

IV-113 - DELIMITAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA ÁREA DE PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS – ALTO TIETÊ CABECEIRAS, REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Luiz Henrique Werneck de Oliveira⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista pela Escola de Engenharia Mauá do Instituto Mauá de Tecnologia. Cientista Social pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Doutorando em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC. Consultor da COBRAPE.

Priscilla Melleiro Piagentini

Ecóloga pela Universidade Estadual Paulista. Mestre em Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Doutora em Energia pela Universidade Federal do ABC. Coordenadora de projetos da COBRAPE.

Alessandra Piovani Ribeiro Teixeira

Engenheira Ambiental e Urbana e Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC. Engenheira Ambiental da COBRAPE.

Carlos Alberto Amaral de Oliveira Pereira

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Diretor da COBRAPE.

Hélio César Suleiman

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Diretor Presidente da FABHAT - Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Endereço⁽¹⁾: COBRAPE - Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Rua Fradique Coutinho, 212 - Pinheiros - São Paulo - SP - CEP: 05416-000 - Brasil - Tel: (11) 3897-8054 - e-mail: priscillapiagentini@cobrape.com.br

RESUMO

Um dos instrumentos previstos na legislação paulista para a gestão dos recursos hídricos - Lei nº 7.663/1991 é a elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica (PBHs). Cada uma das 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs) existentes no Estado de São Paulo devem elaborar esse Plano e atualizá-lo periodicamente. O Anexo da Deliberação CRH nº 146/2012 apresenta um roteiro que auxilia a elaboração desses Planos. Dentre as informações que estruturam os PBHs destaca-se a delimitação de áreas críticas para a gestão dos recursos hídricos. A delimitação dessas áreas críticas é de fundamental importância, especialmente quando se trata de bacias hidrográficas complexas, muitas vezes consideradas críticas em sua totalidade. Essa delimitação contribui para a identificação de áreas prioritárias onde as propostas de intervenção devem ser conduzidas preferencialmente. Na última atualização do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT – 2018), que corresponde à UGRHI 06 e compreende grande parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), foi proposta metodologia para a definição das áreas críticas para as principais bacias da UGRHI, dentre elas a Bacia do Alto Tietê Cabeceiras, que engloba a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais Alto Tietê Cabeceiras (APRM-ATC), denominação dada pela Lei nº 15.913/2015 em consequência da definição do termo APRM na Lei de Mananciais do Estado (Lei 9.866/1997) como “uma ou mais sub-bacias hidrográficas de mananciais de interesse regional para abastecimento público”. A partir da adoção de uma metodologia definida especificamente para a delimitação das áreas críticas da UGRHI 06, que envolveu a análise integrada de dados e informações sobre socioeconomia e uso e ocupação do solo; balanço hídrico; qualidade da água; e, instrumentos de gestão, foi possível definir as áreas onde as ações de gestão de recursos hídricos na Sub-Bacia ATC devem ser prioridade.

PALAVRAS-CHAVE: Áreas Críticas, Uso do Solo, Balanço Hídrico, Qualidade das Águas, Saneamento Básico.

INTRODUÇÃO

Para auxiliar a gestão dos recursos hídricos, o Estado de São Paulo foi dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). Um dos instrumentos previstos na Política Estadual de Recursos Hídricos, orientada pela Lei nº 7.663/1991 (SÃO PAULO, 1991) para auxiliar o planejamento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo são os Planos de Bacia Hidrográfica (PBHs). A delimitação de áreas críticas e a priorização de áreas de intervenção consistem em um dos itens cruciais de um PBH, tendo como base as análises diagnósticas e prognósticas da bacia hidrográfica.

A UGRHI 06 - Bacia do Alto Tietê (BAT) se insere quase que completamente sobre a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Essa região é dividida em 6 sub-bacias, dentre as quais se destaca a sub-bacia do Alto Tietê Cabeceiras (ATC), também denominada Cabeceiras (**Figura 1**). Nessa sub-bacia está inserida a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais Alto Tietê Cabeceiras (APRM-ATC), denominação dada pela Lei nº 15.913/2015 (SÃO PAULO, 2015) em consequência da definição do termo APRM na Lei de Mananciais do Estado - Lei nº 9.866/1997 (SÃO PAULO, 1997) como “uma ou mais sub-bacias hidrográficas de mananciais de interesse regional para abastecimento público” – no caso, a APRM-ATC consiste no conjunto de bacias hidrográficas dos reservatórios que compõem o Sistema Produtor Alto Tietê. A APRM-ATC inclui o território de seis municípios, quais sejam: Paraibuna, Salesópolis, Biritiba Mirim, Mogi das Cruzes, Suzano e Ribeirão Pires; e a área da sub-bacia Alto Tietê Cabeceiras externa à APRM inclui territórios de Mauá, Poá, Ferras de Vasconcelos, Itaquaquecetuba, Arujá, Guarulhos, e o extremo leste do município de São Paulo.

