



A Ferramenta de Produção Mais Limpa e a Gestão do Fósforo no Meio Ambiente

W. S. Paganini^a, C. M. G. de Quevedo^b

- a. Associate Professor at University of São Paulo, Public Health College, São Paulo – FSP/USP.
Superintendent of Environmental Management at Basic Sanitation Company of São Paulo
- SABESP, wpaganini@sabesp.br
- b. Doctoral student at University of São Paulo, Public Health College, São Paulo – FSP/USP.
Analyst of the Environmental Management Center of the Médio Tietê Business Unit at
Basic Sanitation Company of São Paulo - SABESP, claudiagomes@sabesp.br

Resumo

O desenvolvimento de estratégias para gestão do fósforo no meio ambiente tem sido considerado, cada vez mais, de grande importância para a manutenção da qualidade de vida. Isto porque além da relação do fósforo com a deterioração dos recursos hídricos, devido à eutrofização, se projeta um decréscimo na disponibilidade das reservas naturais desse nutriente, que são finitas e não renováveis. Assim, paralelamente às discussões sobre alternativas para promover a proteção das águas, são avaliadas ferramentas para controle das fontes e reciclagem do fósforo no meio ambiente, buscando garantir a sustentabilidade das reservas conhecidas e exploráveis desse nutriente, de forma integrada. Face ao exposto, o objetivo deste trabalho é discutir a dinâmica do fósforo no meio ambiente, apresentando as experiências já adotadas, voltadas para a racionalização e a gestão do uso do nutriente, discutindo-se a importância da introdução dos conceitos de Produção Mais Limpa. A título de ilustração, apresenta-se um dimensionamento da carga potencial de fósforo lançada diariamente nas águas do rio Tietê, localizado no Estado de São Paulo, a partir das atividades urbana e agrícola desenvolvidas na bacia hidrográfica. Verifica-se que a Produção Mais Limpa surge como uma importante ferramenta de prevenção da poluição e apoio à gestão, na medida em que pode contribuir para redução das emissões e para implementação de mudanças nos processos produtivos, auxiliando no aprimoramento da percepção do assunto por parte de produtores e consumidores, e no cumprimento de políticas públicas voltadas para a preservação do meio ambiente.

Palavras-chave: Fósforo, Meio Ambiente, Produção mais Limpa.

1. Introdução

O fósforo é um elemento químico cuja fonte na natureza é a litosfera. A exploração comercial do fósforo está relacionada com o seu uso industrial, como matéria-prima básica empregada na composição e processamento de produtos, em diversos graus de purificação, e como agente para melhoria do processo produtivo. Além de sua importância econômica, entretanto, o fósforo é considerado vital para os processos biológicos.

Classificado como um macronutriente primário, possui papel relevante para o metabolismo de todos os organismos vivos, com participação na formação do ácido desoxirribonucléico (DNA), do ácido ribonucléico (RNA) e da adenosina tri-fosfato (ATP), nucleotídeo responsável pelo armazenamento da energia proveniente da

respiração celular e da fotossíntese.

Atualmente, a crescente exploração das fontes de fósforo no meio ambiente em decorrência do incremento das atividades industrial e agrícola, aliada à ocupação desordenada do solo e à ação predadora do homem sobre os animais marinhos, vem tornando as taxas de retorno do fósforo do seu ciclo natural cada vez mais reduzidas em comparação com as suas perdas, desencadeando um processo de reciclagem denominado "acíclico". Estima-se que de 2 milhões de toneladas de fósforo que são produzidas atualmente, somente cerca de 60 mil tenham capacidade de retornar ao meio de origem. (BRANCO e ROCHA, 1987; DERÍSIO, 2000; BRAGA et al., 2002)

Além disso, o aporte excessivo de fósforo em rios e reservatórios, ocasionado principalmente pelo lançamento de esgotos domésticos e industriais, bem como pelo carreamento de solo e fertilizantes em áreas cultivadas, está relacionado com a eutrofização, situação que pode contribuir para a deterioração da qualidade dos recursos hídricos e para a inviabilização de seus usos, configurando-se num importante problema ambiental e de saúde pública.

