

MACRÓFITAS AQUÁTICAS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL: DIAGNÓSTICO, DESCRIÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

Mariana da Costa Facioli¹ & Isabel Cristina Gomes Moreira²

Resumo – O presente artigo pretende definir macrófitas aquáticas, descrevendo seus benefícios e problemas decorrentes do crescimento desordenado, e demonstrar, através dos resultados de um estudo recentemente realizado na bacia do rio Paraíba do Sul, quais são as áreas críticas (com as maiores colonizações), a que fatores podem ser atribuídos este crescimento e quais medidas podem ser adotadas para prevenção, controle e mitigação dos impactos decorrentes. Por tratar-se de uma região altamente industrializada e densamente povoada, a bacia do rio Paraíba do Sul, que abrange os estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, passou por extensas modificações em decorrência da ocupação irregular, poluição por fertilizantes, efluentes industriais e domésticos e por alterações dos regimes hídricos advindos da construção de reservatórios e sistemas de geração de energia elétrica. Ainda segundo o estudo, tais modificações contribuíram para que a proliferação das macrófitas se tornasse uma das grandes questões a serem resolvidas na bacia, já que atingem e impactam os múltiplos usos de suas águas.

Palavras-Chave – macrófitas; bacia do rio Paraíba do Sul; mitigação.

MACROPHYTES AQUATICS IN RIVER BASIN PARAÍBA DO SUL: DIAGNOSIS, DESCRIPTION OF CRITICAL AREAS AND PROPOSITION MITIGATION MEASURES

Abstract – This paper aims to define macrophytes aquatics, describing its benefits and problems arising from the uncontrolled growth and demonstrate, through the results of a recent study in the Rio Paraíba do Sul, which are critical areas (with larger colonias), that factors can be attributed to this growth and what measures can be taken to prevent, control and mitigation of impacts. Because it is a highly industrialized region and densely populated, the basin of the Paraíba do Sul, which covers the states of São Paulo, Rio de Janeiro and Minas Gerais, has undergone extensive modifications due to pollution from fertilizers, industrial effluents and domestic and changes in water regimes due to the construction of reservoirs and systems for generating electricity. According to the study, these changes contributed to the proliferation of macrophytes became one of the major issues to be resolved in the basin, considering that reaches the multiple uses of its waters.

Keywords – aquatic plants; river basin Paraíba do Sul; mitigation.

¹ Administradora, especialista em gestão de bacias hidrográficas (COPPE/UFRJ) e gerente de gestão da AGEVAP (mariana@agevap.org.br)

² Engenheira Química (USP/Lorena) e Coordenadora de Núcleo da AGEVAP (isabel@agevap.org.br)

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas contempla os estados de São Paulo (na região conhecida como Vale do Paraíba Paulista – 39 municípios), de Minas Gerais (denominada Zona da Mata Mineira – 88 municípios) e de metade do estado do Rio de Janeiro (57 municípios) e, segundo a Agência Nacional de Águas, tem cerca de 62.074 km².

O rio Paraíba do Sul é formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga e entre os principais formadores da margem esquerda destacam-se os rios Paraibuna mineiro, Pomba, Muriaé. Na margem direita os afluentes mais representativos são os rios Piraí, Piabanha e Dois Rios.

Além de ser altamente industrializada e densamente povoada (contempla aproximadamente 14 milhões de pessoas) a bacia comporta várias usinas hidrelétricas e uma transposição de águas, nas proximidades do município de Barra do Piraí (RJ), para a bacia do rio Guandu, abastecendo a Região Metropolitana do Rio de Janeiro e áreas adjacentes.

Institucionalmente é representada pelo Comitê de Integração da Bacia do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP que, seguindo os direcionamentos de seu Plano de Recursos Hídricos (Tema C: Infestação de Macrófitas na Bacia do Rio Paraíba do Sul, elaborado pela Fundação COPPETEC), destinou recursos de seu orçamento do ano de 2011 para a realização de um estudo para identificação, localização e quantificação das causas de proliferação de plantas aquáticas, principalmente macrófitas, ao longo da calha do rio Paraíba do Sul, inclusive braços mortos, reservatórios e afluentes, objetivando a geração de subsídios para proposições de medidas de controle, monitoramento e manejo.

