

## IV-300 – IMPORTÂNCIA DA RESERVA FLORESTAL DO MORRO GRANDE NA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA PRODUTOR ALTO COTIA

**Cintia Elena Nicolau<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental – modalidade Controle Ambiental pelo Centro Superior de Educação Tecnológica da Universidade Estadual de Campinas (CESET/UNICAMP). Tecnóloga em Saneamento Ambiental – modalidade Saneamento Básico pela Faculdade de Tecnologia da UNICAMP (FT/UNICAMP). Especialista em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Tecnóloga na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

**João Sergio Cordeiro<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Doutor em Hidráulica e Saneamento da EESC/USP. Professor Titular do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos (DECiv/UFSCar). Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana do DECiv/UFSCar.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Major Paladino, 300 – Leopoldina – São Paulo – SP – CEP: 05307-000 – Brasil – Tel: +55 (11) 98819-9458 / 94141-9470 – e-mails: [cintiaelenan@yahoo.com.br](mailto:cintiaelenan@yahoo.com.br), [cenicolau@sabesp.com.br](mailto:cenicolau@sabesp.com.br).

### RESUMO

O Rio Tietê é o principal rio do Estado de São Paulo; a sua porção superior recebe o nome de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) e atravessa a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), incluindo a Capital do Estado, São Paulo, uma área densamente povoada, que requer complexas infraestruturas em todos os aspectos, inclusive no saneamento, mais especificamente com relação a água e esgoto. As primeiras soluções para abastecimento de água da Capital vieram de áreas de cabeceiras, entre o final do século XIX e o começo do século XX, já que o Rio Tietê, que atravessava a cidade, era de qualidade duvidosa para abastecimento público. Houve uma preocupação não somente em escolher áreas com o entorno preservado, mas em proteger essas matas, desapropriando terrenos e criando grandes áreas de proteção, influenciando positivamente na qualidade das águas. Nem todos os sistemas foram tão bem planejados e protegidos no início, sendo povoadas as margens de represas, causando poluição e prejuízos à qualidade de suas águas. Para se avaliar a qualidade das águas de um sistema de abastecimento da RMSP, foi escolhida a Bacia do Alto Cotia, pertencente ao sistema produtor homônimo, que se localiza na Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), no município de Cotia. Foram utilizados dados de monitoramento das águas realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), sendo utilizados para análise os índices: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP), Índice do Estado Trófico (IET), Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) e Índice da Comunidade Fitoplantônica (ICF). Os resultados, com exceção de algumas amostras em certos parâmetros, apresentaram índices de qualidade entre regular e ótimo, o que mostra a importância de se preservar as matas do entorno de mananciais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reserva do Morro Grande, Bacia do Alto Cotia, Qualidade das águas.

### INTRODUÇÃO

Quanto melhor for a qualidade da água no manancial, menos se gastará com o tratamento da mesma para abastecimento público. Por outro lado, o não tratamento e a disposição inadequada dos esgotos sanitários poderá comprometer a qualidade dos corpos d'água, também encarecendo o processo de tratamento de água para abastecimento a jusante, quando se há condições de ser usada para tal finalidade.

Quanto melhor for a qualidade da água tratada fornecida, mais se evitará que doenças sejam transmitidas. Isso também vale para o tratamento dos esgotos, pois uma água poluída contribuirá para o aumento de casos de doenças de veiculação e de transmissão hídricas.

O Rio Tietê é o principal rio do Estado de São Paulo. No início de seu curso, a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT) atravessa a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a maior região metropolitana do país,

que possui uma das maiores cidades do mundo: a Capital do Estado, São Paulo. Essa bacia corresponde à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 6 – Alto Tietê (AT). Uma área densamente povoada requer complexas infraestruturas em todos os aspectos, inclusive no saneamento, mais especificamente com relação a água e esgoto. Abastecer essa região não é uma tarefa fácil. Desde o final do século XIX, isso já era um problema para a Capital.

As primeiras soluções vieram de áreas de cabeceiras, entre o final do século XIX e começo do século XX, ao norte (Sistema Cantareira velho), oeste (Sistema Alto Cotia) e leste (Sistema Rio Claro) da bacia, que eram longe da cidade de São Paulo e demandavam muitos quilômetros de tubulações, já que o Rio Tietê, que atravessava a cidade, era de qualidade duvidosa para abastecimento público.