A introdução dos conceitos de Produção Mais Limpa surge, assim, como uma ferramenta de prevenção à poluição, integrando os objetivos econômicos e tecnológicos à necessidade de adoção de práticas que auxiliem na melhoria da qualidade dos recursos hídricos e na reciclagem de fósforo no meio ambiente, visando uma maior eficiência no uso da matéria-prima, em prol da manutenção da qualidade de vida da atual e das futuras gerações.

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa documental, sobre a dinâmica do fósforo no meio ambiente e sobre as medidas que visam o controle de seu aporte nas águas. São apresentadas as estratégias de gestão voltadas para controle do aporte de fósforo nas águas já adotadas em diversas localidades do mundo, sendo abordada a situação atual detectada no Brasil, discutindo-se a importância da introdução dos conceitos de Produção Mais Limpa.

A título de ilustração, apresenta-se um estudo de caso sobre o rio Tietê, localizado no Estado de São Paulo, dimensionando-se a carga potencial de fósforo lançada diariamente nas águas a partir das atividades urbana e agrícola desenvolvidas na bacia hidrográfica.

3. Resultados e Discussão

3.1. *A dinâmica do fósforo no meio ambiente e a eutrofização*

Ao contrário do nitrogênio, cujo reservatório é o ar, a fonte de fósforo na natureza é a litosfera. Sua liberação natural ocorre principalmente por meio das erosões do solo, num processo lento em que parte do fosfato é transportada para a hidrosfera, meio onde pode sedimentar-se ou ser utilizado pelos seres vivos. O retorno do fósforo sedimentado nos mares ocorre também muito lentamente ao ciclo, principalmente através dos peixes e aves marinhas. (BRANCO e ROCHA, 1987; DERÍSIO, 2000; BRAGA et al., 2002)

O transporte através das águas é parte fundamental do ciclo do fósforo, correspondendo à forma predominante com que o fosfato se move através do meio ambiente. Seu comportamento em rios e reservatórios relaciona-se diretamente com o nível e intensidade das contribuições, sejam elas naturais ou artificiais. Em bacias mais desenvolvidas economicamente e com grande concentração populacional, a presença do fósforo nas águas está mais relacionada com as fontes

artificiais ou antrópicas, que são aquelas decorrentes da atividade humana. Nesses locais, apesar de ocorrer o aporte de fósforo por influência dos processos naturais, estima-se que as fontes artificiais sejam sensivelmente mais importantes e, dentre elas, destacam-se os esgotos domésticos, os efluentes industriais e o escoamento superficial de áreas cultivadas. (ESTEVES, 1988; CHAVE, 1997; DERÍSIO, 2000; BRAGA et al., 2002; PIVELI e KATO, 2005; VON SPERLING, 2005)

A presença de fósforo nas águas está relacionada com a eutrofização, processo que corresponde às alterações qualitativas e quantitativas da produtividade biológica de um corpo hídrico em decorrência da introdução em excesso de nutrientes, podendo inviabilizar diversos de seus usos.

Os principais efeitos da eutrofização, relatados por TUNDISI (2003), referem-se à redução dos níveis de oxigênio, com conseqüente mortalidade de peixes, crescimento de algas, elevação na concentração de matéria orgânica, alteração na composição de espécies de peixes e efeitos na saúde humana, crônicos e agudos. Acrescente-se a esses, os efeitos econômicos e sociais, como deterioração de lagos recreacionais, dificuldades no transporte e aumento nos custos do tratamento da água.

Nos Estados Unidos, surtos de uma espécie de alga microscópica, ocorridos no leste do país, estão relacionados à eutrofização. Os danos neurológicos causados nas pessoas expostas ao material altamente tóxico e volátil produzido por essa alga têm aumentado a conscientização pública em relação aos efeitos da presença de nutrientes nas águas e provocado discussões quanto à necessidade de solução. (SHARPLEY et al., 2003)

3.2. O fósforo e as atividades urbana e agrícola

A substituição da vegetação natural pela urbanização pode desencadear uma série de conseqüências, com reflexos negativos nas condições de qualidade dos corpos d'água. Na medida em que a urbanização avança, ocorrem, de forma geral, aumento na produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e ao acúmulo e transporte de lixo e matéria orgânica, e deterioração da qualidade da água, em decorrência do escoamento superficial e do lançamento de esgotos domésticos e industriais.

