

ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA: uma nova visão

*Ana Paula Zubiaurre Brites¹, Monica Ferreira do Amaral Porto² & Cristovão Scapulatempo
Fernandes³*

RESUMO --- Este artigo apresenta um novo critério de análise para auxiliar a aplicação do instrumento de enquadramento dos corpos d'água. Este critério considera a probabilidade de ocorrência dos parâmetros de qualidade da água dentro das classes estabelecidas pela Resolução CONAMA 357/05. A metodologia proposta estabelece a possibilidade de associar valores de vazão a valores de concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), e desta forma relacionar estas concentrações a uma probabilidade de ocorrência. Esta associação de parâmetros possibilita analisar a permanência da classe de enquadramento no tempo e com isso definir uma probabilidade mínima de ocorrência desejada, dentro da qual o enquadramento deverá ser obedecido. Isto proporciona ao gestor a definição de um critério para a análise do enquadramento, em contrapartida a difícil etapa de seleção de um cenário de vazão de referência. O conteúdo apresentado neste artigo tem caráter pioneiro e visa auxiliar o processo de tomada de decisão na aplicação do enquadramento dos corpos d'água. Esta metodologia foi desenvolvida em parceria pela Universidade de São Paulo e Universidade Federal do Paraná.

ABSTRACT --- This paper shows a new criterion of analysis to apply the water quality standards. It considers the water quality frequency within the classes established by CONAMA Resolution 357/05. The new method provides the association between flow and biochemical oxygen demand (BOD) concentration values, and thus it relates these concentrations with a frequency. That association between parameters allows analyzing the water quality frequency in the desire class. It becomes possible to establish a minimum frequency for water quality, which the water quality standard must be obeyed. It can be a new method that replaces other difficult criterion, which one is to choose the reference flow. The content presented in this paper has a pioneering character and it aims to assist the decision-making process in the water quality standards. This methodology was developed in partnership by the Universidade de São Paulo and Universidade Federal do Paraná.

Palavras-chave: Enquadramento, probabilidade de ocorrência, planejamento.

1 Doutoranda da EPUSP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. Av. Prof. Almeida Prado, 83 trav. 2, Cidade Universitária, Cep 05508-900, São Paulo/SP. E-mail: ana.brites@poli.usp.br

2 Professora Titular da EPUSP, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. E-mail: mporto@usp.br

3 Professor Adjunto IV da UFPR, Departamento de Hidráulica e Saneamento. E-mail: cris.dhs@ufpr.br

1. O ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA

A Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, proporcionou significativa importância para a construção do desenvolvimento sustentável no Brasil. A referida lei tem como objetivos “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; e a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável”.

Dentre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos está o enquadramento dos corpos d'água segundo os usos preponderantes que visa “assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes”. Este instrumento é definido como o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo para garantir aos usuários a qualidade necessária ao atendimento de seus usos.

Conforme a resolução CONAMA 357/05, o enquadramento dos corpos hídricos é definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos. O enquadramento define a meta final que pretende ser alcançada em termos da concentração de poluentes, onde poderão ser fixadas metas progressivas intermediárias visando a sua efetivação.

Esta resolução também estabelece que os valores máximos para cada um dos parâmetros relacionados, em cada uma das classes de enquadramento, deverão ser obedecidos nas condições da vazão de referência, definida como a vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão. No entanto, observa-se que uma problemática atual para os órgãos gestores é além de definir a vazão de referência, relacioná-la com os parâmetros de concentração, uma vez que tratam de variáveis fisicamente muito dinâmicas.

A implementação do enquadramento dos corpos d'água ainda é pequena devido à falta de conhecimento sobre o instrumento, às dificuldades metodológicas para sua aplicação e à falta de ações de gestão e de recursos fundamentais para sua efetivação. Para proporcionar a ampliação e efetivação dos enquadramentos são necessárias ações que visem à capacitação técnica, aperfeiçoamento das legislações, o desenvolvimento e aprimoramento de metodologias que auxiliem a aplicação do instrumento em questão.

Diante desta verificação este artigo tem como objetivo apresentar um novo critério metodológico, aplicado na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba, o qual considera a probabilidade de ocorrência dos parâmetros de qualidade da água dentro das classes estabelecidas pelo enquadramento conforme a Resolução CONAMA 357/05.

A aplicação desta metodologia representa uma quebra de paradigma no processo de enquadramento no país, onde a utilização deste conceito de probabilidade de ocorrência será útil na definição de critérios de enquadramento, em contra partida ao difícil processo de adoção de um cenário de vazão de referência. A adoção de critérios no processo de enquadramento dos corpos d'água se justifica pela própria definição do mesmo como sendo um instrumento de planejamento no processo de gestão de recursos hídricos.