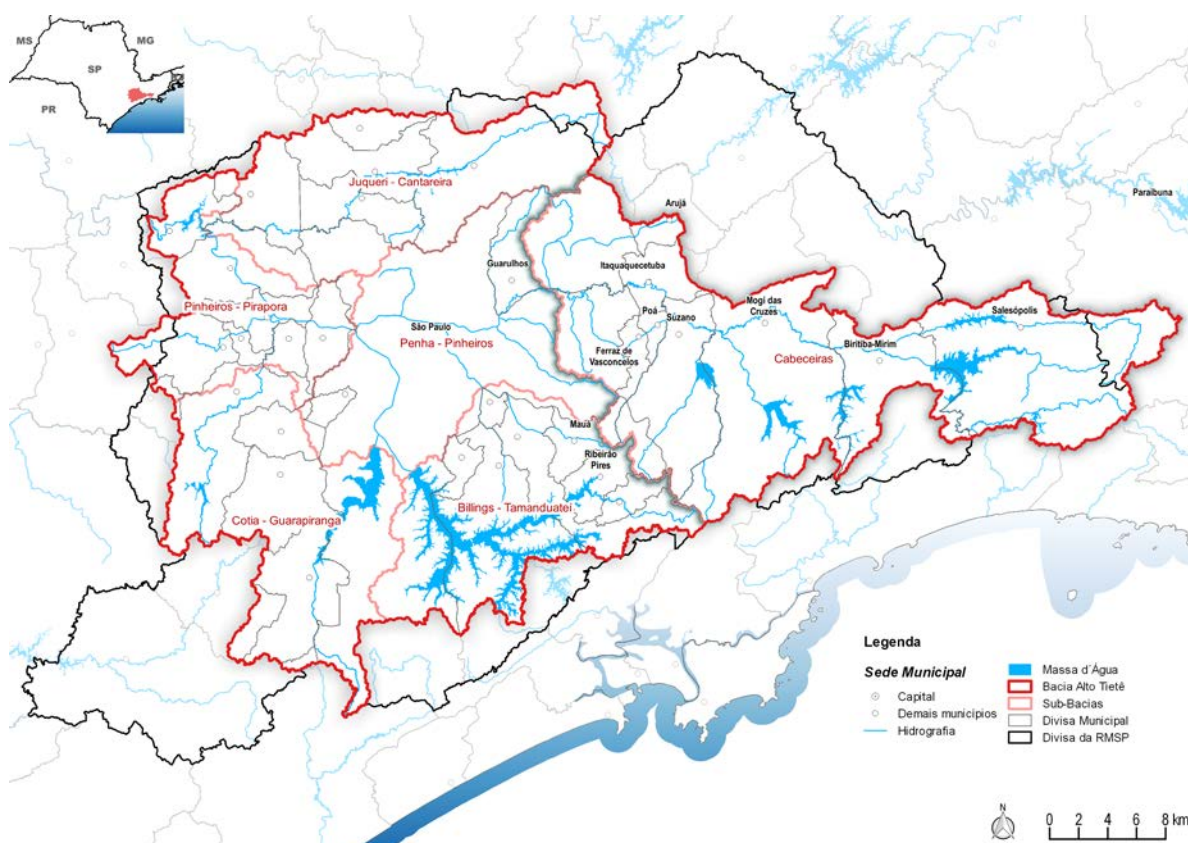


Figura 1 - Localização da Sub Bacia do Alto Tietê Cabeceiras na BAT

Para a delimitação das áreas críticas, observou-se que esta organização territorial não retratava adequadamente as criticidades observadas nas 6 sub-bacias. Desse modo, considerou-se prudente adotar outro recorte territorial, sobreposto ao recorte das sub-bacias, que facilitasse o reconhecimento das áreas prioritárias de intervenção, com maior detalhamento e precisão da área crítica. Este recorte compreendeu um destaque para as APRMs já instituídas por leis específicas e suas subdivisões. Assim, a sub-bacia ATC foi subdividida em 3 subáreas de análise: (i) APRM Alto Tietê Cabeceiras – montante; (ii) APRM Alto Tietê Cabeceiras –

Taiacupeba; e, (iii) Área Externa ao Manancial (**Figura 2**). Separou-se a subárea do Taiacupeba devido à maior ocorrência de ocupações irregulares na região.