Após a construção do Sistema Cantareira Velho, segundo FPHESP (2009), a busca de novos mananciais para abastecimento da cidade gravitava em torno da questão de quais seriam as melhores águas indicadas para o consumo humano. A principal variável na escolha das fontes era o seu perfil sanitário, pois se acreditava que as águas originadas nas cabeceiras e nascentes dos rios eram naturalmente puras, dispensando o tratamento. Esses parâmetros estavam definidos no Código Sanitário, promulgado em 1894, reunindo as normas de higiene e saúde pública a serem seguidas pela população. Devido à crise no abastecimento e ao temor da transmissão de doenças pelas águas do Rio Tietê, que possuía um estado sanitário duvidoso devido aos dejetos nele lançados, que não eram escoados em períodos de estiagem, optou-se em 1912 por aduzir o Rio Cotia, no município de Cotia, localizado mais próximo da Capital em relação ao Rio Claro (que se localiza entre os municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim), que foi construído posteriormente.

Segundo FPHESP (2008), em 1912, então se iniciou o projeto do Sistema Alto Cotia; as obras se iniciaram em 1914 e foram concluídas em 1916, com a construção da barragem velha da Cachoeira da Graça. Nesse período, o Governo realizou a desapropriação de um território de mais de 10.000 hectares de toda a área da bacia hidrográfica formada pelas cabeceiras do Rio Cotia. Essas desapropriações formaram uma grande área verde, que em 1979 foi denominada Reserva Florestal do Morro Grande.

Para os primeiros sistemas de abastecimento, houve uma preocupação não somente em escolher áreas com o entorno preservado, mas em proteger essas matas, desapropriando terrenos e criando grandes áreas de proteção, influenciando positivamente na qualidade das águas.

Nem todos os sistemas foram tão bem planejados e protegidos no início, como foram os casos dos Sistemas Guarapiranga e Billings / Rio Grande, que foram criados com o intuito de geração de energia e posteriormente foram aproveitados para abastecimento público. O entorno dessas represas é povoado, causando poluição e prejuízos à qualidade de suas águas.

Para se avaliar a qualidade das águas de um sistema de abastecimento da RMSP, foi escolhida a Bacia do Alto Cotia, pertencente ao sistema produtor homônimo, que se localiza na Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), no município de Cotia.

## **OBJETIVO**

O presente trabalho tem por objetivo apresentar e discutir a importância da proteção de mananciais através do monitoramento de dados de qualidades das águas de uma sub-bacia da Bacia do Alto Tietê: a sub-bacia do Alto Cotia e relacionar a importância da preservação das matas para a qualidade de águas.

## **OBJETO DE ESTUDO**

O Rio Cotia é um afluente do Rio Tietê, sendo a confluência dos mesmos no Município do Barueri. Tem contribuição de águas dos municípios de Cotia, Embu das Artes, Jandira, Carapicuíba e Barueri, da UGRHI 6 e do município de Vargem Grande Paulista, da UGRHI 10 – SMT (Sorocaba / Médio Tietê).

A Bacia do Alto Cotia está toda localizada em área preservada, na Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), esta de propriedade da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), no município de Cotia.

Segundo Metzger et al (2006), a Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG) abrange uma área de cerca de 10.870 hectares do município de Cotia (coordenadas 23°39"-23°48"S, 47°01"-46°55"W), no Planalto Atlântico, em altitudes que variam de 860 a 1075 m.s.m.

Situada a 34 km do marco zero da capital do Estado, a RFMG é adjacente a leste com o município de Itapeverica da Serra, ao sul com São Lourenço da Serra, a sudoeste com Ibiúna, a noroeste com Vargem Grande Paulista e a norte é território de Cotia. Os limites da RFMG coincidem com os da bacia do Rio Cotia no seu trecho superior, dentro da bacia do Alto Tietê. Limita-se, assim, a leste com a bacia do Guarapiranga (Rio Pinheiros), ao sul, nos contrafortes mais altos, com as cabeceiras do Rio Ribeira de Iguape, em particular com o alto curso do Rio São Lourenço, e ao sudoeste com os principais afluentes do rio Sorocaba, os Rios Sorocamirim e Sorocabuçu.

A RFMG contém o Sistema Produtor Alto Cotia, gerenciado pela SABESP, composto essencialmente por duas barragens – Pedro Beicht (Figura 1) e Cachoeira da Graça (Figura 2) –, estação de tratamento e laboratórios de controle.



**Figura 1. Barragem e Represa Pedro Beicht.**



**Figura 2. Barragem Cachoeira da Graça nova.**

O mapa da Figura 3 foi produzido com a base de imagens do *software* ArcGIS, versão 10.3, proveniente dos satélites WorldView 01 e 02 e Quick Bird 02, sendo o polígono delimitando a divisa da RFMG feito com base no artigo de Metzger et al (2006).