2. CONCEITO DE PERMANÊNCIA DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE

As curvas de permanência de parâmetros de qualidade d'água vêm a ser o estabelecimento da distribuição de freqüências da concentração do parâmetro analisado, com o objetivo de caracterizar a probabilidade de um determinado valor ser igualado ou superado ao menos uma vez dentro de uma série amostral. A idéia central desta utilização é associar esta distribuição de probabilidades com as freqüências de vazão e, desta forma, estabelecer estratégias de enquadramento para as classes associando seu potencial de risco de não atender aos requisitos dentro de cada classe.

A metodologia proposta relaciona vazão e concentração da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) através da curva de permanência de vazões. Esta metodologia, de caráter pioneiro, começou a ser estudada no âmbito do projeto “Bacias críticas: bases técnicas para a definição de metas progressivas para seu enquadramento e a integração com os demais instrumentos de gestão”, realizado em parceria entre a Universidade de São Paulo e a Universidade Federal do Paraná, o qual contou com o financiamento da FINEP/CT-HIDRO.

Os passos iniciais desta análise partiram da observação das vazões da curva de permanência, as quais foram separadas a partir de um intervalo de permanência de 5%, por exemplo, para a vazão de Q_{20} tomou-se o intervalo entre as vazões $Q_{17,5}$ e $Q_{22,5}$. Dentro deste intervalo foram selecionadas as concentrações de DBO registradas no mesmo, das quais foram obtidas as médias para cada intervalo (Machado et al., 2007). A Figura 1 representa o processo que relaciona vazão, concentração de DBO e freqüência de ocorrência.

Na Figura 2 observam-se as médias para a concentração de DBO obtidas a partir dos intervalos de permanência como indicados na Figura 1. Através da Figura 2 é possível observar o ajuste estatístico entre a concentração de DBO e a permanência. Este ajuste apresentou um coeficiente de correlação (R^2) satisfatório igual 0,81.

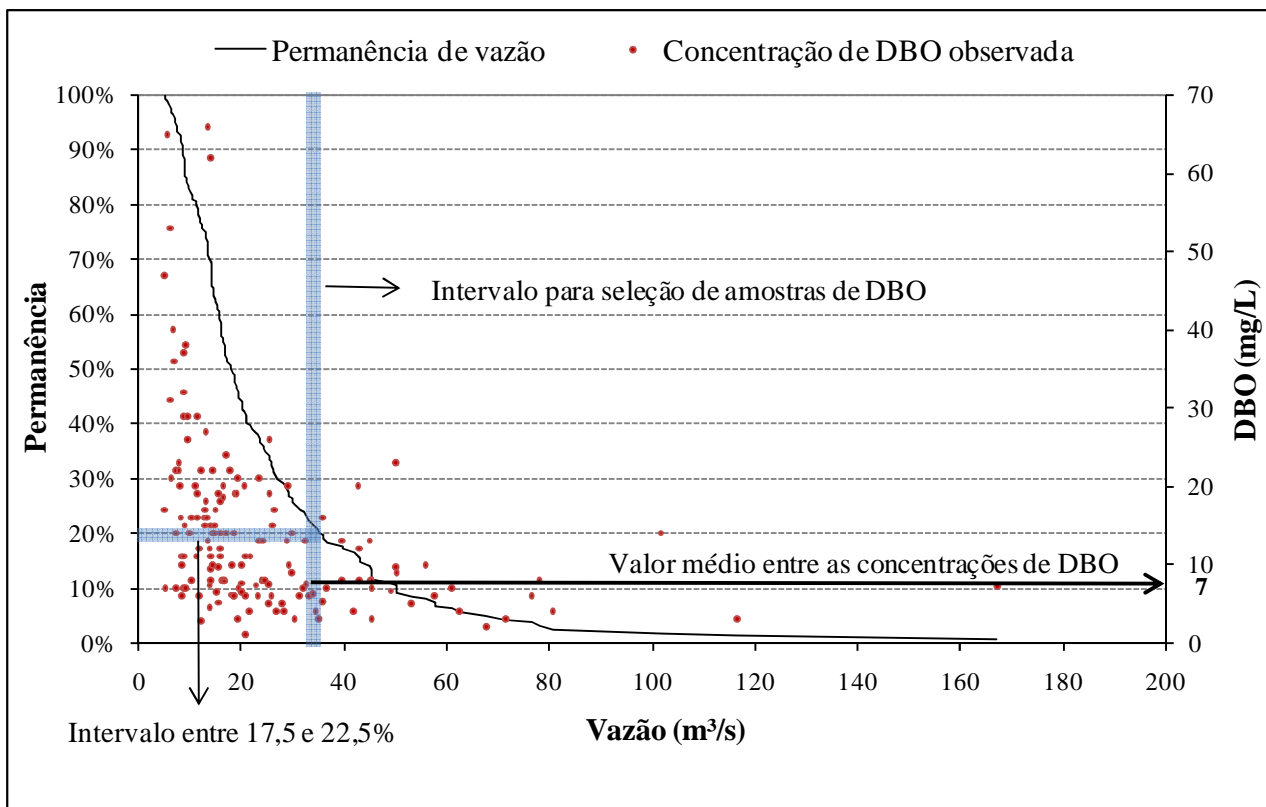


Figura 1 - Curva de permanência de vazões e a DBO média para a estação fluviométricas Umbarazinho