O objetivo de apresentar os resultados do estudo realizado neste artigo é dar ampla divulgação da situação das macrófitas na bacia do rio Paraíba do Sul a todos os atores envolvidos de forma que possam se utilizar de informações técnicas para embasar as políticas públicas regionais e locais, visto que os problemas decorrentes do crescimento desordenado destas plantas aquáticas atingem a todos os usuários e consumidores finais da bacia, sendo necessário esforço conjunto (comitês de bacia, prefeituras, órgãos gestores estaduais e federal, universidades) em prol das medidas de prevenção, controle e mitigação.

PLANTAS AQUÁTICAS

Conceitualmente, plantas aquáticas (macrófitas) são aquelas capazes de resistir à submersão permanente ou periódica podem viver livres, enraizadas ou flutuantes. Influenciam significativamente a vida aquática, fornecendo alimento e abrigo, principalmente para os peixes e mamíferos aquáticos (Junk, 1979).

E cianobactérias, segundo a Resolução CONAMA 357, são microrganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial, especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde e ao ambiente.

Tanto as macrófitas aquáticas quanto as cianobactérias têm necessidades fisiológicas semelhantes e ocupam o mesmo tipo de ambiente, competindo entre si pelos recursos limitantes (luz, nutrientes) de modo que o manejo de uma das comunidades tem implicações na outra. Dessa forma, a exclusão de macrófitas aquáticas de determinado ambiente, sem controle de fontes de nutrientes, pode acabar tendo um efeito secundário negativo com o favorecimento da proliferação excessiva de cianobactérias.

Principais problemas decorrentes da proliferação excessiva das macrófitas aquáticas

Os benefícios ecossistêmicos das plantas aquáticas tornam-se problema quando estas passam a se reproduzir de forma desordenada, o que ocorre principalmente em decorrência da poluição (por fertilizantes, efluentes residenciais e industriais, entre outros), mudança do regime hídrico por canalização e pela construção de reservatórios, falta de predadores ou outras condições que alteram o ambiente aquático, tornando-o eutrofizado, gerando efeitos prejudiciais ao ambiente, à saúde humana e aos usos múltiplos da água. Diversos impactos são gerados, como: alteração das características da água, especialmente redução da disponibilidade de oxigênio dissolvido; alteração das características de navegabilidade e de utilização do corpo hídrico para esportes náuticos; prejuízos à produção de peixes e captura do pescado; criação de condições adequadas para instalação e manutenção de populações de insetos e moluscos com implicações médico-sanitárias; interferência na operação dos sistemas geradores de energia das usinas hidrelétricas, pela necessidade de remoção periódica de biomassa vegetal acumulada nas grades de proteção das tomadas d'água, redução da capacidade de armazenamento e da durabilidade de reservatórios; redução do fluxo d'água e da vida útil de canais de irrigação e drenagem; interferência na captação de água para irrigação e uso público; prejuízos à edificações no corpo hídrico, especialmente pontes, entre outros.

A compreensão do papel das plantas aquáticas nos ecossistemas e o conhecimento de características ecológicas de cada grupo é fundamental para implementação de ações de manejo efetivas e sustentáveis.

DIAGNÓSTICO

O rio Paraíba do Sul tem sofrido extensas modificações incluindo as citadas anteriormente e a bacia apresenta infestações de macrófitas em diversos trechos (aproximadamente 107 focos identificados no estudo realizado, a partir de imagens de satélite).