A utilização de fósforo na agricultura está relacionada com a garantia da produtividade. Para as plantas, condições limitantes de fósforo podem resultar em baixo desenvolvimento das raízes e reduzido nível de brotação, sendo que a aplicação de fósforo no solo visa oferecer condição mais balanceada de desenvolvimento, garantindo maior produção. Como nos solos o fósforo é um elemento de baixa mobilidade devido aos mecanismos físico-químicos que o atraem para os colóides, é considerado um nutriente de baixo aproveitamento pelas plantas, o que faz com que as quantidades de fertilizantes aplicadas sejam sempre superiores à capacidade de extração do nutriente pelas culturas. Calcula-se que, em áreas cultivadas, um aumento de cerca de 100% na quantidade de fertilizantes utilizada, pode ocasionar um acréscimo de até 80% na concentração de fósforo nas águas. (TAYLOR e KILMER, 1980; PAGANINI, 1997; STAUFER e SULEWSKI, 2004)

No entanto, a aplicação contínua e de longo prazo de fertilizantes pode aumentar a concentração de fósforo no solo e contribuir para a ocorrência de perdas do nutriente através do escoamento superficial. O coeficiente de perdas de fósforo em áreas agrícolas é bastante variável, situando-se na faixa de 0,15 a 1,4 kg/ha/ano. No Estado de São Paulo, estudos efetuados pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) para a safra dos anos de 1987/1988, concluiu que as perdas potenciais de fósforo em áreas cultivadas podem ser estimadas em 5.045t/ano, o que corresponde a 0,20 kg/ha/ano. (VOLLENWEIDER, 1968; BELLINAZZI Jr et al., 1981; GLENNIE et al., 2002; SHARPLEY et al., 2003)

No caso da atividade industrial, a utilização de compostos fosforados pode estar relacionada com sua utilização como matéria-prima básica empregada na composição e processamento do produto, ou com o desempenho do processo produtivo em si. Neste último caso, por exemplo, cita-se que os polifosfatos são largamente utilizados para minimizar ou evitar problemas com incrustações em caldeiras, para reduzir as precipitações em sistemas de resfriamento e em trocadores de calor e, mais recentemente, em fábricas de dessalinização. Nos efluentes oriundos do processamento de produtos, a presença de fosfato está relacionada basicamente com as atividades da indústria alimentícia, usinas de açúcar e álcool, produtos de limpeza e acabamento de metais, dentre outras. Relaciona-se, também, com o emprego de detergentes na etapa de “limpeza ou lavagem” de linhas de produção dos mais diversos ramos de atividade, como por exemplo, das indústrias têxteis e de fibras em geral, indústria de alimentos, frigoríficos e curtumes, dentre outras. (SOLT, 1975; BRAILE e CAVALCANTI, 1979)

Nos esgotos domésticos, o fósforo aparece na forma de compostos orgânicos, como por exemplo, as proteínas, e em compostos minerais, principalmente polifosfatos e ortofosfatos. Isto porque, além de sua origem orgânica, através do material fecal, o elemento químico fósforo tem aplicação bastante difundida como matéria-prima de diversos produtos industrializados que são consumidos ou utilizados domesticamente pelo homem, desde produtos farmacêuticos, até gêneros alimentícios e produtos de limpeza. (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; JORDÃO e PESSÔA, 1995; PIVELI e KATTO, 2005; FOSBRASIL, 2008)

Os esgotos domésticos possuem concentração de fósforo da ordem de 4 a 50 mg/L, a partir de uma produção diária de 1 a 3 g por pessoa. No Brasil, a contribuição per capita diária de fósforo nos esgotos domésticos é de 0,7 a 2,5 g e a concentração típica desse nutriente situa-se na faixa de 4 a 15 mg/L, sendo que a fração orgânica fica compreendida entre 1 a 6 mg/L e a fração inorgânica, de 3 a 9 mg/L. (METCALF e EDDY, 2003; VON SPERLING, 2005)