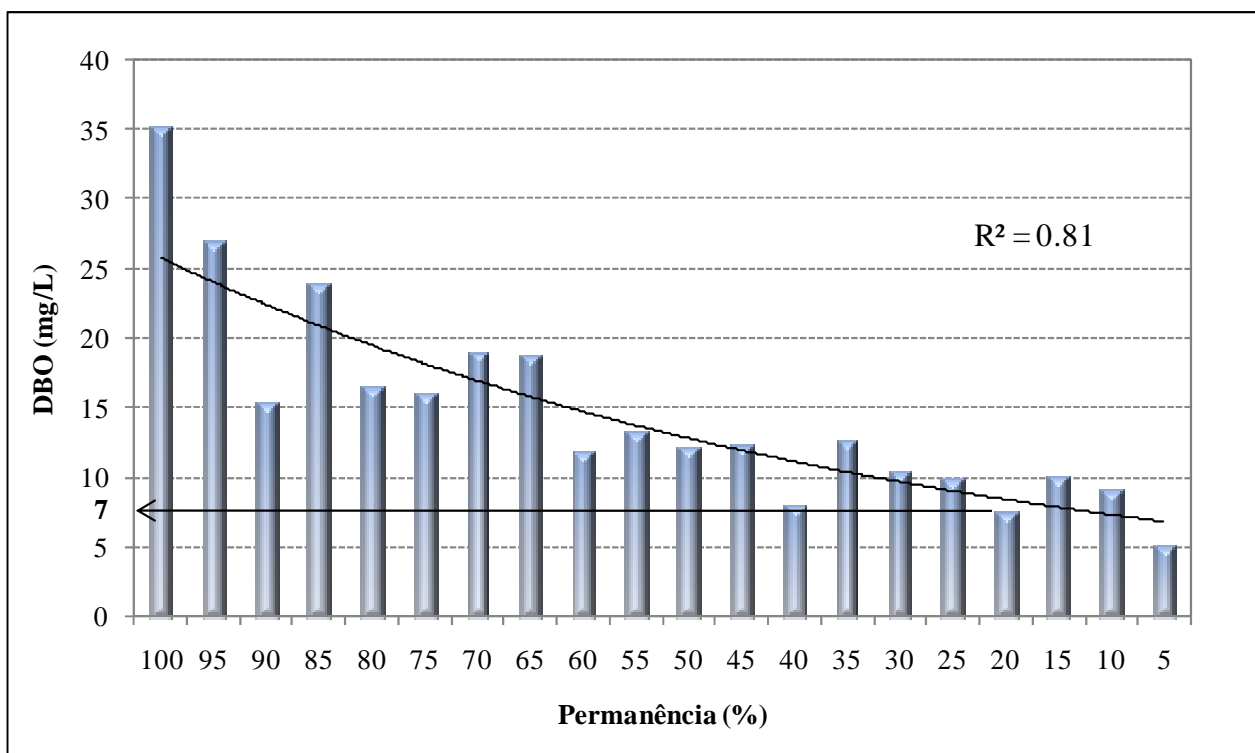


Figura 2 - Relação entre concentração de DBO e permanência para a estação fluviométricas Umbarazinho

O processo descrito estabelece a possibilidade de associar valores de vazão a valores de concentração de DBO, e desta forma relacionar estas concentrações a uma probabilidade de ocorrência. Esta metodologia definiu um critério que poderá ser utilizado para auxiliar o processo de tomada de decisão na aplicação do enquadramento dos corpos d'água.

Tendo em vista esta possibilidade, de associar concentração de DBO à frequência de ocorrência, outros critérios de análise foram elaborados durante o desenvolvimento do projeto “Bacias Críticas” (USP/UFPR, 2008).

O estudo hidrológico foi desenvolvido através de um modelo de desagregação de vazões diárias para obtenção das curvas de permanências de vazões dos corpos hídricos da bacia do Alto Iguaçu (Sá et. al, 2006).

Com isso, cenários de vazões foram selecionados e cenários de qualidade da água foram simulados para a bacia utilizando modelagem matemática. Inicialmente, três cenários de vazões adotados foram: $Q_{95\%}$, $Q_{80\%}$ e Q_{mip} , onde o resultado da qualidade da água obtido para cada cenário adotado foi relacionado à permanência da vazão correspondente. A Figura 3 mostra uma curva representativa da permanência da DBO, onde cada ponto da figura indica o resultado da simulação da qualidade da água associado ao cenário de permanência de vazão, uma vez que a associação entre concentração de DBO e permanência a partir do cenário de vazão foi validada.