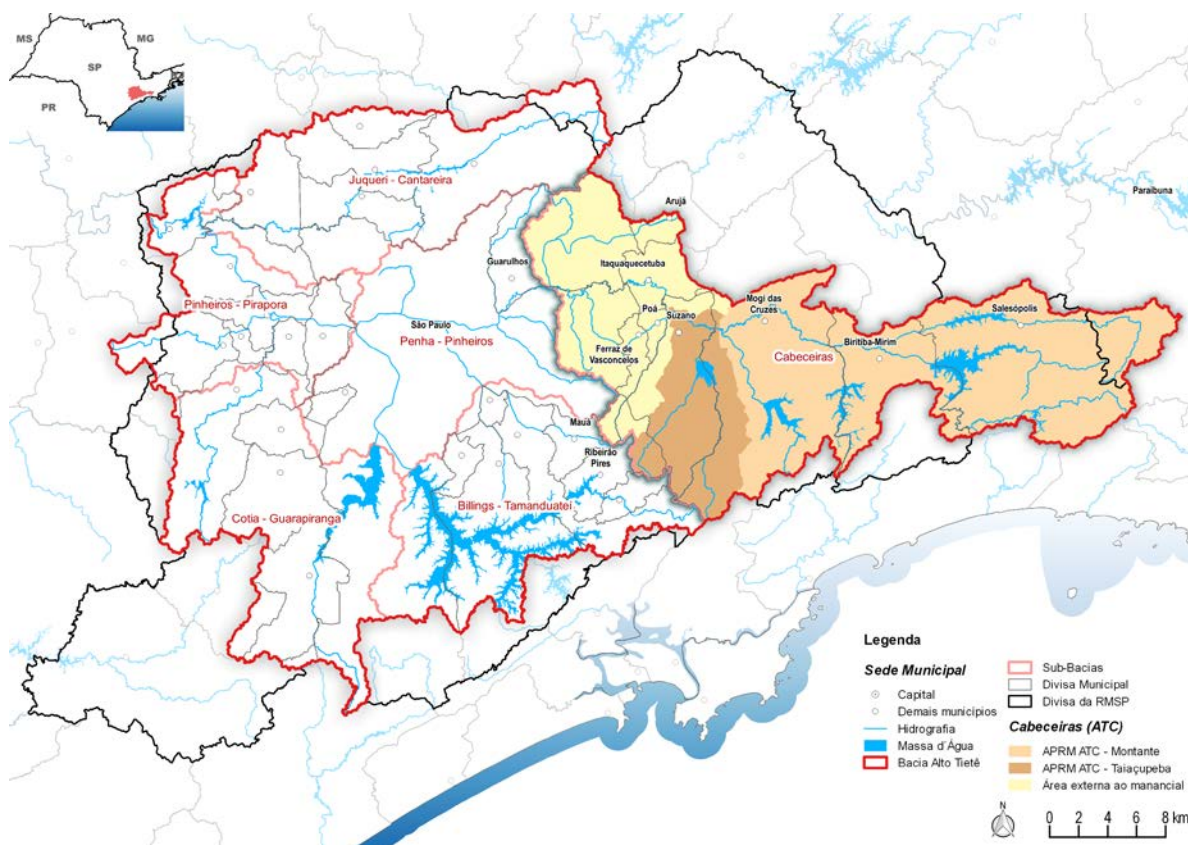


Figura 2 - Subdivisão da Sub Bacia do Alto Tietê Cabeceiras em sub-áreas para análise das criticidades

A Deliberação CRH nº 146/2012 (CRH, 2012) apresenta um roteiro que orienta a elaboração dos Planos de Bacia Hidrográfica, destacando as atividades que devem ser elaboradas para as três grandes etapas que estruturam o documento, quais sejam: Diagnóstico, Prognóstico e Plano de Ação. No Prognóstico, uma das atividades consiste na delimitação de áreas críticas e definição de prioridades para a gestão dos recursos hídricos. Em bacias com complexidades como a BAT, tendo em vista suas características de uso do solo, grande contingente populacional e demandas que em muito superam suas disponibilidades hídricas e infraestrutura de saneamento, a delimitação de áreas críticas é essencial pois favorece a identificação de locais onde as intervenções são prioritárias, permitindo otimizar recursos humanos e financeiros. Na atualização mais recente do Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê - PBH-AT (CBH-AT, 2019) foi proposta uma metodologia para definição destas áreas críticas e, a partir delas, foi possível identificar em quais regiões a aplicação de recursos para realização de intervenções era prioritária. Com base no trabalho realizado, este artigo apresenta os resultados obtidos para a sub-bacia ATC.

OBJETIVO

Este artigo tem por objetivo apresentar os resultados da aplicação da metodologia de delimitação de áreas críticas, proposta na recente atualização do PBH-AT (CBH-AT, 2018), para a sub-bacia ATC, classificando quais áreas são consideradas “críticas”, “em alerta” ou “não críticas”, tendo em vista os temas críticos e indicadores pré-determinados. Consequentemente, o artigo também apresenta a proposta de ações a serem desenvolvidas na região em virtude das criticidades identificadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta para a delimitação das áreas críticas levou em consideração as orientações do Termo de Referência elaborado pela Fundação Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT), que orientou a atualização do PBH-AT (CBH-AT, 2018), bem como considerou o Anexo da Deliberação CRH nº 146/2012 (CRH, 2012) e a Deliberação CRH nº 188/2016 (CRH, 2016). Além disso, a metodologia também considerou os resultados obtidos com a realização de seis oficinas técnicas temáticas, ocorridas em fevereiro e março de 2018, e que tiveram a participação de especialistas nas áreas de uso e ocupação do solo, recursos hídricos, qualidade das águas, saneamento básico e mudanças climáticas.

A metodologia foi estruturada em 4 etapas. A primeira etapa metodológica consistiu na definição de 4 (quatro) temas críticos e respectivos indicadores para auxiliar a identificação das áreas críticas. Os quatro temas críticos definidos foram os seguintes:

- (i) Socioeconomia e Uso e Ocupação do Solo;
- (ii) Balanço Hídrico: Demandas *versus* Disponibilidades;
- (iii) Qualidade da Água e Controle de Fontes Poluidoras; e,
- (iv) Sistema e Instrumentos de Gestão.

Os temas críticos foram incorporados na análise, mediante preenchimento de indicadores para a atualização do Diagnóstico e, também, de Prognóstico, ambos integrantes da atualização do PBH-AT (CBH-AT, 2018). Destaca-se que as oficinas técnicas realizadas tiveram um papel importante, pois contribuíram para a consolidação e pactuação, de forma articulada e integrada, das áreas críticas e das prioridades de intervenção com os atores envolvidos. Os indicadores analisados, associados aos temas críticos propostos, foram aqueles previstos no Anexo da Deliberação CRH nº 146/2012 (CRH, 2012).

Em algumas situações, devido à ausência de indicadores específicos sobre determinados temas na Deliberação (situação das Unidades de Conservação, existência de ocupações irregulares e macrodrenagem, por exemplo), foram apresentadas propostas para a incorporação de novos indicadores. Destaca-se que, dada a natureza abrangente de alguns indicadores, os mesmos foram utilizados de duas formas distintas: (i) alguns para a representação quantitativa de informações necessárias à determinação da criticidade e à tomada de decisão (aqueles que podem ser mapeados espacialmente para algum tipo de recorte territorial); e, (ii) outros para contextualização das informações sobre determinado tema.

A **Tabela 1** a seguir apresenta os indicadores e as respectivas criticidades definidas para cada tema crítico. Todos os dados têm suas fontes de origem indicadas na atualização do PBH-AT (CBH-AT, 2018). Importante destacar que, conforme comentado anteriormente, a delimitação das áreas críticas foi realizada em um primeiro momento considerando o recorte territorial das 6 sub-bacias da BAT, inclusive a sub-bacia objeto deste artigo – Alto Tietê Cabeceiras (ATC), de modo a atender à Deliberação CRH nº 146/2012 (CRH, 2012) e, num segundo momento, considerando a subdivisão por subáreas tendo em vista a necessidade de um maior detalhamento e acerto da localização da área crítica na sub-bacia estudada.