De forma geral, calcula-se que nos locais onde há utilização doméstica ou em lavanderias de detergentes compostos por STPP, 50% do fósforo presente nos esgotos têm essa origem. Esse valor pode atingir 80%, de acordo com as características sócio-econômicas regionais. (CHORUS e BARTRAN, 1999; GLENNIE et al., 2002)

3.3. Medidas de gerenciamento e controle: importância das ferramentas de Produção Mais Limpa

A partir das décadas de 1960 e 1970, os estudos relativos à disponibilidade de fósforo, à produtividade biológica e à fertilização têm sido aprimorados, uma vez que, na medida em que são aumentados os níveis de eutrofização das águas, se projeta um decréscimo nas reservas mundiais desse nutriente na natureza.

Preocupados com essas questões, diversos países passaram a atuar de forma mais intensiva no controle das fontes urbanas, especialmente através do gerenciamento de sua presença nos esgotos sanitários, através de medidas preventivas, pela redução da quantidade de tripolifosfato de sódio (STPP) presente nos detergentes em pó, e de medidas corretivas, pelo monitoramento dos lançamentos, pela melhoria gradativa e planejada na eficiência dos sistemas de tratamento e pela fiscalização dos lançamentos industriais.

Estimou-se que o banimento do STPP nas formulações dos detergentes aliado à implantação e melhoria dos sistemas de tratamento de esgotos resultariam numa redução de até 70% das taxas do nutriente lançadas nas águas superficiais e, diante dessas constatações, diversas localidades, principalmente na Europa e nos Estados Unidos, passaram a restringir o uso de STPP nos detergentes, sendo que países como Suíça, Alemanha e Holanda, por exemplo, optaram por banir a sua

utilização. Nesses locais, os fosfatos têm sido substituídos por outras matérias-primas consideradas ambientalmente mais adequadas e que mantêm a eficiência do produto final, como as zeólitas, que demonstram possuir uma boa relação custo-benefício, considerando as questões sócio-econômica, de saúde pública e ambiental. (GLENNIE et al. 2002; LLOYD, 2007)

Posteriormente, já na década de 1990, esses países passaram a adotar critérios para remoção de fósforo em sistemas de tratamento de esgotos, estabelecendo prioridades para direcionamento dos investimentos. A Comunidade Européia, através da *Council Directive* nº 271, de 21 de maio de 1991, estabeleceu prazos para adequação ou implantação de sistemas de tratamento dos esgotos sanitários de acordo com o porte do município e a sua localização em relação às áreas consideradas sensíveis ou suscetíveis à eutrofização. Para municípios com menos de 20 mil habitantes, é possível viabilizar sistemas de disposição dos esgotos no solo, garantindo o aumento das taxas de retorno do nutriente ao ciclo, processo denominado *closing the loop*. (EC, 1991; LLOYD, 2007; CEEP, 2007)

Os sistemas de tratamento de esgotos por disposição no solo possibilitam a retirada do fósforo pelas plantas para utilização em seus processos metabólicos, apresentando-se como uma importante alternativa de tratamento e reúso devido à sua capacidade de “polimento” de efluentes e obtenção de sub-produtos, como por exemplo carvão, bem como, pela importante atuação na recarga de aquíferos. Trata-se também, de uma metodologia para reciclagem, uma vez que o fósforo presente na massa líquida e precipitado no lodo, nos processos de tratamento de esgotos e efluentes, é normalmente encaminhado para incineração ou para disposição final em aterros, tornando-se irremediavelmente perdida. (PAGANINI, 1997; VON SPERLING, 2005)

Outra ação adotada foi a introdução do *ecolabel* para os detergentes livres de fosfato, o que corresponde a uma espécie de “selo verde”. Essa rotulagem busca auxiliar os consumidores a identificar os produtos que causam menor dano ao meio ambiente, oferecendo-lhes a oportunidade de optar por sua compra. Como resultado, os fabricantes são estimulados a desenvolver produtos e processos de produção mais adequados à proteção do meio ambiente. Dentre esses “selos”, pode-se citar o *Nordic White Swan*, utilizado na Suécia, Finlândia, Dinamarca, Islândia e Noruega e o *Eco-Label*, utilizado nos países da União Européia. (GLENNIE et al., 2002)