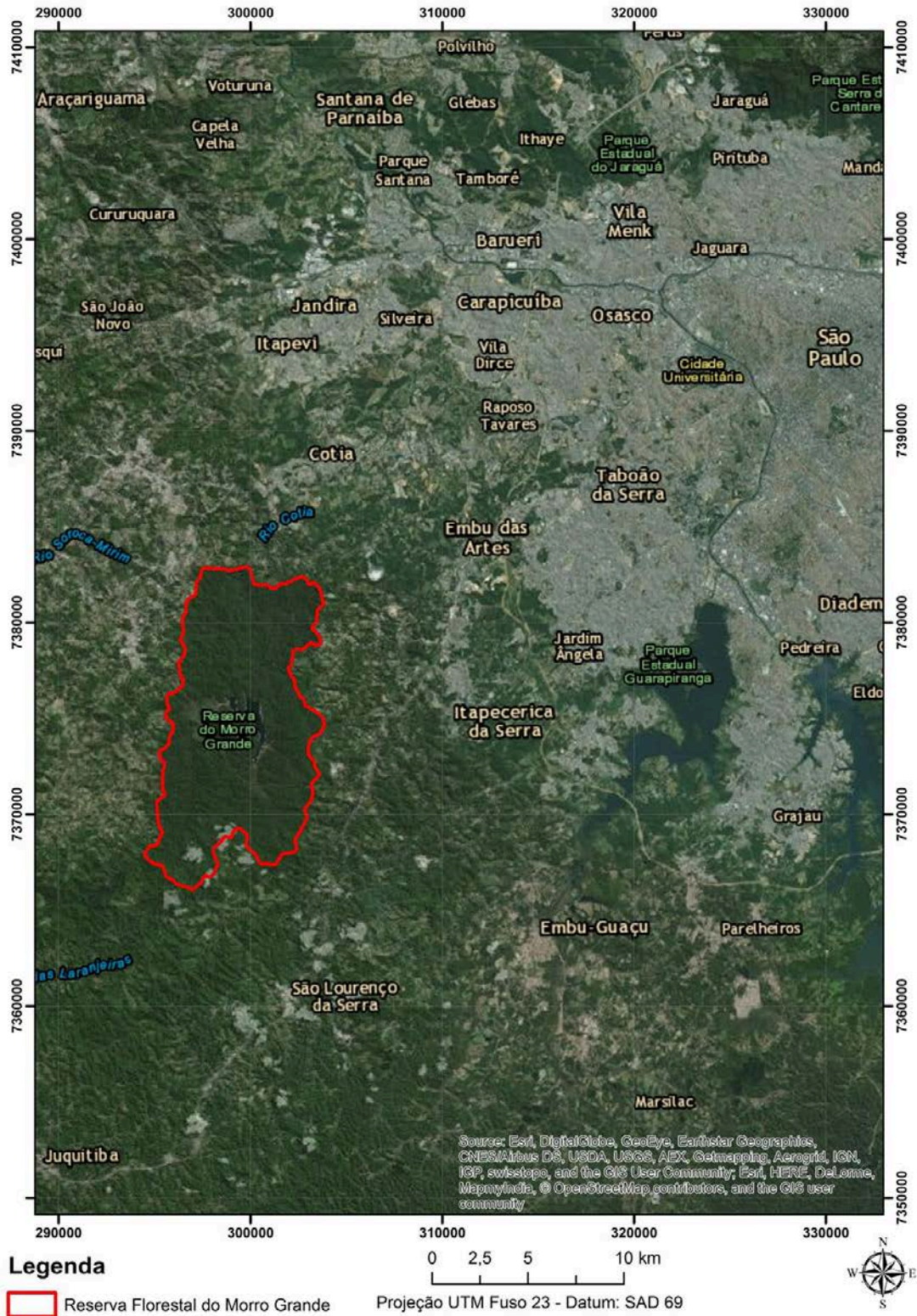


Figura 3. Parte da Grande São Paulo, incluindo a RFMG e entorno.

## METODOLOGIA

Dentro da BHAT, foi escolhida a sub-bacia do Alto Cotia, que engloba o sistema produtor de água homônimo, para serem apresentados dados de qualidade das águas.

A partir do relatório anual da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) intitulado “Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo” de 2015, ano-base 2014 (SÃO PAULO / SMA / CETESB, 2015), citado nesse trabalho simplesmente por “relatório”, foram apresentados dados de qualidade das águas dessa sub-bacia, para o ponto de código COGR00900, localizado no Reservatório das Graças, no exutório da bacia, junto à captação da ETA Alto Cotia (coordenadas 23°39’12’S, 46°58’03’W), no município de Cotia. Esse ponto é da rede básica da CETESB, com coleta manual, com frequência bimestral ou trimestral dependendo do parâmetro, que avalia variáveis físicas, químicas e biológicas.