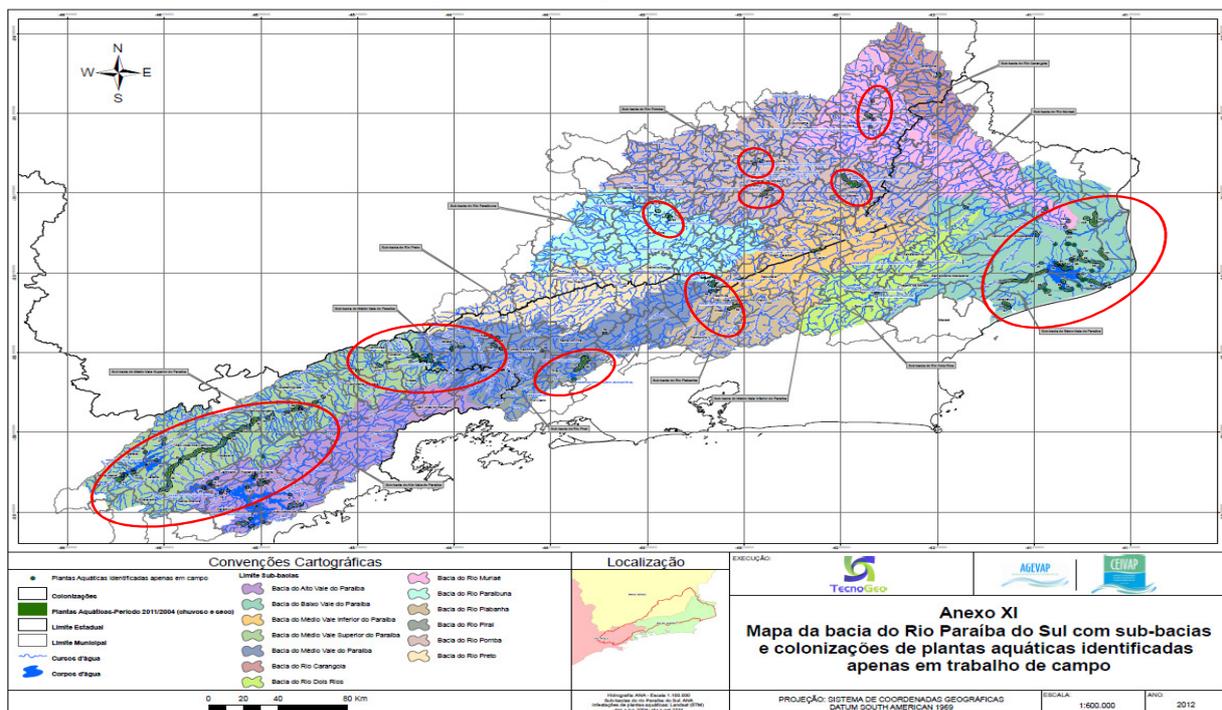


Figura 1 – Mapa da bacia do Rio Paraíba do Sul e colonizações de plantas aquáticas (TECNOGEO,2012)

Do mapeamento realizado foram destacadas, na tabela a seguir, as áreas mais expressivas (acima de 0,5 km²) e com o maior número de colonizações:

Tabela 1 – Colonizações de macrófitas aquáticas mais expressivas na bacia do rio Paraíba do Sul