Tabela 1 - Criticidades adotadas na Delimitação das Áreas Críticas

Indicadores		Criticidades
Tema Crítico: Socioeconomia e Uso e Ocupação do Solo		
Dinâmica Demográfica e Social	Densidade Demográfica (hab./km ²)	Superior a 10.000 hab/km ²
	Taxa Geométrica de Crescimento Anual – TGCA entre 2010-2016 (%)	Superior a 2%
	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M (0 a 1)	IDH-M < 0,710
	Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS (1 a 5)	Municípios pertencentes ao Grupo 5
	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS (1 a 6)	Municípios com mais de 30% da população nos grupos 5 e 6
	População em assentamentos precários (%)	% de população em assentamentos precários superior a 15%
Dinâmica Econômica	Produto Interno Bruto – PIB (R\$)	PIB < R\$ 500 milhões
	Salário médio mensal de trabalhadores formais (n. salários mínimos)	Menor ou igual a 2 salários mínimos
Conservação e Recuperação do Ambiente	Existência de Marco Legal de criação da UC de Proteção Integral	UCs sem marco legal de criação
	Existência de Plano de Manejo em UCs de Proteção Integral	UCs criadas há mais de 5 anos sem Plano de Manejo ou sem informações
	Situação de Ocupação em UCs de Proteção Integral	Existência de assentamentos precários na UC
Dinâmica de Ocupação do Solo	Área urbanizada/Área total (%)	> 10%
	Densidade Demográfica (hab./km ²)	> 500 hab/km ²
	Assentamento Precário – Total (nº hab.)	Existência de assentamento precário em área de manancial é crítica independentemente da quantidade
Controle de Inundações	População diretamente atingida	Peso ponderado do parâmetro maior ou igual a 2,95
	População indiretamente atingida	
	Redução da Área Inundada	
	Interrupção do tráfego	
	Interrupção de tráfego ferroviário	
	Inundação em estações ferroviárias	
	Inundações em Unidades de Saúde	
	Inundações em Unidades de Educação	
	Custo total da obra	
	Custo da obra per capita direto	
	Custo da Obra por área inundada	
	Custo da Obra per capita indireto	

Continua...

Tabela 1 - Criticidades adotadas na Delimitação das Áreas Críticas (Cont.)

Tema Crítico: Balanço Hídrico: Demandas versus Disponibilidades														
Balanço: Demanda versus Disponibilidade	Demanda total em relação à vazão Q _{95%} (%)	< 30% Boa; ≥ 30% e < 50% alerta; ≥ 50% crítico												
Infraestrutura de Abastecimento	Índice de Atendimento de Água (IAA)	IAA Total: <50% Ruim; ≥50% e <90% Regular; ≥90% Bom IAA Urbano: <80% Ruim; ≥80% e <95% Regular; ≥95% Bom												
	Índice de Perdas da Distribuição	Índice de Perdas: ≥40% Ruim; >25% e <40% Regular; ≥5% e ≤25% Bom												
Gestão de Demandas	Consumo <i>per capita</i> (l/hab/dia)	A criticidade depende da faixa em que o município está incluído segundo sua população urbana, conforme: <table><tr><th>Faixa da População (hab.)</th><th>Consumo per capita de Referência (l/hab.dia)</th></tr><tr><td>< 5.000</td><td>112 a 176</td></tr><tr><td>5.000 a 10.000</td><td>133 a 212</td></tr><tr><td>10.000 a 50.000</td><td>100 a 163</td></tr><tr><td>50.000 a 250.000</td><td>119 a 216</td></tr><tr><td>> 250.000</td><td>140 a 278</td></tr></table>	Faixa da População (hab.)	Consumo per capita de Referência (l/hab.dia)	< 5.000	112 a 176	5.000 a 10.000	133 a 212	10.000 a 50.000	100 a 163	50.000 a 250.000	119 a 216	> 250.000	140 a 278
	Faixa da População (hab.)	Consumo per capita de Referência (l/hab.dia)												
< 5.000	112 a 176													
5.000 a 10.000	133 a 212													
10.000 a 50.000	100 a 163													
50.000 a 250.000	119 a 216													
> 250.000	140 a 278													
	Vazão outorgada para uso urbano / vazão estimado para abastecimento urbano (%)	≥ 100%												
Atendimento às Demandas	Falha de Atendimento à Demanda Industrial (%)	Mais que 10% do tempo												
	Falha de Atendimento à Demanda Rural (%)	Mais que 20% do tempo												
Tema Crítico: Qualidade das Águas e Controle de Fontes Poluidoras														
Águas superficiais	Índice de Qualidade das Águas (IQA)	Permanência do IQA superior ou igual a 50% do tempo nas categorias ruim e/ou péssima no período de 2012 a 2016												
	Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP)	Permanência do IAP superior ou igual a 50% do tempo nas categorias ruim e/ou péssima no período de 2012 a 2016, para os pontos de captação de água nas classes 1, 2 e 3												
	Índice de Qualidade das Águas para a Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA)	Permanência do IVA superior ou igual a 50% do tempo nas categorias ruim e/ou péssima no período de 2012 a 2016, para os pontos que não são captação de água que estão nas classes 1, 2 e 3												
	Oxigênio Dissolvido (OD)	Não conformidade de OD para os pontos que estão na classe 4, com permanência superior ou igual a 50%												

Continua...

Tabela 1 - Criticidades adotadas na Delimitação das Áreas Críticas (Cont.)