Foram apresentados os resultados de índices de qualidade das águas, calculados a partir das análises realizadas durante o ano pela CETESB. Os índices foram: Índice de Qualidade das Águas (IQA), Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP), Índice do Estado Trófico (IET), Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) e Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Decreto Estadual Paulista nº 10.755/1977 (SÃO PAULO, 1977), que classifica os corpos d’água no Estado, coloca como Classe 1: “da Bacia do Rio Cotia: Rio Cotia e todos os seus afluentes até a Barragem das Graças, no Município de Cotia”, ou seja, toda a Bacia do Alto Cotia.

Os dados de qualidade apresentados na sequência serão retirados do relatório “Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo” de 2015, ano-base 2014 (SÃO PAULO / SMA / CETESB, 2015), citados simplesmente por “relatório”.

Segundo o relatório, os impactos causados pelos esgotos domésticos e industriais podem ser avaliados através de variáveis de qualidade específicas. Na Figura 4, são apresentadas as médias de 2014 e as históricas (2009 a 2013) das seguintes variáveis de qualidade: condutividade, turbidez, nitrato, nitrogênio amoniacal, oxigênio dissolvido, DBO<sub>5,20</sub>, fósforo, *Escherichia coli* e clorofila-*a*. As unidades de medida não mencionadas estão expressas em mg.L<sup>-1</sup>.

Como o reservatório está protegido pelas matas da RFMG, não há contribuição de esgoto e esses parâmetros confirmam isso. A DBO<sub>5,20</sub> provém de contribuição natural, de folhas etc. e *Escherichia coli* provém de animais de sangue quente (mamíferos e aves).

Corpo Hídrico	Nome do Ponto	Condutividade (µS/cm)		Turbidez (UNT)		Nitrato		Nitrogênio Amoniacal		Oxigênio Dissolvido		DBO (5, 20)		Fósforo		<i>E. coli</i> (UFC/100mL)		Clorofila <i>a</i> (µg/L)	
		Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13	Média 2014	Média 09-13
Reservatório das Graças	COGR00900	28	29	7,1	6,9	0,20	0,18	0,13	0,19	8,6	7,7	3,3	3,1	0,03	0,02	44	66	16	8,0

Figura 4. Médias de 2014 e para o período 2009 a 2013, das principais variáveis de qualidade, em mg.L<sup>-1</sup>, salvo indicação específica.

Segundo o relatório, com relação ao lançamento de efluentes industriais, na Figura 5 foram apresentadas as porcentagens de desconformidades com os padrões da legislação das seguintes variáveis de qualidade: manganês, níquel e zinco totais; toxicidade crônica (ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*); cádmio, mercúrio e chumbo totais; número de células de cianobactérias; alumínio, ferro e cobre dissolvido. A toxicidade é empregada para avaliar a presença de substâncias tóxicas. As variáveis alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total podem indicar também a intensificação de processos erosivos, com o transporte de

material advindo de fonte edáfica (conjunto de animais que compõem a fauna do solo, tais como minhocas, determinados besouros, vermes, nematódeos e os predadores tipo toupeira e está relacionada com a decomposição – degradação enzimática de restos orgânicos que resulta na liberação de nutrientes minerais). Apresenta-se, também, o número de células de cianobactérias, pois a presença desses organismos pode indicar a presença de cianotoxinas no meio aquático.

Como a presença de alumínio dissolvido foi não conforme, indica a possibilidade dessa hipótese se aplicar a esse ponto para as não conformidades do ensaio ecotoxicológico e número de células de cianobactérias, já que não há lançamento de efluentes industriais no corpo d'água.

Corpo Hídrico	Nome do Ponto	Manganês Total		Níquel Total		Zinco Total		Ens. Ecotox. c/ <i>Ceriodaphnia dubia</i>		Cádmio Total		Mercúrio Total		Chumbo Total		Número de Células de Cianobactérias		Alumínio Dissolvido		Ferro Dissolvido		Cobre Dissolvido	
		2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013	2014	2009-2013
		Reservatório das Graças	COGR00900	0	0	0	0	0	0	25	78	0	0	0	0	0	0	50	8	25	46	0	13

**Figura 5. Porcentagem de resultados não conformes (NC) com os padrões de qualidade, para 2014 e para o período 2009 a 2013.**

A partir dos parâmetros analisados, a CETESB calcula alguns índices de qualidade das águas. Os índices são calculados quatro vezes ao ano, englobando o período seco (maio a agosto) e o período chuvoso (novembro a fevereiro), com exceção do IQA, calculado bimestralmente.

Segundo o relatório, para o Índice de Qualidade das Águas (IQA) são consideradas variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários para o corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais; também pode indicar alguma contribuição de efluentes industriais, desde que sejam de natureza orgânica biodegradável.

Para o cálculo do IQA, é estabelecida uma qualidade (q) de 0 a 100 para cada uma das nove variáveis que o compõem (*Escherichia coli*, pH, DBO<sub>5,20</sub>, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, resíduo total, oxigênio dissolvido). Cada qualidade (q) é elevada à ponderação (w) correspondente à variável. O IQA é obtido multiplicando-se cada componente (q<sup>w</sup>).