COLONIZAÇÕES DE MACRÓFITAS NA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL (COLONIZAÇÕES E ÁREAS MAIS EXPRESSIVAS)				
SUB-BACIA	IDENTIFICAÇÃO			POSSÍVEIS CAUSAS
	Quantidade	LOCALIZAÇÃO	COLONIZAÇÕES COM MAIS DE 0,5 KM ² DE EXTENSÃO/ ESTAÇÃO/ ANO/ LOCAL	
ALTO VALE DO PARAÍBA DO SUL (SP)	20	Reservatórios Paraibuna/ Paraitinga e Santa Branca	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,57 km² - estação seca (2004) 	Relação com a dinâmica dos reservatórios e pecuária (gramínea para pastagens)
MÉDIO VALE DO PARAÍBA DO SUL (RJ)	29	Calha do Rio Paraíba do Sul (trecho paulista)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,72 km² - estação seca (2004) – Reservatório Jaguari ▪ 0,90 km² - estação seca (2004) – Rio Paraíba do Sul ▪ 0,62 km² - estação seca (2011) – Rio Paraíba do Sul ▪ 1,06 km² - estação seca (2011) – Rio Paraíba do Sul ▪ 0,83 km² - estação seca (2004) – Rio Paraíba do Sul 	Características naturais, aporte de nutrientes (agricultura, esgotos domésticos e industriais), e mineração (cavas de areia)
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,63 km² - estação seca (2011) – Reservatório de Funil 	Processo de eutrofização, características de operação do reservatório.
RIO PIRAÍ (RJ)	2	Reservatório de Santana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,57 km² - estação seca (2011) ▪ 0,59 km² - estação seca (2004) ▪ 0,58 km² - estação chuvosa (2011) ▪ 0,53 km² - estação chuvosa (2004) 	Assoreamento do Reservatório de Santana.
RIO POMBA (MG)	5	Reservatório Barra do Braúna	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2,52 km² - estação seca (2011) ▪ 0,66 km² - estação chuvosa (2011) 	Relação com a dinâmica do reservatório.
BAIXO VALE DO PARAÍBA DO SUL (RJ)	25	Lagoas e canais diversos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2,73 km² - estação chuvosa (2011) – Rio Ururá/ Lagoa Feia ▪ 2,61 km² - estação seca (2004) – Lagoa do Campelo ▪ 1,08 km² - estação seca (2011) – Rio Macabu 	Características naturais da baixada, aporte de nutrientes (agricultura e esgoto doméstico) e modificações na hidrodinâmica.

MONITORAMENTO E CONTROLE

O monitoramento da qualidade da água bacia do rio Paraíba do Sul é feito pelos órgãos ambientais e de recursos hídricos estaduais: no estado de São Paulo são 16 estações monitoradas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB; no estado do Rio de Janeiro são 16 estações na calha principal e 21 em afluentes monitoradas pelo Instituto Estadual do Ambiente - INEA e no estado de Minas Gerais, 26 estações monitoradas pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, no âmbito da bacia.

Estes programas de monitoramento contêm os dados mais consistentes e as séries temporais mais extensas para a bacia. Além disso, a Agência Nacional de Águas (ANA) vem, por meio do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas – PNQA, desenvolvendo esforços para

padronização dos procedimentos de coleta, frequência e análise dessas informações de modo que as informações produzidas por órgãos diferentes sejam comparáveis e tenham a mesma confiabilidade.

Constatado com um dos principais problemas relacionados à qualidade da água na bacia, a falta de tratamento de esgotos vêm sendo a prioridade de investimentos na bacia, além de ser prioridade do CEIVAP.

No estudo realizado sobre a proliferação de macrófitas foi constatado que as estações de tratamento de esgotos existentes na bacia estão sendo melhoradas e novos empreendimentos estão sendo construídos de modo que a carga orgânica lançada no rio Paraíba do Sul deve, em médio prazo, ter um decréscimo significativo. Foi considerada, ainda, a carga orgânica de fontes difusas, resultante do mau uso do solo e cujo controle é difícil e depende de grandes mudanças que incluem desde restrições ao uso de fertilizantes até à revegetação das matas ciliares. Outro fator a ser considerado é a consolidação dos aproveitamentos hidrelétricos existentes e previstos para a bacia do rio Paraíba do Sul que implicam na criação de ambiente propício às infestações de macrófitas e cianobactérias.

De forma abrangente é possível afirmar que a previsão de ocorrência ou não de infestações de macrófitas dependem de uma análise mais abrangente e detalhada para cada trecho da bacia, que tem características diferentes ao longo de seu curso.

MEDIDAS MITIGADORAS

Ao final do estudo desenvolvido, concluiu-se que o manejo integrado das plantas aquáticas, com a combinação de várias estratégias de controle e monitoramento é a melhor forma de controle e minimização das infestações por macrófitas na bacia do rio Paraíba do Sul, com geração de melhores resultados, menor custo e redução dos danos secundários ao ambiente. Dentre as ações propostas pelo estudo estão planos de ação, estratégias, monitoramento preventivo, controle das causas e monitoramento das ações.