Águas subterrâneas	Exploração da água subterrânea	Densidade de poços superior a 46 e vazão extraída superior a 60 mil m³/mês/célula
	Contaminação da água subterrânea	Densidade de atividade com elevada carga potencial de contaminação superior ou igual a 128 por célula
Esgotamento Sanitário	Índice de Tratamento de Esgoto (%)	Índice de Tratamento de Esgoto <40%
	Carga poluidora doméstica – Poluidora e Remanescente (kgDBO/dia)	< 10.000 kgDBO/dia – Não Crítico; ≥10.000 kgDBO/dia e <25.000 kgDBO/dia – Alerta; ≥ 25.000 kgDBO/dia – Crítico
	Proporção de Redução da Carga Orgânica Poluidora Doméstica (%)	Proporção de Redução da Carga Orgânica Poluidora Doméstica <40%
	Capacidade de Diluição dos Esgotos	Capacidade de diluição “ruim ou péssima”
	ICTEM	ICTEM < 2,5
Resíduos Sólidos	Taxa de Coleta Urbana (%)	Não atingimento da meta do Plansab para 2010 (93% de coleta em áreas urbanas)
	Frequência de atendimento por Coleta Domiciliar (%)	% de população atendida com frequência semanal de coleta domiciliar > 10%
	Prazo da Vida Útil da instalação que recebe os resíduos	Prazo de vida útil do aterro ultrapassado
	IQR (0 – 10)	IQR ≤ 7,0
	Índice de cobertura da População Urbana por coleta seletiva (%)	< 20%

RESULTADOS

Os resultados obtidos foram apresentados em uma Matriz de Áreas Críticas, por tema crítico, conforme mostra a **Figura 3** a seguir, especificamente para a sub-bacia ATC e suas três sub-áreas de análise.

	Variáveis e Indicadores		Cabeceiras		
	Variáveis	Indicadores	APRM ATC Taiapuê	APRM ATC Montante	Área externa ao manancial
SOCIOECONOMIA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Dinâmica Demográfica, Social e Econômica	Densidade Demográfica (hab/km²)			
		Taxa Geométrica de Crescimento Anual - TGCA (%)			
		Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal (IDH-M)			
		Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)			
		Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)			
		Percentual de população em Assentamentos precários (%)			
		Produto Interno Bruto (PIB)			
		Salário médio mensal dos trabalhadores formais (n. salários)			
		CRITICIDADE			
	Conservação e Recuperação do Ambiente	Planos de Manejo e Ocupação Irregular em UC Integral			
		CRITICIDADE			
	Dinâmica de Ocupação do Solo em Área de Mananciais	Área urbanizada/Área total (%)			
		Densidade Demográfica em manancial (hab/km²)			
		Número de habitantes em assentamentos precários (n. hab.)			
	Controle de Inundações	CRITICIDADE			
		População Diretamente Atingida			
		População Indiretamente Atingida			
		Redução da Área Inundada			
		Interrupção de Tráfego			
		Interrupção de Tráfego Ferroviário			
		Inundação em estações Ferroviárias			
		Inundações em Unidades de Saúde			
		Inundações em Unidades de Educação			
		Custo da Obra Total			
		Custo da Obra per capita direto			
		Custo da Obra por área inundada			
		Custo da Obra per capita Indireto			
CRITICIDADE					
Legenda					
	Não crítico				
	Em alerta				
	Crítico				
	Não há pontos de captação de água				
	Não há pontos enquadrados nas classes 1, 2 e 3				
	Não há pontos enquadrados na classe 4 para análise de OD				

	Variáveis e Indicadores		Cabeceiras			
	Variáveis	Indicadores	APRM ATC Taiapuê	APRM ATC Montante	Área externa ao manancial	
BALANÇO HÍDRICO, DEMANDAS E DISPONIBILIDADE	Balanço Hídrico	Demanda total em relação à vazão Q25%				
	Infraestrutura de Abastecimento	Índice de Atendimento de Total				
		Índice de Atendimento de Urbano				
		Índice de Perdas na Distribuição				
	Gestão de Demandas	Consumo per capita (l/hab/dia)				
		Vazão outorgada para uso urbano / vazão estimado para abastecimento urbano				
		CRITICIDADE				
	Atendimento às demandas	Falha de atendimento à demanda urbana				
		Falha de atendimento à demanda industrial				
		Falha de atendimento à demanda rural				
QUALIDADE DA ÁGUA E CONTROLE DE FONTES POLUIDORAS	Qualidade das Águas - Sub-bacia	IQA				
		IAP				
		IQA				
		OD				
		CRITICIDADE				
	Qualidade das Águas - Usos da Água	CRITICIDADE				
		CRITICIDADE				
		CRITICIDADE				
		CRITICIDADE				
		CRITICIDADE				
	Águas Subterrâneas	CRITICIDADE				
		Esgotamento Sanitário	Índice de Tratamento de Esgoto			
			Carga Poluidora Doméstica Remanescente			
			Proporção de Redução da Carga Orgânica Poluidora Doméstica			
			Capacidade de Diluição dos Esgotos			
	CRITICIDADE					
	Resíduos Sólidos	Taxa de Cobertura do serviço de coleta de resíduos (urbana)				
		Frequência de atendimento da coleta domiciliar semanal				
		Prazo de Vida Útil da Instalação				
		IQR da instalação de destinação				
		Índice de cobertura da população urbana para Coleta Seletiva				
		CRITICIDADE				

Figura 3 - Matriz de Áreas Críticas da Sub-bacia Alto Tietê Cabeceiras. Fonte: CBH-AT, 2018.

Os indicadores identificados por tema crítico na **Figura 3** em cor vermelha foram considerados críticos, aqueles em amarelo indicam sinal de alerta, e aqueles em verde indicam que não há criticidade na subárea para aquele determinado indicador.