Na Figura 6, o ponto estudado apresentou três resultados com IQA ótimo e três com bom, tendo média anual ótima, o que mostra importância das matas da RFMG, com influência positiva na qualidade da água.

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média IQA 2014
Reservatório das Graças	COGR00900	80		76		82		83		79		79		80

#### Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IQA ≤ 100
BOA	51 < IQA ≤ 79
REGULAR	36 < IQA ≤ 51
RUIM	19 < IQA ≤ 36
PÉSSIMA	IQA ≤ 19

**Figura 6. Resultados mensais e média anual do IQA – 2014.**

Segundo o relatório, o Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) é o índice utilizado pela CETESB para indicar as condições de qualidade das águas para fins de abastecimento público e é calculado apenas nos pontos coincidentes com as captações utilizadas para abastecimento público. Além das variáveis consideradas no IQA, são avaliadas as substâncias tóxicas e as variáveis que afetam a qualidade organoléptica da água advindas, principalmente, de fontes difusas.

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas). O ISTO é composto pelos grupos: ST (grupo de variáveis que indicam a presença de substâncias tóxicas: potencial de formação de trihalometanos – PFTHM, número de células de cianobactérias, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel) e SO (grupo de variáveis que afetam a qualidade organoléptica da água: ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco). Para cada variável do ISTO é atribuído valores de limite inferior, geralmente correspondente ao padrão de potabilidade na Portaria nº 2914/2011 (BRASIL / MS, 2011) e um para limite superior, em geral correspondente ao padrão Classe 03 na CONAMA nº 357/2005 (BRASIL / MMA / CONAMA, 2005). O ISTO é determinado por meio de manipulações algébricas.

Na Figura 7, o ponto estudado apresentou em 2014 dois resultados com IAP ótimo e dois com péssimo, tendo média anual regular. Para se ter um comparativo, na Figura 8, foi apresentado o índice para o ano de 2013, no relatório de 2014 (SÃO PAULO / SMA / CETESB, 2014), onde apresentou um resultado ótimo, um bom, um ruim e um péssimo, com média anual regular.

Observou-se uma tendência para o resultado péssimo para o mês de janeiro, mês de chuvas; já para o mês de julho, que apresenta pouca chuva, a tendência foi de resultado ótimo. Os resultados para alumínio e número de células de cianobactérias, apresentados anteriormente, foram altos, sendo que compõem esse índice, e influenciaram nos resultados péssimos, o que pode indicar que o metal pode ser carregado do solo para as águas com as chuvas.

Em solos tropicais e subtropicais úmidos, com altas precipitações pluviométricas, nutrientes solúveis como cálcio, magnésio, potássio e outros elementos básicos são lixiviados. Quando a remoção de cátions básicos é maior que sua taxa de liberação pelas intempéries, o pH do solo diminui. A mineralização da matéria orgânica por microrganismos do solo resulta na liberação de nitrato e hidrogênio, ocasionando a diminuição do pH. Em pH baixo, o hidrogênio (H<sup>+</sup>) atua sobre os minerais liberando íons alumínio (Al<sup>3+</sup>) que ficam predominantemente retidos pelas cargas negativas das partículas de argila do solo, em equilíbrio com o Al<sup>3+</sup> em solução. Assim, a quantidade de Al<sup>3+</sup> em solução aumenta com a acidez do solo (BOHNEN, 1995).

Segundo o relatório, o cromo influenciou o IAP em uma campanha no COGR00900.

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média IAP 2014
Reservatório das Graças	COGR00900	1				81		82				13		44

Classificação do IAP

Categoria	Ponderação
ÓTIMA	79 < IAP ≤ 100
BOA	51 < IAP ≤ 79
REGULAR	36 < IAP ≤ 51
RUIM	19 < IAP ≤ 36
PÉSSIMA	IAP ≤ 19

**Figura 7. Resultados mensais e média anual do IAP – 2014.**

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mai	Jun	Jul	Ago	Nov	Dez	Média IAP 2013
Reservatório das Graças	COGR00900	6		28		82		72		47

Legenda: ■ Ótima ■ Boa ■ Regular ■ Ruim ■ Péssima

Figura 8. Resultados mensais e média anual do IAP – 2013.

Segundo o relatório, o Índice do Estado Trófico (IET) classifica os corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas. Para o cálculo do IET, são consideradas as variáveis clorofila-*a* e fósforo total. O IET é a média aritmética dos IET de cada componente, calculado por uma equação específica.

O IET é calculado prioritariamente nos pontos cuja classe prevê a proteção da vida aquática, excluindo-se, assim, os corpos hídricos Classe 4, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL / MMA / CONAMA, 2015) e os que apresentaram classificação do IQA variando entre ruim e péssima.