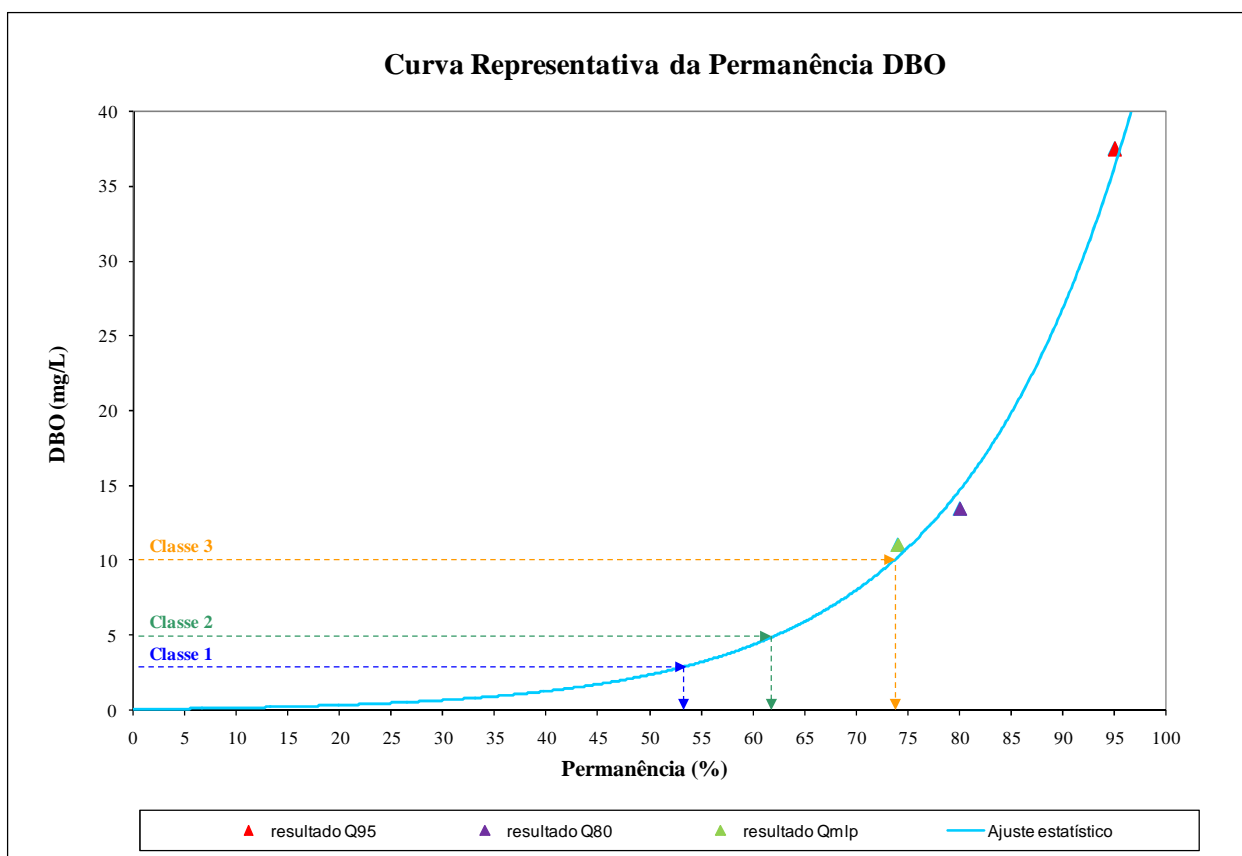


Figura 3 – Curva representativa da permanência da DBO em função dos cenários simulados.

Esta associação de parâmetros possibilita analisar a permanência da classe de enquadramento no tempo e com isso definir uma probabilidade mínima de ocorrência desejada, dentro da qual o enquadramento deverá ser obedecido.

De acordo com a necessidade de remoção de carga, diferentes cenários poderão ser simulados e comparados entre si para a obtenção da melhor alternativa quanto ao grau de atendimento à classe desejada.

A rotina de obtenção da permanência da qualidade da água está sendo implementada em uma ferramenta computacional que primeiramente simula a qualidade da água e após calcula a probabilidade de ocorrência para a meta desejada em cada trecho do rio, uma vez que a classe de enquadramento pode variar de acordo com os usos prioritários do recurso hídrico.

3. APLICAÇÃO NA BACIA DO ALTO IGUAÇU

A bacia hidrográfica do Alto Iguaçu pertence à Região Metropolitana de Curitiba, com área aproximada de 3000 km². A bacia localiza-se na parte leste do Estado do Paraná, sendo composta por 25 municípios.