Com relação à atividade agrícola, passou-se a planejar alternativas para controle do aporte fósforo através da adoção de processos de produção mais controlados e sustentáveis, incluindo-se o estabelecimento de limites para a utilização de fertilizantes, de acordo com a localização geográfica da área a ser cultivada em relação à existência de mananciais suscetíveis à eutrofização e a concentração do nutriente nos solos, bem como o estabelecimento de subvenção governamental para execução de medidas de educação, assistência técnica, treinamento e transferência de tecnologia para projetos de controle da poluição difusa proveniente de áreas agrícolas. (SHARPLEY et al., 2003; GILINSKI et al., 2009)

Verifica-se, portanto, que as medidas para gestão do fósforo envolvem o controle das fontes, com vistas a reduzir o seu consumo e, conseqüentemente, sua liberação no meio ambiente, e a inserção de tecnologias que contribuam para uma maior eficiência na reciclagem do nutriente. Envolve, ainda, mudanças de postura e de cultura por parte dos meios produtores e da população em geral. De acordo com BERLINCK (2003), a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos envolve um processo maciço de educação ambiental, de forma a serem divulgadas informações de fácil compreensão e acesso, com vistas a ampliar a capacidade técnica da população e auxiliar na constituição de processos colaborativos, fatores fundamentais para a sua atuação efetiva, contribuindo para alterações nos

processos produtivos, de acordo com a capacidade técnica e financeira do país.

A inserção das ferramentas de Produção Mais Limpa na utilização do fósforo pode facilitar o cumprimento de normas pelas indústrias em geral, bem como promover o respeito aos limites estabelecidos pela legislação de recursos hídricos, desde a extração da matéria-prima e sua utilização nos processos produtivos até as metodologias mais adequadas para tratamento dos resíduos e efluentes gerados, auxiliando na mudança de comportamento e atitudes. Trata-se, portanto, de uma estratégia que integra as questões econômicas e sociais à necessidade de preservação das fontes do nutriente e melhoria da qualidade das águas, com vistas à garantia da sustentabilidade ambiental, de forma contínua e perene.

3.4. A Situação no Brasil e o Caso do Rio Tietê

No Brasil, a questão dos impactos das atividades do homem sobre o ciclo do fósforo e seus efeitos no meio ambiente está atualmente direcionada para o seu controle em áreas urbanas, através da discussão sobre sua presença nos corpos d'água receptores de efluentes, conforme preconizado na Resolução nº 357, de 29/04/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Quanto à presença do fósforo nos detergentes em pó, a questão no Brasil é regulamentada pela Resolução CONAMA nº 359, que estabeleceu um critério para redução gradativa da concentração de fosfato utilizado por formulação até atingir o limite de 10,99% a partir do ano de 2008. A iniciativa, que vai ao encontro de ações já adotadas por outros países tem como objetivo promover uma redução média de 30% na quantidade de STPP lançada nos rios. (CONAMA, 2005; PACHIONI, 2005)

No entanto, ainda que tal legislação esteja sendo devidamente aplicada e fiscalizada, sua importância e seus resultados práticos não foram comunicados e informados à população, podendo-se avaliar que sua abrangência não atingiu a sociedade de forma plena. Ainda que o STPP seja sistematicamente empregado, não há referências sobre a sua presença ou concentração nos rótulos dos produtos comercializados. Diante desse cenário e considerando-se as expectativas de redução no aporte de fósforo calculadas a partir da limitação proposta por essa Resolução, pode-se estimar que os resultados obtidos são ainda tímidos. No que se refere à atividade agrícola, as discussões no país são ainda bastante incipientes, não existindo legislação específica para regulamentação do assunto.