Na Figura 9, foram apresentados quatro resultados com grau de trofia mesotrófico e média anual idem, que se deu pelos resultados de clorofila-*a* e não de fósforo total, como apresentados anteriormente.

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	IET 2014
Reservatório das Graças	COGR00900	58				57		54				55		56

Classificação do Estado Trófico para reservatórios segundo Índice de Carlson Modificado

Classificação do Estado Trófico - Reservatórios				
Categoria (Estado Trófico)	Ponderação	Secchi - S (m)	P-total - P (mg.m <sup>-3</sup> )	Clorofila <i>a</i> (mg.m <sup>-3</sup> )
Ultraoligotrófico	IET ≤ 47	S ≥ 2,4	P ≤ 8	CL ≤ 1,17
Oligotrófico	47 < IET ≤ 52	2,4 > S ≥ 1,7	8 < P ≤ 19	1,17 < CL ≤ 3,24
Mesotrófico	52 < IET ≤ 59	1,7 > S ≥ 1,1	19 < P ≤ 52	3,24 < CL ≤ 11,03
Eutrófico	59 < IET ≤ 63	1,1 > S ≥ 0,8	52 < P ≤ 120	11,03 < CL ≤ 30,55
Supereutrófico	63 < IET ≤ 67	0,8 > S ≥ 0,6	120 < P ≤ 233	30,55 < CL ≤ 69,05
Hipereutrófico	IET > 67	0,6 > S	233 < P	69,05 < CL

Figura 9. Resultados mensais e média anual do IET – 2014.

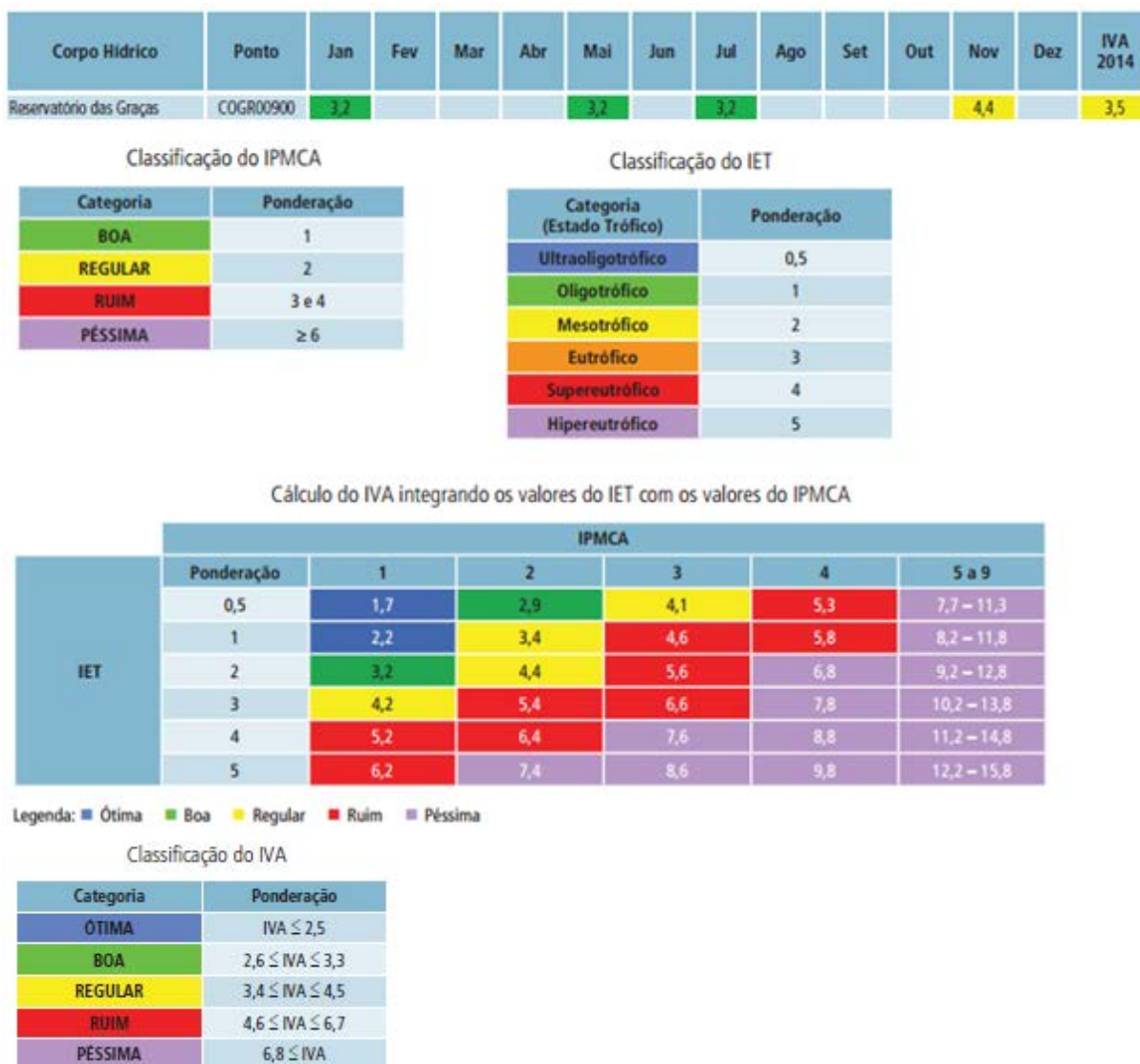
Segundo o relatório, o Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA) é utilizado para avaliar a qualidade das águas para a proteção da vida aquática, incluindo no seu cálculo as variáveis essenciais para os organismos aquáticos: oxigênio dissolvido, pH e toxicidade (efeito observado nos organismos por meio de ensaio ecotoxicológico com *Ceriodaphnia dubia*); substâncias tóxicas e grau de trofia.