O controle e manejo das plantas aquáticas deve considerar que, em populações normais, as macrófitas estão integradas ao ecossistema desenvolvendo suas funções de abrigo e alimentação e que sua proliferação excessiva está ligada às ações antrópicas. Deve-se considerar, portanto, a manutenção das populações de plantas nativas em densidades controladas. A presença de macrófitas nativas em populações equilibradas além de propiciar o controle biológico natural das próprias macrófitas também evita, por competição, a ocorrência de florações de cianobactérias.

Plano de Ação

O objetivo do plano é o manejo integrado das plantas aquáticas, com a combinação de várias estratégias de controle e monitoramento.

O manejo deve envolver ações de: prevenção (monitoramento preventivo), controle (controle das causas e das populações de plantas aquáticas), monitoramento (da qualidade da água e sedimento e das ações de controle) e informação/educação ambiental (como parte das estratégias para evitar introdução de espécies exóticas). Deverá ser coordenado por um grupo envolvendo especialistas e órgãos/instituições que tem atuação na bacia relacionada ao problema, incluindo AGEVAP, ANA, prefeituras, concessionárias de empreendimentos hidrelétricos, DAEE, órgãos estaduais de meio ambiente e recursos hídricos (CETESB, IGAM, INEA), IBAMA e NOS

Há necessidade de adoção de políticas conjuntas de controle e manejo. As macrófitas aquáticas apresentam alta capacidade reprodutiva e eficiente dispersão. Estratégias localizadas de controle ou manejo não alcançam resultados satisfatórios a médio prazo.

Devem ser parte do plano as ações visando à eliminação e controle das causas (no caso da bacia do rio Paraíba do Sul, principalmente eutrofização, mudanças na hidrodinâmica e introdução de espécies exóticas).

Para facilitar o acesso às informações, evitando duplicidade de ação, é adequada a criação de um banco de dados com referências bibliográficas e relatórios de todos os projetos realizados na bacia sobre o assunto incluindo aqueles de ações de controle realizadas por prefeituras ou outros órgãos e de controle e monitoramento de reservatórios realizados por concessionárias.

Estratégias

As áreas mais críticas devem ter prioridade de ação. Nestas áreas, para controle inicial, podem ser utilizados métodos mecânicos (retirada das espécies infestadas) complementados por métodos químicos (herbicidas) ou físicos (chama). É importante salientar que para uso de herbicidas é necessária realização de avaliação de risco, monitoramento e solicitação de licença para uso emergencial junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

O controle mecânico de plantas exóticas invasoras, que estão reduzindo a biodiversidade marginal nos corpos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul, deverá vir acompanhado do pronto início da recuperação da vegetação nativa.

O controle biológico deve ser parte de plano de ação com atividades de curto e longo prazo, como: preservação e recuperação dos agentes de controle biológico, preservando áreas de refúgio e aumentando a biodiversidade vegetal nativa nas margens dos corpos hídricos (curto prazo) e estabelecimento de um grupo de estudo para prospecção, avaliação do potencial de controle biológico e criação de agentes já presentes do meio e que podem ter sua atuação (médio/longo prazo).

Monitoramento preventivo

O meio mais eficiente e efetivo para minimizar os prejuízos causados pela proliferação exagerada de plantas aquáticas é o de prevenir a infestação em novas áreas, impedindo que as plantas se estabeleçam se espalhem e se tornem um problema.

O monitoramento e o registro das informações são essenciais para detectar, identificar e planejar as estratégias para combater as novas espécies de plantas, ou novas áreas infestadas com plantas potencialmente prejudiciais.

Para toda a bacia do rio Paraíba do Sul recomenda-se monitoramento das populações de macrófitas aquáticas presentes nos reservatórios e nas margens das áreas não inundadas. Este monitoramento deverá ser realizado por especialistas com periodicidade sazonal (duas vezes ao ano, uma no segundo terço da estação das chuvas e outra no segundo terço da estiagem de inverno).

São fatores relevantes para determinar as ações de controle: o conhecimento das espécies de plantas envolvidas, sua biologia e ecologia, a sazonalidade (dinâmica de crescimento das plantas relacionada aos períodos seco e chuvoso) e o local onde ocorrem as colonizações/florações de cianobactérias (reservatórios, calhas inundadas, braços ou lagos marginais).