Para o tema crítico **“Socioeconomia e Uso e Ocupação do Solo”**, no âmbito da variável que analisa os indicadores de **“Dinâmica demográfica, social e econômica”** foram identificadas criticidades (de cor vermelha) nos Índices Paulistas de Responsabilidade Social e Vulnerabilidade Social (IPRS e IPVS, respectivamente) para as subáreas APRM ATC Taiaçupeba e ATC Montante. Não foram identificadas criticidades na subárea Externa ao Manancial para estes indicadores. Sinais de alerta (de cor amarela) foram identificados para população em assentamentos precários e Produto Interno Bruto (PIB) na APRM ATC Taiaçupeba. Também foram identificados sinais de alerta para PIB para a APRM montante e para IPVS e IPRS para a subárea Externa ao Manancial. Para esta variável, a atenção recai sobre o município de Salesópolis, que na análise realizada permaneceu em estado de alerta. Com relação à variável que avaliou a **“Conservação e Recuperação do Ambiente”**, considerando a existência de Planos de Manejo para Unidades de Conservação de Proteção Integral, apenas a APRM Montante apresentou sinal de alerta. As demais subáreas não são críticas para esta variável. Para a variável **“Dinâmica de Ocupação do Solo”**, apenas a subárea APRM ATC Taiaçupeba apresentou sinais de alerta para a densidade demográfica em área de manancial e para o número de habitantes em assentamentos precários em área de manancial. Para a variável **“Controle de Inundações”** não há criticidades para as subáreas APRM ATC Taiaçupeba e APRM ATC Montante. Todavia, para a subárea Externa ao Manancial quase todos os indicadores desta variável estão críticos ou em alerta, indicando criticidade para esta subárea, no que tange ao controle de inundações.

Para o tema crítico **“Balanço Hídrico: Demandas versus Disponibilidades”**, a variável **“Balanço Hídrico”** foi considerada crítica para as subáreas APRM ATC Taiaçupeba e para a subárea Externa ao Manancial, estando em alerta para a APRM ATC Montante. Para a variável **“Infraestrutura de Abastecimento”**, as criticidades identificadas se relacionam ao índice de perdas na distribuição nas mesmas subáreas citadas para o balanço hídrico. Para a variável **“Gestão de Demandas”** há criticidades nas subáreas APRM ATC Taiaçupeba e Montante para vazão outorgada para uso urbano pela vazão estimada para abastecimento urbano. Este tema foi considerado mais crítico para a sub-bacia ATC quando comparado ao tema crítico Socioeconomia e Uso e Ocupação do Solo. Para a variável **“Atendimento de Demandas”** não há criticidades significativas nas subáreas, apenas sinais de alerta para a subárea Externa ao Manancial no que tange a falhas de atendimento às demandas industrial e rural.

Para o tema crítico **“Qualidade das Águas e Controle de Fontes Poluidoras”**, a variável **“Qualidade das Águas”** foi considerada crítica em todas as subáreas. A criticidade foi menor, apresentando sinais de alerta para IQA e IAP na APRM ATC Taiaçupeba. A criticidade é significativa para águas superficiais e subterrâneas para a subárea Externa ao Manancial. Para a variável **“Esgotamento Sanitário”** a subárea Externa ao Manancial apresentou criticidade em todos os indicadores e as demais subáreas apresentaram criticidade para a capacidade de diluição de esgotos e sinais de alerta para os demais indicadores. Para a variável **“Resíduos Sólidos”** foram considerados críticos os indicadores de índice de cobertura da população urbana para a coleta seletiva para as subáreas APRM ATC Taiaçupeba e para a área Externa ao Manancial. Os demais indicadores apresentaram alternância entre sinal de alerta e não criticidade para todas as subáreas.

Para o tema crítico **“Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos”**, a análise realizada para toda a UGRHI 06 durante a atualização do PBH-AT (CBH-AT, 2018), e que inclui a sub-bacia ATC, permitiu observar que alguns dos **grandes desafios** para a melhoria da gestão dos recursos hídricos na região como um todo incluem: (i) a estruturação de um Sistema de Informações que agrupe os bancos de dados e as informações relevantes para a gestão; (ii) a integração entre os órgãos responsáveis pela aplicação dos instrumentos; e, (iii) o fortalecimento da Agência, do CBH-AT e de seus Grupos Técnicos e Câmaras Técnicas.

A identificação das criticidades por tema crítico permitiu priorizar as intervenções necessárias para toda a BAT e, neste artigo, mostram-se as priorizações recomendadas, direcionadas para a sub-bacia ATC. A **Figura 4**, a seguir, destaca as metas, as macroações e as áreas prioritárias para intervenção, por tema, crítica, para as três sub-áreas da sub-bacia ATC. As células destacadas em verde escuro são as áreas prioritárias para a macroação. As células destacadas em verde claro são áreas onde é necessária a implementação da macroação. As células destacadas em laranja indicam ações que extrapolam os limites da Bacia do Alto Tietê. As células mantidas em branco indicam áreas onde a ação não é necessária.