O cálculo do IVA é priorizado em pontos que estão enquadrados em classes que preveem a proteção da vida aquática excluindo-se, assim, os corpos hídricos Classe 4, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL / MMA / CONAMA, 2015).

O IVA é obtido integrando os resultados do IET e do IPMCA. O IET (Índice de Estado Trófico) estabelece o grau de trofia do ambiente e o IPMCA (Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática) avalia a qualidade da água em termos ecotoxicológicos. O IPMCA é composto por dois grupos: ST (grupo de substâncias tóxicas: cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio e surfactantes) e SE (grupo de variáveis essenciais: oxigênio dissolvido, pH e toxicidade). O resultado do IPMCA é obtido por meio de manipulações algébricas das ponderações de cada variável, as quais variam de 1 a 3, de acordo com a concentração de cada variável encontrada na amostra.



Na Figura 10, foram apresentados três resultados bons e um regular, com média anual regular. Esses resultados mostram que a qualidade das águas é boa para os organismos que nela habitam, comprovando que as matas da RFMG protegem não somente a fauna que não vive na água, mas também a que nela vive, como os peixes.



**Figura 10. Resultados mensais e média anual do IVA – 2014.**

Segundo o relatório, os Índice da Comunidade Fitoplanctônica (ICF), Índice da Comunidade Zooplanctônica (ICZ) e Índice da Comunidade Bentônica (ICB) complementam a avaliação do IVA, fornecendo o diagnóstico ambiental por meio dos grupos de organismos fitoplanctônicos (ICF), zooplanctônicos (ICZ) e bentônicos (ICB), com base em informações como: densidade, dominância, diversidade e outras métricas, para a classificação dos diferentes meios.

O cálculo do ICF priorizou os corpos d'água lênticos (reservatórios), principalmente os utilizados para o abastecimento público. Esse índice utiliza a dominância dos grandes grupos que compõem o fitoplâncton, a densidade dos organismos e o IET, visando separar em categorias a qualidade da água. O valor final, que gera o diagnóstico ou a classificação final da qualidade, é a média aritmética das três ponderações parciais relativos a dominância, densidade e valor de IET.

Na Figura 11, o ponto estudado apresentou um resultado ótimo e quatro regulares, com dominância de clorofíceas, que pode ser também confirmada com os resultados de clorofila-*a*, apresentados anteriormente.

Corpo Hídrico	Ponto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
Reservatório das Graças	COGR 00900	2			3		3				3		3	3

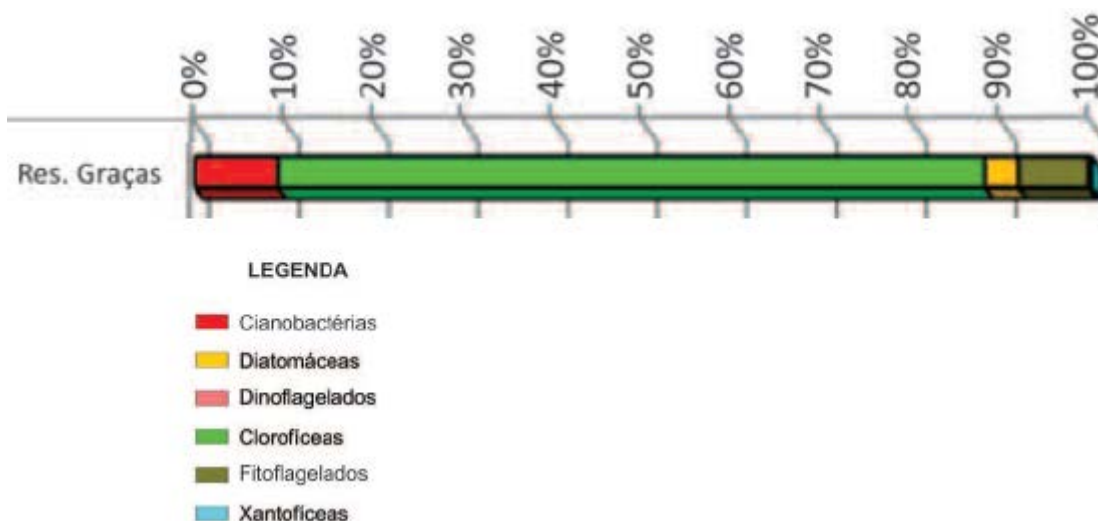
Classificação do Índice da Comunidade Fitoplanctônica – ICF