Estas campanhas de monitoramento deverão gerar relatórios com identificação correta das espécies, indicação da ocorrência de novas espécies, estimativa de área ocupada/biomassa, níveis de colonização de plantas exóticas invasoras e avaliações de risco de problemas com macrófitas nos vários trechos de rio, correlacionando-os com dados de qualidade da água e sedimento e hidrológicos.

Este monitoramento é fundamental como subsídio à elaboração de modelos preditivos e para que se programe qualquer atitude.

É importante ressaltar que em vários reservatórios as concessionárias já realizam este monitoramento, mas não há repasse das informações e as ações realizadas têm consequências de curto prazo onde já que ocorrem reinfestações originadas dos afluentes. Os dados de monitoramento obtidos por diferentes instituições devem ser disponibilizados a todos os atores envolvidos em ações de controle/manejo e em particular ao grupo de coordenador.

Controle das causas

As principais causas da proliferação excessiva de plantas aquáticas identificadas na bacia do Rio Paraíba do Sul são:

- **Eutrofização dos corpos d'água:** Considerando que a eutrofização é um processo de enriquecimento do ambiente com nutrientes, principalmente fósforo, originado em sua maior parte pelo lançamento de esgotos sanitários sem tratamento adequado e de fertilizantes utilizados em agropecuária realizada em áreas de proteção permanente, o estudo realizado observa que “tem sido feito um grande esforço por parte da AGEVAP, da ANA e dos municípios na construção e implementação de sistemas de coleta e de tratamento de esgotos, entretanto em 2012 a bacia ainda trata apenas cerca de 25% dos esgotos domésticos. Considerando que a maior parte dos municípios com tratamento de esgoto tem apenas tratamento convencional, a situação é ainda mais crítica já que somente o tratamento terciário consegue remover nutrientes”.
- **Modificações na hidrodinâmica:** As alterações de curso e represamentos dos rios alteram o ecossistema e criam condições à proliferação de plantas aquáticas. Ainda segundo o estudo: “Dadas às condições eutróficas da bacia do Rio Paraíba do Sul e dos problemas já existentes de proliferação excessiva de macrófitas e de cianobactérias (especialmente no reservatório do Funil), inclusive com grandes perdas econômicas, é recomendável que este tipo de interferência seja evitado em toda a bacia e especialmente em áreas onde já foram registradas colonizações extensas de macrófitas e/ou florações de cianobactérias. Em caso imprescindível da implantação de PCHs, UHEs, construção de canais, diques e obras do gênero, é recomendável que seja feito o monitoramento preventivo e implementado plano de controle/manejo”.
- **Desequilíbrio da comunidade de macrófitas** com eliminação de espécies nativas e seus inimigos naturais e introdução de espécies exóticas.

Monitoramento das ações

Recomenda-se que os locais sujeitos a qualquer técnica de controle ou manejo sejam monitorados antes, durante e depois da aplicação do controle ou manejo, para que seja avaliada a eficácia da técnica aplicada e os impactos dela derivados. Da mesma forma que no monitoramento preventivo é importante que sejam incluídos dentre os parâmetros avaliados a concentração de nutrientes (fósforo e nitrogênio), características do corpo d'água (profundidade, transparência, largura e declividade das margens).

REFERÊNCIAS

- a) PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL – Resumo. Tema C: Infestação de Macrófitas - Relatório Final (PSR-018-R0). Fundação COPPETEC: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Ago. 2007. <http://www.ceivap.org.br/downloads/cadernos/PSR-018-R0.pdf>
- b) Resolução CONAMA 357/2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>
- c) TECNOGEO INFOMÁTICA S/S Ltda. (2012). Produto de consultoria contratada pela AGEVAP para elaboração de estudos que permitam identificar, localizar e quantificar as causas da proliferação de plantas aquáticas, principalmente macrófitas, ao longo da calha do rio Paraíba do Sul, inclusive braços mortos, reservatórios e alguns afluentes. Resende, Out. 2012. <http://www.ceivap.org.br/downloads%202012/Prognostico-macrofitas.pdf>