O trecho do rio Iguaçu pertencente à bacia do Alto Iguaçu possui 86 km de extensão, desde a sua nascente na junção dos rios Iraí e Palmital, até a foz do rio Verde. A bacia é constituída por 26 afluentes principais, sendo eles: Atuba, Belém, Barigüi, Cambuí, Canal Paralelo, Cotia, Despique, Divisa, Faxinal, Iraí, Iraizinho, Isabel Alves, Itaqui, Mascate, Maurício, Miringuava, Miringuava Mirim, Padilha, Palmital, Passaúna, Pequeno, Pianduva, Piraquara, Ressaca, Verde e Rio das Onças.

Cada uma das 26 sub-bacias foi caracterizada quanto aos principais aspectos físicos, demográficos, industriais e com localização dos usuários. Os usuários foram identificados quanto ao lançamento de efluentes industriais ou de estações de tratamento de esgoto, captações industriais ou presença de tributários.

A estimativa dos usos dos recursos hídricos na bacia do Alto Iguaçu foi realizada pelo Plano de Despoluição Hídrica para o ano de 2005, segundo SUDERHSA (2000). O Plano citado também fez um prognóstico dos usos futuros na bacia, considerando períodos quinquenais: 2005; 2010; 2015 e 2020. Este estudo mostrou que os usos não se diferenciam ao longo do tempo, apenas ocorrem alterações no seu grau de ocorrência.

Seguindo o proposto pela Resolução CONAMA 357 elaborou-se uma proposta de enquadramento para a bacia do Rio Iguaçu conforme os usos preponderantes (USP/UFPR, 2008). A Tabela 1 apresenta esta proposta de enquadramento para a área estudada.

Tabela 1 - Proposta de enquadramento para a bacia do Rio Iguaçu.

<i>Rio</i>	<i>Trechos</i>	<i>Classe segundo uso preponderante</i>
Iraí	1 - 19	2
Iguaçu	20 - 40	3
Iguaçu	41 - 47	4
Iguaçu	48 - 95	3
Iguaçu	96 - 106	4

3.1 Diagnóstico da Qualidade da Água na Bacia

Com relação ao problema de qualidade da água, o Plano de Despoluição Hídrica, realizado pela SUDERHSA, em 2000, fez o diagnóstico e o prognóstico da qualidade da água da bacia do Alto Iguaçu, buscando avaliar o seu grau de atendimento ao enquadramento dos corpos de águas em classes, conforme disposto pela Portaria da SUREHMA n° 20/1992.

O diagnóstico de qualidade da água do Plano de Despoluição Hídrica constatou que a maior parte dos cursos de água na bacia do Alto Iguaçu, possui condições atuais ruins. Entre as principais causas da deterioração da qualidade da água na bacia se destacam os efluentes domésticos e industriais.

Quanto à questão dos efluentes industriais, com base no Cadastro de Usuários dos Recursos Hídricos da Região Metropolitana de Curitiba, efetuado pela SUDERHSA, foram caracterizados 306 estabelecimentos industriais poluidores dos recursos hídricos, localizados na RMC. Praticamente 20% desses estabelecimentos, isto é, 57 indústrias, são responsáveis pelo lançamento nos cursos de água de 95% das cargas poluidoras industriais, sendo que 45 desses estabelecimentos (79%) não atendem aos padrões de lançamento de cargas definidos pelo IAP, órgão de controle ambiental estadual.

O estudo detalhado da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu foi realizado pelo projeto “Bacias Críticas” (USP/UFPR, 2008), do qual foram extraídos os dados hidráulicos, hidrológicos, matriz de fonte de poluição, assim como a calibração dos coeficientes de decaimento e sedimentação no modelo de qualidade da água QUAL2E.

Tendo em vista a utilização destes dados foi realizada a simulação do diagnóstico da qualidade da água para os cenários de vazões: $Q_{95\%}$, $Q_{80\%}$ e Q_{mp} . O resultado desta análise pode ser observado na Figura 4.

Segundo a Figura 4, quanto menor a vazão simulada maior será a concentração do parâmetro DBO, isto se dá devido à diminuição da capacidade de diluição associado aos mesmos valores de concentração das fontes pontuais (indústrias, ETEs e esgoto doméstico).