Categoria	Ponderação	Níveis
ÓTIMA	1	Não há dominância entre os grupos Densidade total < 1.000 org/mL IET ≤ 52
BOA	2	Dominância de Clorofíceas (Desmidiáceas) ou Diatomáceas Densidade total > 1.000 e < 5.000 org/mL 52 < IET ≤ 59
REGULAR	3	Dominância de Clorofíceas (Chlorococcales), Fitoflagelados ou Dinoflagelados Densidade total > 5.000 e < 10.000 org/mL 59 < IET ≤ 63
RUIM	4	Dominância de Cianobactérias ou Euglenofíceas Densidade total > 10.000 org/mL 63 < IET

**Figura 11. Resultados mensais e média anual do ICF – 2014.**

Segundo o relatório, a comunidade fitoplanctônica é composta de organismos fotossintetizantes que vivem em suspensão nas diversas camadas dos ambientes aquáticos. Essa comunidade tem sido amplamente utilizada no biomonitoramento, tendo em vista que ela responde rapidamente às alterações ambientais. Aspectos estruturais da comunidade são avaliados e traduzidos em números que formam os índices (ICFRes.) utilizados para o diagnóstico. Os dados são apresentados em gráfico e as divisões nele apresentam grupos que compõem a comunidade fitoplanctônica de um ambiente. Quanto maior o número de cores e proporções equilibradas, melhor a distribuição de representantes dos grandes grupos, o que significa um ambiente mais equilibrado. A ocorrência de uma cor ocupando mais da metade da área significa dominância do organismo, muitas vezes tolerante às condições ambientais que podem ser desfavoráveis a sobrevivência de outros.

Como consta na Figura 12, foi observado no ponto estudado a dominância de clorofíceas, indicando um ambiente não equilibrado no que diz respeito a comunidade fitoplanctônica.



**Figura 12. Estrutura da comunidade fitoplanctônica – 2014.**

Não foram calculados o ICZ e o ICB para o ponto COGR00900.

## **CONCLUSÕES**

Com o presente trabalho, foi possível concluir que um dos primeiros sistemas produtores da RMSP, que foi o Alto Cotia, em área de cabeceira, até hoje tem suas matas preservadas.

A boa qualidade das águas do Sistema Alto Cotia é influenciada pela proteção das matas da Reserva Florestal do Morro Grande.

Com exceção de algumas coletas para alguns parâmetros, os índices de qualidade das águas para o Reservatório das Graças, ponto COGR00900 de coleta da CETESB, indicaram condições de regulares a ótimas.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BOHNEN, H. Acidez e calagem. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; TEDESCO, M. J. (Ed.). Princípios de fertilidade de solo. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos, 1995.
2. BRASIL. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. 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. Brasília, 2005.
3. BRASIL. MS – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 2.914/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011.
4. ESRI. ArcGIS for Desktop Trial. Disponível em: <<http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop/free-trial>>. Acesso em 27 mar. 2016.
5. FPHESP – FUNDAÇÃO ENERGIA E SANEAMENTO. Dossiê – Sistema Rio Grande. São Paulo: 2009.
6. \_\_\_\_\_. Dossiê – Sistemas Alto Cotia e Baixo Cotia. São Paulo: 2008.
7. METZGER, J.P. et al. Uma área de relevante interesse biológico, porém pouco conhecida: A Reserva Florestal do Morro Grande. Biota Neotrópica, vol. 6, nº 2, maio-agosto de 2006. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00406022006>>. Acesso em 20 fev. 2016.
8. SÃO PAULO (ESTADO). Decreto nº 10.775/1977. Dispõe sobre o enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, e dá providências correlatas. São Paulo, 1977.
9. SÃO PAULO (ESTADO). SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo – 2013. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios>>. Último acesso em 25 mar. 2016.
10. \_\_\_\_\_. Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo – 2014. São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios>>. Último acesso em 25 mar. 2016.