Analisando-se o comportamento do fósforo na bacia hidrográfica do rio Tietê, considerado o rio mais importante do Estado de São Paulo, no período compreendido entre os anos de 1986 e 2007, verifica-se que as maiores concentrações do nutriente tendem a ocorrer nas regiões com maior concentração populacional. Na Figura 01 pode-se visualizar a comparação gráfica entre concentração de fósforo na coluna d'água e as variáveis concentração populacional, população urbana, indústrias e extensão das áreas cultivadas.

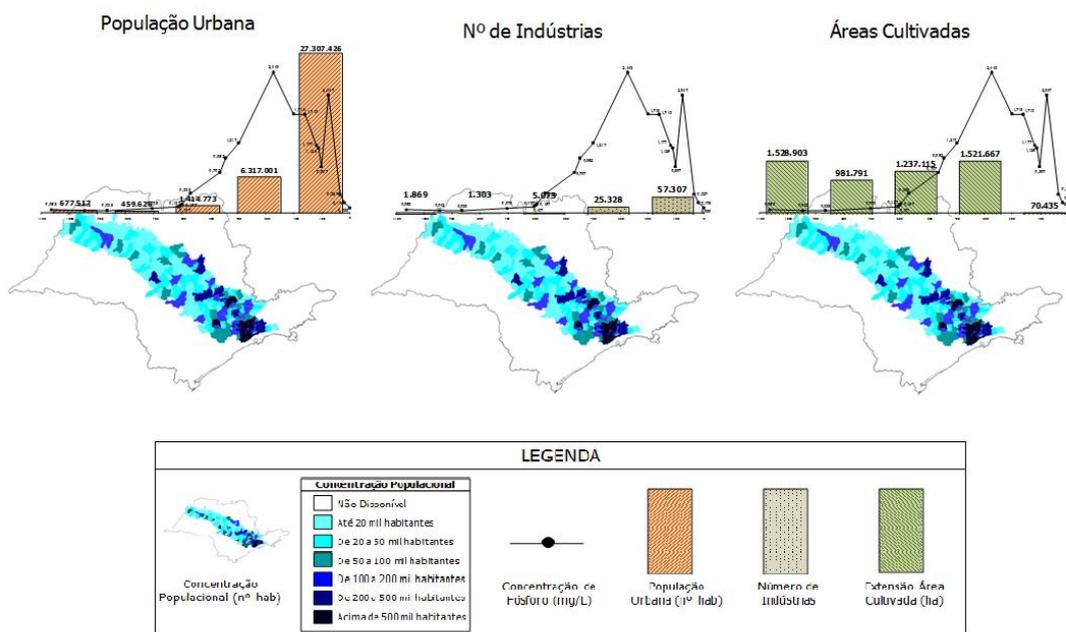


Fig. 01: Comparação dos dados população total, população urbana, número de indústrias e extensão das áreas cultivadas na bacia do rio Tietê, em relação à concentração de fósforo na coluna d'água no ano de 2007.

Fonte: QUEVEDO, 2009.

A estimativa de carga potencial de fósforo lançada no rio decorrente das atividades urbana e agrícola, demonstra que a contribuição de fósforo a partir dos esgotos domésticos pode ser calculada em 68,3 t/dia e a contribuição decorrente das perdas em áreas cultivadas devido ao escoamento superficial em 3 t/dia. Ainda, da parcela de fósforo oriunda dos esgotos, estima-se que a quantidade decorrente do uso de detergentes seja da ordem de 34,1 a 54,6 t/dia.

Com as reduções propostas pela Resolução CONAMA nº 359/05, que regulamenta as concentrações de fósforo nos detergentes, a quantidade de nutriente lançada nas águas do Tietê a partir dessa fonte poderia ser estimada em 23,9 a 38,2 t/dia, o que pode ser considerado um valor ainda bastante elevado. Na Tabela 01, a seguir, pode-se visualizar um comparativo entre as cargas potenciais de fósforo na bacia do Tietê, a partir das atividades urbana e agrícola, para o ano de 2007, bem como as contribuições estimadas de STPP antes e após a aplicação da Resolução CONAMA nº 359/05.

Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI)	Atividade Agrícola		Atividade Urbana		Detergentes - STPP			
	Área Cultivada (ha)	Carga Estimada de Fósforo (t/dia)	População Urbana (nº hab)	Carga Estimada de Fósforo (t/dia)	Antes CONAMA 359/05		Após CONAMA 359/05	
					Faixa (t/dia)		Faixa (t/dia)	
Alto Tietê	70.435	0,0	18.438.509	46,1	23,0	36,9	16,1	25,8
Piracicaba/Capivari/Jundiá	846.600	0,5	4.691.885	11,7	5,9	9,4	4,1	6,6
Tietê/Sorocaba	675.067	0,4	1.625.116	4,1	2,0	3,3	1,4	2,3
Tietê/Jacaré	1.237.115	0,7	1.414.773	3,5	1,8	2,8	1,2	2,0
Tietê/Batalha	981.791	0,6	459.626	1,1	0,6	0,9	0,4	0,6
Baixo Tietê	1.528.903	0,9	677.517	1,7	0,8	1,4	0,6	0,9
Total da Bacia do Tietê	5.339.911	3,0	27.307.426	68,3	34,1	54,6	23,9	38,2

Tabela 01: Cargas potenciais de fósforo na bacia do Tietê, em decorrência das atividades agrícola, urbana e do uso de detergentes contendo STPP, em t/dia, no ano de 2007. Fonte: QUEVEDO, 2009

4. Conclusões

A evolução nas ferramentas para redução do aporte de fósforo nas águas através do controle das fontes tem sido considerada de grande importância para garantia das condições ambientais e de saúde pública, uma vez que pode contribuir para a redução dos níveis de eutrofização e auxiliar na preservação das reservas do nutriente.

Para a gestão do fósforo no meio ambiente, a introdução dos conceitos de Produção Mais Limpa pode auxiliar na promoção de uma maior eficiência no uso de um recurso natural finito, pela redução de seu uso e pela reciclagem de resíduos, contribuindo para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos e para a transformação de potenciais fontes de poluição em fontes de produtividade.

Para tanto, verifica-se a importância das ações de caráter preventivo, através da regulamentação da composição e do uso de produtos que contêm fósforo em suas formulações, especialmente detergentes e fertilizantes, da introdução de matérias-primas alternativas, como é o caso das zeólitas nos detergentes, e da inserção de tecnologias voltadas para utilização dos resíduos domésticos, industriais e agrícolas, levando-se em conta as alternativas que contribuam para um aumento das taxas de retorno do fósforo ao seu ciclo natural, como por exemplo, os sistemas de disposição de esgotos e efluentes no solo.

As medidas voltadas para a promoção de mudanças de comportamento e postura por parte de produtores, consumidores e população em geral com relação à utilização do fósforo também são de grande relevância, pois visam instruir sobre os impactos da presença de fósforo nas águas e a importância da adoção de medidas direcionadas para o controle e restrição de seu uso. Nesse sentido, os “selos verdes” para os detergentes sem fósforo, sistemática já adotada em diversos países, surgem como uma iniciativa importante.

É de grande importância, também, que as ferramentas de Produção Mais Limpa sejam inseridas no planejamento de políticas públicas voltadas para a questão ambiental, pois, além de ser uma estratégia de gestão, a Produção Mais Limpa surge como forma de prevenção da poluição, alinhando os objetivos econômicos e tecnológicos à necessidade preservação e conservação do meio ambiente, de forma integrada e sistêmica.

5. Referências

- Bellinazzi Jr. R., Bertolini D., Lombardi Neto F., 1981. Ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In II Simpósio sobre o Controle da Erosão. São Paulo: CATI.
- Berlinck C.N., 2003. Comitê de Bacia Hidrográfica: educação ambiental e investigação-ação. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.
- Braga B., Hespanhol I, Conejo J.G.L., Barros M.T.L., Spencer M., Porto M., Nucci N., Juliano N., Eiger S., 2002. Introdução à engenharia ambiental. São Paulo: Prentice Hall.
- Braile P.M., Cavalcanti J.E.W.A., 1993. Manual de tratamento de águas residuárias. São Paulo: CETESB.
- Branco S.M., Rocha A.A., 1987. Elementos de ciência do ambiente. 2 ed. São Paulo: CETESB.
- CEEP - Centre Européen d'Etudes des Polyphosphates, 2008. <http://www.ceep-phosphates.org> acessado em dezembro/2008.
- Chave P.A., 1997. Legal and regulatory instruments in Water pollution control: a guide to the use of water quality management principles, Helmer R. and Hespanhol I., editores. WHO/UNEP. http://www.who.int/water_sanitation_health /resources

[/resquality/en/index.html](#) acessado em novembro/2007.