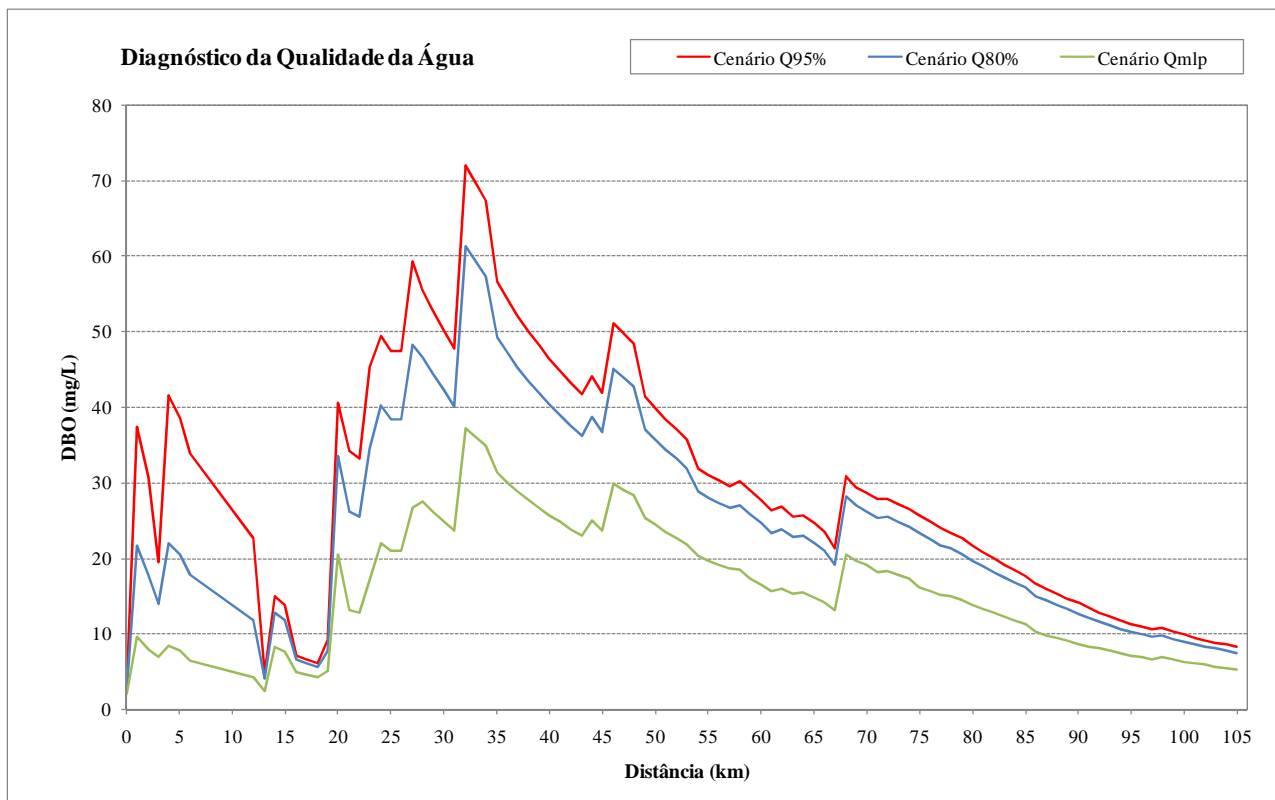


Figura 4 - Simulação do diagnóstico da qualidade da água na bacia do Rio Iguaçu para as vazões $Q_{95\%}$, $Q_{80\%}$ e Q_{mlp}

O próximo passo é montar a curva de permanência para os trechos do rio. Para isso devem ser selecionadas as concentrações de DBO com suas frequências de vazões correspondentes.

A Figura 5 representa a curva de permanência da qualidade da água do trecho mais crítico do Rio Iguaçu em relação à sua qualidade. Este trecho localiza-se a 32 km da cabeceira do Rio Iguaçu.

Observa-se que mesmo para o cenário de vazão Q_{mlp} , o qual apresenta uma maior quantidade de água e melhor qualidade em relação aos outros cenários analisados, a qualidade da água está fora dos limites estipulados para as classes de uso da Resolução CONAMA 357/05.

Tendo em vista este cenário de não atendimento da condição de qualidade desejada, medidas de despoluição hídrica foram adotadas, conforme será apresentado a seguir.