TEMA CRÍTICO	METAS	MACROAÇÕES	ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA INTERVENÇÃO		
			SUB-BACIA ATC		
			APRM ATC - Montante	APRM ATC - Talcaqueba	Área externa ao manancial
SOCIOECONOMIA E USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Fiscalização integrada do uso do solo (curto prazo - contínuo)	Fomento à integração entre as instituições de habitação, saneamento e recursos hídricos			
	Recuperação de APPs e expansão da proteção florestal (curto contínuo)				
	Compatibilização entre os Planos Diretores Municipais e Leis de Mananciais (curto prazo)	Aplicação das propostas constantes nos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental e nas Leis Específicas dos mananciais.			
	Execução de Licenciamento Municipal de empreendimentos em mananciais (curto prazo)				
	Implementação de mecanismos de compensação ambiental (médio prazo)	Desenvolvimento econômico sustentável em mananciais			
	Redução de população residindo em assentamentos precários (curto prazo - contínuo)	Educação Ambiental e conscientização sobre a importância dos mananciais			
	Melhoria nos índices sociais e econômicos dos municípios mais vulneráveis (curto prazo - contínuo)				
	Aumento da densidade populacional na porção central da BAT (médio prazo)	Aproveitamento de infraestruturas existentes na porção central da bacia – urbanas, de transportes, de saneamento, entre outras.			
	Aumento do número de Planos de Manejo elaborados para UCs de Proteção Integral (curto prazo)	Regularização fundiária e a urbanização de favelas			
	Estagnação ou diminuição das ocupações irregulares nas UCs e em seus entornos (curto prazo - contínuo)	Proteção e recuperação de áreas de interesse ambiental			
	Implementação de indicadores de drenagem nos Relatórios de Situação (curto prazo)				
	Elaboração de Planos Diretores Municipais para Manejo de Águas Pluviais, em consonância com as diretrizes do PDMAT 3 (curto e médio prazos)	Implantação de ações estruturais de drenagem urbana			
	Execução de obras de macrodrenagem conforme proposições do PDMAT 3 (médio e longo prazos)	Implantação de ações não estruturais de drenagem (gestão, monitoramento e adoção de medidas econômicas)			
	Incorporação dos distritos de drenagem como divisões territoriais para a gestão da drenagem urbana (curto prazo)				
BALANÇO HÍDRICO: DEMANDAS versus DISPONIBILIDADES	Estruturação, implantação e operação de sistemas de emergência de eventos climáticos de extremos (curto prazo)				
	Ampliação da capacidade de adução do Sistema Produtor São Lourenço em mais 2,5 m³/s, além dos 6,4 m³/s atuais (médio prazo)	Acompanhamento da disponibilidade hídrica (estudos, monitoramento e previsão de eventos críticos)			
	Transposição de 2,0 m³/s do rio Itapanhaú (vergente marítima) para o reservatório Biriba-Mirim (Sistema Produtor Alto Tietê) (curto prazo)	Identificação e planejamento de novos mananciais de abastecimento			
	Redução gradativa das perdas dos sistemas de abastecimento (curto prazo - contínuo)	Elaboração de Planos de Emergência e Contingência para disponibilidade das águas			
	Revisão do Plano de Contingência para Abastecimento de Água da RMSP (curto prazo)	Ampliação da rede de abastecimento e redução de perdas no processo de distribuição			
	Identificação de novas alternativas de abastecimento da BAT com base nas alternativas apontadas no Plano Diretor de Abastecimento de Água da Macrometropole Paulista, visando a atender as demandas de longo prazo (2045) (curto prazo)	Fiscalização e controle dos usos da água			
		Promoção do uso racional de águas superficiais e subterrâneas			
		Execução de obras para expansão da oferta hídrica			
		Planejamentos, projeto e implantação de formas alternativas de abastecimento			
QUALIDADE DA ÁGUA E CONTROLE DE FONTES POLUIDORAS	Ampliação do Programa Córrego Limpo para toda a BAT (curto prazo)	Acompanhamento e atualização de outorgas de lançamento			
	Controle e quantificação das cargas difusas (curto/médio prazos)	Adoção de tecnologias para melhoria da qualidade das águas			
	Universalização da coleta direta de resíduos sólidos em áreas urbanas e rurais (atendimento das metas do Plansab) (curto prazo - contínuo)	Monitoramento e controle das cargas provenientes de escoamento superficial originárias nas áreas rurais e áreas urbanas e processos erosivos			
	Aprimoramento do IQR e expansão do monitoramento para demais infraestruturas de transbordo e tratamento de resíduos sólidos (curto prazo)	Renaturalização de corpos hídricos			
	Ampliação da frequência de monitoramento e da fiscalização da água subterrânea (curto/médio prazos)	Monitoramento e acompanhamento da qualidade das águas superficiais			
	Ampliação progressiva no número de ligações às redes de coleta de esgotos - sistema principal e isolados (curto prazo - contínuo)	Monitoramento e controle das águas subterrâneas			
	Redução do número de lançamentos clandestinos de esgotos doméstico e industrial (curto prazo)	Elaboração de Planos de Emergência e Contingência para qualidade da água			
	Mapeamento de ocorrências de contaminação em poços (médio prazo)	Expansão da rede coletora de esgotos e aumento da capacidade e qualidade de tratamento de esgotos da RMSP			
	Aumento do volume tratado e da eficiência de tratamento das ETES (médio prazo)	Monitoramento de indicadores operacionais dos sistemas de esgotamento sanitário			
	Redução da interconexão entre redes de drenagem e de esgotos (médio prazo)	Destinação e tratamento de lodos e chorume			
	Planejamento e Gestão Metropolitana de Resíduos Sólidos (médio prazo)	Deteção, correção e inibição de ligações clandestinas de esgoto domiciliar e efluentes industriais na rede coletora de águas pluviais, e tratamento de vazões de tempo seco			
	Melhoria nos índices e parâmetros de qualidade das águas dos mananciais, para aproximação ao exigido para corpos hídricos Classe 1 de enquadramento (médio/longo prazos)	Soluções individuais e isoladas em esgotamento sanitário			
	Universalização do serviço de esgotamento sanitário: atingimento de 95% de coleta e 100% de tratamento dos esgotos coletados (longo prazo)	Planejamento e implantação de soluções para a gestão de resíduos sólidos na BAT			
	Universalização da coleta seletiva e melhoria do índice de recuperação de resíduos (longo prazo)				
INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS		Fortalecimento institucional e empoderamento do CBH-AT/FABHAT, e articulação com entidades de outros setores vinculados à gestão de recursos hídricos			
	Fiscalização para redução do número de usuários de água não cadastrados/outorgados (curto prazo)	Estruturação de Câmaras Técnicas, Subcomitês e GTs vinculados ao CBH-AT para discussão de temas relevantes à gestão dos recursos hídricos da BAT			
	Integração entre os sistemas e bancos de dados de Outorga, Cobrança e Licenciamento (curto prazo)	Utilização de modelos matemáticos como ferramentas de suporte à gestão de recursos hídricos			
	SGI- Mananciais implantado e operando (curto prazo)	Capacitação de profissionais responsáveis pela aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos e fiscalização dos usos da água			
	Aumento da integração entre as redes qualitativa e quantitativa de monitoramento de recursos hídricos (curto prazo)	Monitoramento e Fiscalização			
	Capacitação continuada dos membros do CBH-AT (curto prazo contínuo)	Compilação, organização e divulgação de informações sobre recursos hídricos da BAT			
	Aumento do efetivo técnico do CBH-AT/FABHAT (curto prazo)	Revisão e complementação dos instrumentos legais e Planos de interesse para a gestão dos recursos hídricos			
	Aumento do número de empreendimentos financiados com recursos FEHIDRO concluídos com sucesso na BAT (médio prazo)	Elaboração da proposta de efetivação / atualização do enquadramento			
	Aprovação da proposta de reequilíbrio para os corpos hídricos da BAT (médio prazo)	Estruturação e operacionalização do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos da BAT (SI-BAT)			
	Incorporação de ferramentas de modelagem matemática de recursos hídricos como auxiliares à gestão, com capacitação do CBH-AT/FABHAT para utilizá-los (médio prazo)	Implantação do SGI dos Mananciais			
	Operacionalização e divulgação do SI-BAT (médio prazo)	Integração entre os instrumentos de gestão de recursos hídricos			
		Conscientização da população acerca dos benefícios da aplicação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e incentivo à regularização de outorgas			