Chorus I., Bartram J., 1999. Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/resquality/en/index.html acessado em novembro/2008.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Resolução n° 359, de 29 de abril de 2005. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35905.pdf> acessado em abril/2009.

Derisio J.C., 2000. Introdução ao controle da poluição ambiental. 2 ed. São Paulo: Signus Editora.

EC - European Community, 1991. Council Directive n° 271, of 21 May 1991. <http://eur-lex.europa.eu> acessado em fevereiro/2009.

Esteves F.A., 1988. Fundamentos de Limnologia. Rio de Janeiro: FINEP.

FOSBRASIL, 2008. Desenvolvido pela Fosbrasil S/A. <http://www.fosbrasil.com> acessado em janeiro/2008.

Gilinsky E., Capacasa J.M., Baker M.G., King E.S., 2009. An urgent call to action: report of the State-EPA nutrient innovations task group. United States Environmental Protection Agency. Washington: USEPA. http://water.epa.gov/scitech/swguidance/waterquality/standards/criteria/aqlife/pollutants/nutrient/upload/2009_08_27_criteria_nutrient_nitgreport.pdf acessado em janeiro/2011.

Glennie E.B., Littlejohn C., Gendebien A., Hayes A., Palfrey R., Sivil D., Wright K., 2002. Phosphates and alternative detergent builders: final report. Wiltshire: EU Environment Directorate.

Jordão E.P., Pessoa C.A., 1995. Tratamento de esgotos domésticos. 3 ed. Rio de Janeiro: ABES.

Lloyd J., 2007. The nutrient cycle. In: Hislop H. (Ed). The nutrient cycle: closing the loop. United Kingdom: Green Alliance. <http://www.green-alliance.org.uk> acessado em dezembro/2008.

Metcalf L., Eddy H.P., 2003. Wastewater engineering: treatment and reuse. 4 ed. Singapore: McGraw-Hill Inc.

Pachioni, R., 2005. Fabricante se submete às leis ambientais: CONAMA regulamenta o teor de fósforo nas formulações, a fim de reduzir a eutrofização. Revista Eletrônica Química e Derivados. <http://www.quimicaederivados.com.br/revista/qd438/detergentes6.html> acessado em setembro/2008.

Paganini W.S., 1997. Disposição de esgotos no solo: escoamento à superfície. São Paulo: AESABESP.

Pivelli R.P., Kato M.T., 2005. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES.

Quevedo C.M.G., 2009. As atividades do homem e a evolução da dinâmica do fósforo no meio ambiente. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Faculdade de Saúde Pública. Universidade de São Paulo.

Sharpley A.N., Daniel T., Sims T., Lemunyon J., Stevens R., Parry R., 2003. Agricultural phosphorus and eutrophication. United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. 2 ed. Washington: USDA-ARS.

Solt G.S., 1975. Phosphorus in industrial waters. In: Jenkins S.H., Ives K.J. (Eds). Phosphorus in fresh water and the marine environment. v. 2. 2 ed. Londres: Pergamon Press Officers, p. 69-75.

Stauffer M. D. Sulewski, G., 2004. Fósforo: essencial para a vida. In: Yamada T., Abdalla S.R.S. (Eds). Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, p. 1-11.

Taylor A.W., Kilmer V.J., 1980. Agricultural phosphorus in the environment. In: Khasawneh F.E. (Ed). The role of phosphorus in agriculture. Madison: American Society of Agronomy.

Tundisi J.G., 2003. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos, SP: RiMa, IIE.

Vollenweider R.A, 1968. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus factors in eutrophication. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), Tech. Report. DAS/CSI6827.

Von Sperling M., 2005. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3 ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG.