes do G3, somando 86,1% da população total. E para a vazão  $Q_{90\%}$  o resultado apresentou 23 municípios, dos quais 5 concentram 88,7% de população da bacia. Portanto, as populações estão concentradas nas cidades do grupo G3 (Brasília, Goiânia, Uberlândia, Aparecida de Goiânia, Anápolis, Rio Verde e Patos de Minas).

O custo total dos investimentos apenas em Estações de Tratamento de Esgoto para o cenário PLANSAB Ampliado foi estimado na ordem de R\$ 1,212 bilhões para toda bacia do rio Paranaíba. Desconsiderando a parcela da população que já possui rede de coleta e tratamento de esgoto, esse montante corresponde a uma população beneficiada de 5,6 milhões de habitantes, que resulta em um custo unitário genérico de R\$ 216,00/hab. Na Tabela 3 são apresentados os custos da LB<sub>0</sub> e LB<sub>1</sub> para as três vazões de referência.

Tabela 3 – Investimentos em ETEs do cenário PLANSAB Ampliado, em ETEs existentes em 2010 para a efetivação do enquadramento e investimentos em ETEs para o cenário pós PLANSAB Ampliado.

Grupos	Q <sub>7,10</sub>	Q <sub>95%</sub>	Q <sub>90%</sub>
Custo Total PLANSAB Ampliado (R\$)	1.212.586.237,00	1.212.586.237,00	1.212.586.237,00
Custo suplementar para se atingir a efetivação (R\$)	334.389.183,00	266.781.120,00	229.621.440,00
Custo total para efetivação do enquadramento (R\$)	1.546.975.420,00	1.479.376.357,00	1.442.207.677,00

No fim, o estudo do enquadramento definiu vazões de referência diferenciadas na área da bacia, sendo o valor de Q<sub>7,10</sub> para MG e Q<sub>95</sub> para GO, MS e DF. Portanto, o custo total em tratamento de esgoto para efetivação do enquadramento foi estimado em R\$ 1,489 bilhões.

A análise dos custos permitiu identificar dois elementos complicadores, são eles: a diversificada e extensa bibliografia sobre o tema tratamento de esgotos no tocante aos diferentes processos de tratamento e de suas unidades componentes; e o aspecto de que os custos das intervenções do Programa de Efetivação se referem efluente já tratado.

Na Figura 4 é apresentado resultado da aplicação dos critérios adotados para a construção do Programa de Efetivação.

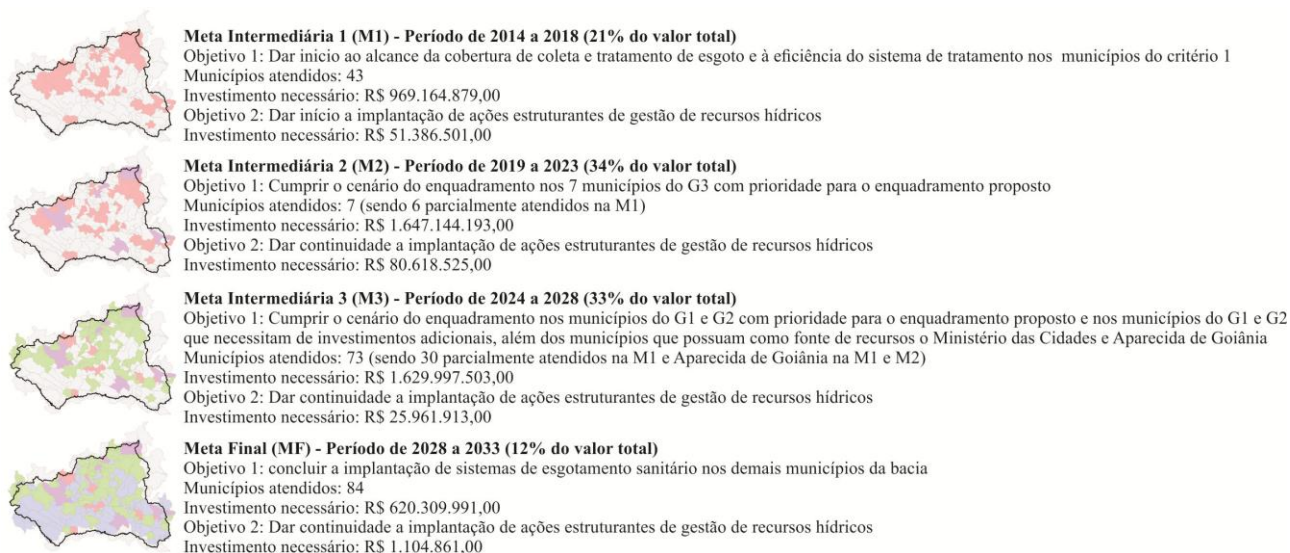


Figura 4 – Programa de Efetivação da Bacia do Rio Paranaíba

O programa envolveu as ações para a ampliação, coleta e tratamento de esgoto (R\$ 4,86 bilhões) e as ações de gestão de recursos hídricos (R\$ 159,07 milhões) apresentadas no Programa de Investimentos do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paranaíba (PRH-Paranaíba), totalizou um montante de R\$ 5,02 bilhões.



Ao final da M2, haverá uma diminuição de 44% de DBO e 59% de  $P_t$ , em termos de redução de carga. Isso demonstra a importância das ações voltadas à melhoria do esgotamento sanitário nos sete municípios que compreendem G3. No final de 2023, terão sido envolvidos 44 municípios dos quais 12 terão cumprido as metas do enquadramento, desde grupo 6 são municípios do G3 (Anápolis, Brasília, Goiânia, Patos de Minas, Rio Verde e Uberlândia). Até o final da M3, o Programa terá envolvido 86 municípios que juntos terão reduzido 92% da carga de DBO e 97% da carga de  $P_t$ . No final de 2028, 51% dos municípios terão cumprido suas metas, o que representa um atendimento a 93% da população urbana com sede na bacia.

Vale ressaltar que a Proposta de Enquadramento da Bacia do Rio Paranaíba está atualmente em etapa de aprovação por parte do Comitê de Bacia.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. (2009). Implementação do Enquadramento em Bacias Hidrográficas. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH Arquitetura computacional e Sistemática. In *Caderno de Recursos Hídricos*. Agência Nacional da Água. vol. 6. Brasil.

\_\_\_\_\_. (2012). Panorama de Qualidade das águas Superficiais do Brasil: 2012. Agência Nacional da Água. Brasília.

BRASIL. (2005). Resolução CONAMA nº 357/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. (2008). Resolução CNRH nº 91/2008. Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

BRITES, A. P. Z. (2010). Enquadramento dos corpos de água através de metas progressivas: probabilidade de ocorrência e custos de despoluição hídrica. Tese de Doutorado. USP. São Paulo – SP.

BRITES, A. P. Z.; PRZYBYSZ, L. C. B. ; MARIN, M. C. F. C.; YAZAKI, L. F. O.; FERNANDES, C. V. S.; PORTO, M. F. A. (2007). Utilização das Funções de Custos para Análise de Medidas de Despoluição Hídrica. In *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. São Paulo – SP.

COBRAPE. ETEs desenvolvidos pela consultora: ETE Colatina – ES – SANEAR/BID; ETE Perus – SP – SABESP; ETE Santa Adélia – SP – DAEE; ETE Mirassolândia – SP – DAEE; ETE Pitangueiras – SP – DAEE; ETE Olímpia – SP – DAEE; ETE Serrana – SP – DAEE; ETE Pato Branco – PR – SANEPAR; ETE Ponta Grossa – PR – SANEPAR; ETE Norte – Porto Velho – RO – SEPLAN; ETE Sul – Porto Velho – RO – SEPLAN; ETE Imperatriz – MA – CAEMA. Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos.

EPA. (1985). 600/3-85/040. Rates, Constants, and Kinetics Formulations in Surface Water Modeling. Environmental Protection Agency.

EPA (1987) 00/3-87/007. The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E and QUAL2E\_UNCAS: Documentation and User Manual. Environmental Protection Agency.