Legenda:  Áreas prioritárias para a macroação  Áreas onde é necessária a implementação da macroação  Ação extrapola os limites da BAT  Áreas onde a ação não é necessária

Figura 4 – Áreas Prioritárias para Intervenção na Sub-Bacia Alto Tietê Cabeceiras

Com base nas criticidades identificadas, relacionadas aos temas críticos trabalhados para a delimitação das áreas críticas, além da determinação das prioridades de intervenção, foi possível tipificar a sub-bacia ATC e suas 3 subáreas de análise de acordo com os resultados apresentados. A **Tabela 2** destaca estas tipificações.

Tabela 2 - Tipificação da Sub-Bacia Alto Tietê Cabeceiras

SUB-BACIA DA BAT	SUBÁREAS DE ANÁLISE	TIPIFICAÇÃO
Alto Tietê Cabeceiras	APRM ATC – Montante	Preservação e Monitoramento
	APRM ATC – Taiaçupeba	Recuperação e Monitoramento
	Externa ao Manancial	Requalificação Urbana

Em linhas gerais, as áreas tipificadas como de “Preservação e Monitoramento de Mananciais” são aquelas situadas em áreas de mananciais que estão localizadas próximo a nascentes, que apresentam características de uso e ocupação do solo preservadas, e com bons índices de cobertura vegetal, sendo o principal objetivo o da preservação e do monitoramento. Cabe comentar que, apesar de preservadas, estas áreas apresentam situações pontuais de ocupação que devem ser monitoradas.

As áreas tipificadas como de “Recuperação e Monitoramento de Mananciais” também estão situadas em áreas de mananciais, todavia, com características de uso e ocupação do solo que indicam degradação ambiental, sendo o principal objetivo sua recuperação, especialmente por estar no entorno de áreas mais preservadas e, também, o monitoramento de forma a acompanhar a evolução da recuperação prevista.

As áreas tipificadas como de “Requalificação Urbana” requerem melhorias de infraestrutura urbana, que permitam não apenas o incremento da densidade populacional, mas também a possibilidade de redução da expansão urbana para as regiões periféricas, onde estão situados os mananciais de interesse para abastecimento.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este artigo teve como objetivo apresentar a metodologia adotada para a delimitação de áreas críticas, conforme estabelece o Anexo da Deliberação CRH nº 146/2012, que apresenta um roteiro para elaboração de Planos de Bacia Hidrográfica no Estado de São Paulo. A metodologia e os resultados apresentados se referem à região da Sub-Bacia do Alto Tietê Cabeceiras, que integra a Bacia do Alto Tietê.

A íntegra do trabalho desenvolvido consta na mais recente atualização do PBH-AT (CBH-AT, 2018). Conclui-se que a determinação de temas críticos, indicadores e níveis de criticidade orientam a delimitação de áreas críticas e, com isso, torna-se possível a priorização das ações e investimentos, especialmente, em bacias hidrográficas complexas como a BAT. Recomenda-se que esta metodologia seja documento orientador para outros Planos de Bacia Hidrográfica ou documentos correlatos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CBH-AT (2018). Fundação Agência de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. São Paulo: Consórcio Cobrape/JNS, 2018.
2. CRH (2012). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Deliberação CRH nº 146, de 11 de dezembro de 2012 – Anexos. São Paulo: CRH, 2012.
3. CRH (2016). Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Deliberação CRH nº 188, de 09 de novembro de 2016. São Paulo: CRH, 2016.
4. SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Diário Oficial do Estado de São Paulo – Executivo: Seção 1, São Paulo, SP, 101(247), 31/12/1991, p. 2.
5. SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de São Paulo – Executivo: Seção 1, São Paulo, SP, 107(230), 29/11/1997, p. 1.
6. SÃO PAULO (2015). Lei nº 15.913, de 02 de outubro de 2015. Dispõe sobre a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Tietê Cabeceiras – APRM-ATC, suas Áreas de Intervenção,

respectivas diretrizes e normas ambientais e urbanísticas de interesse regional para a proteção e recuperação dos mananciais. Diário Oficial do Estado de São Paulo – Executivo: Seção 1, São Paulo, SP, 125(185), 03/10/2015, p. 1.