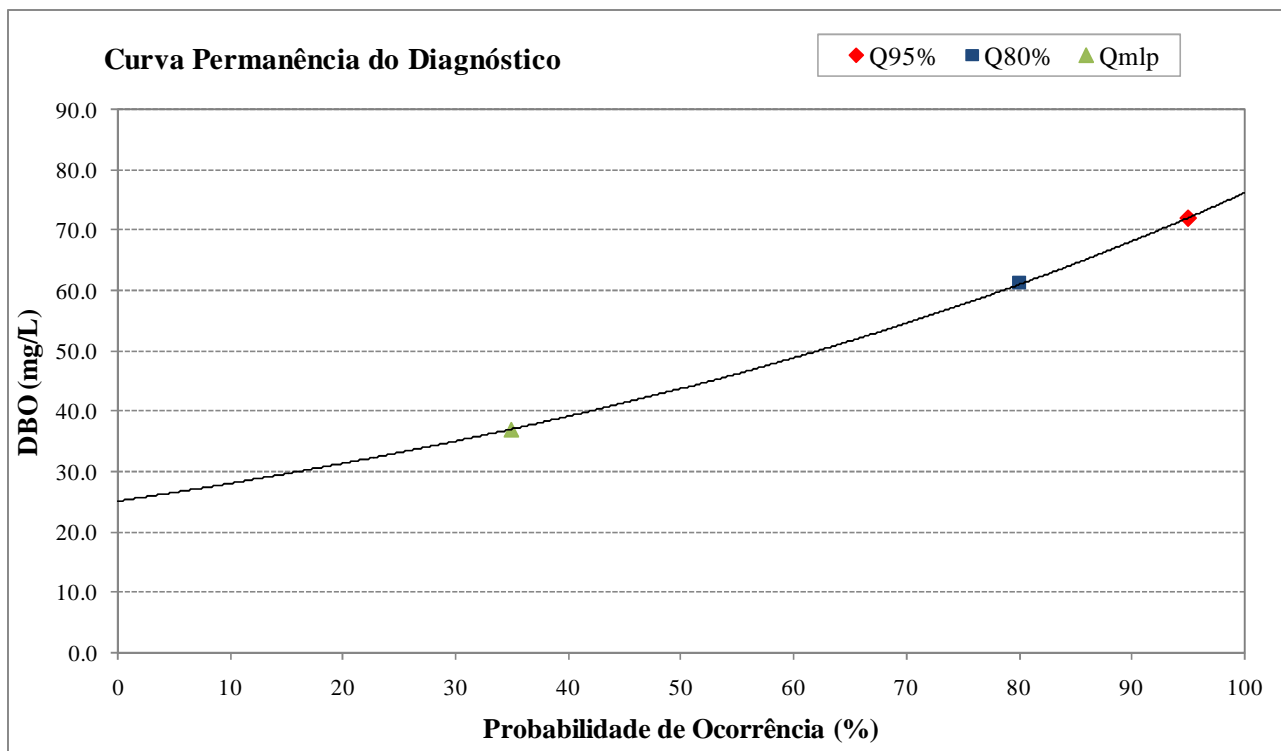


Figura 5 - Curva de permanência da qualidade da água para o trecho mais crítico do Rio Iguaçu

3.2 Cenários de Remoção de Carga

Após a verificação do diagnóstico da qualidade da água no Rio Iguaçu, a próxima etapa foi estipular os cenários de remoção de carga. Estes cenários foram estipulados a partir das eficiências das estações de tratamento de esgoto obtidas no estudo do projeto “Bacias Críticas”. A Tabela 2 apresenta os tipos de tratamento de esgoto utilizados neste estudo assim como suas respectivas eficiências de remoção de carga orgânica (Von Sperling, 2005).

Tabela 2 – Estações de Tratamento de Esgoto com suas respectivas eficiências de remoção de DBO

<i>Tipo de tratamento</i>	<i>Eficiência adotada</i>
Tratamento primário avançado	60%
Lagoa facultativa	80%
Lagoa anaeróbia + facultativa + maturação	83%
UASB + biofiltro aerado submerso	85%
UASB + lodo ativado	90%
Lodo ativado batelada	95%

A mesma metodologia aplicada para o diagnóstico da qualidade da água em relação aos cenários de vazões foi utilizada para os cenários de remoção de carga, sendo eles 60%, 80% e 85%.

As Figuras 6, 7 e 8 mostram o resultado das simulações para os cenários Q_{95%}, Q_{80%} e Q_{mlp}, respectivamente, os quais serão utilizados na obtenção da curva de permanência. Através destas

Figuras observa-se a melhoria da qualidade da água no Rio Iguaçu em virtude da remoção de carga, através dos cenários simulados, assim como a melhora em relação aos cenários de vazão em virtude ao acréscimo de vazão que serve para diluir os poluentes despejados no corpo hídrico.

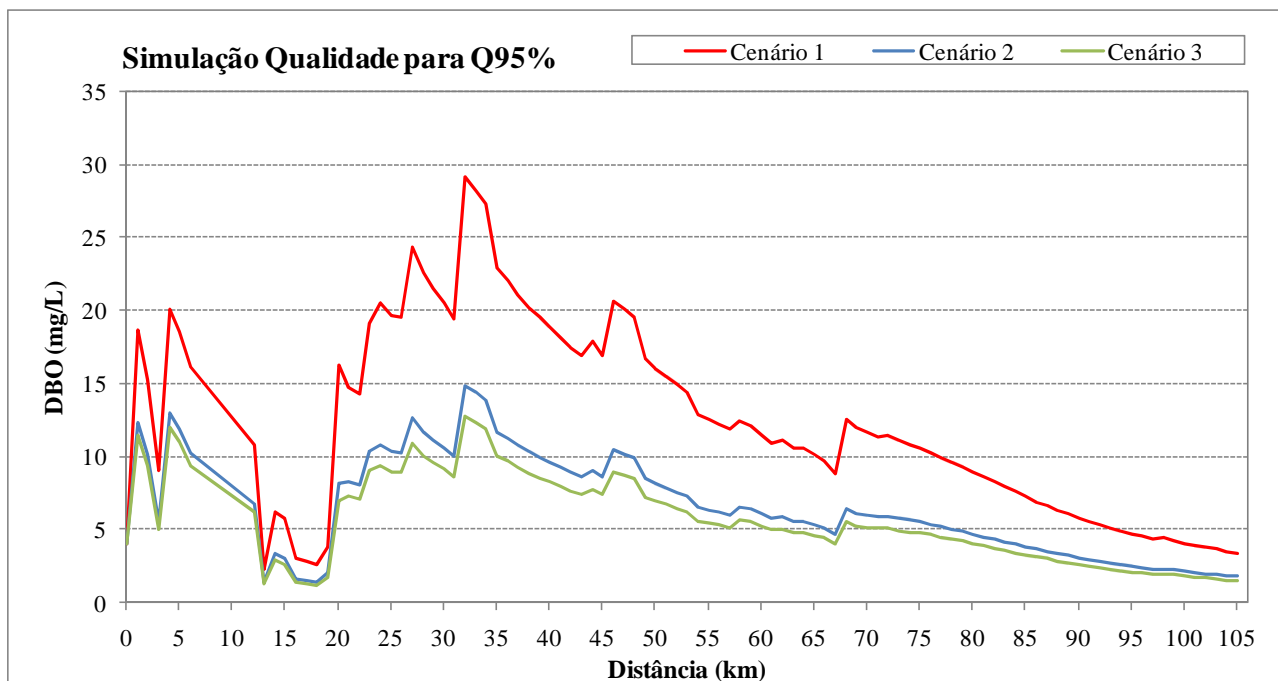


Figura 6 - Perfil de concentração de DBO para a vazão Q_{95%} nos três cenários analisados

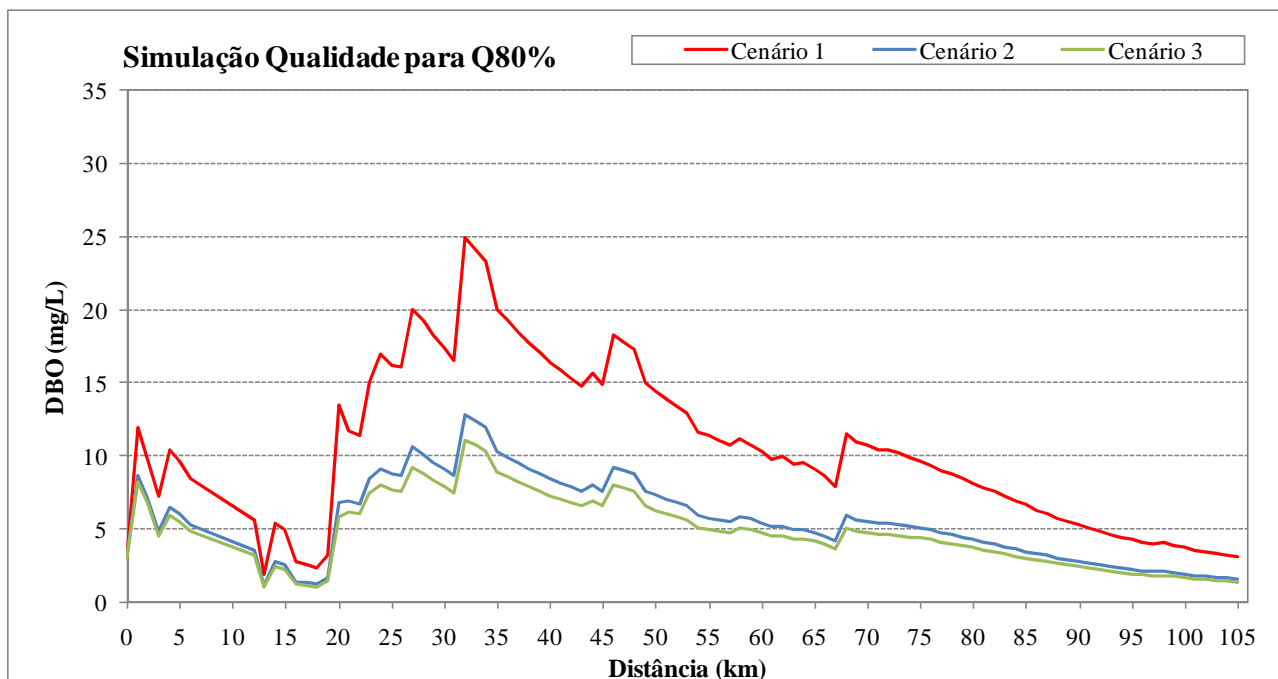


Figura 7 - Perfil de concentração de DBO para a vazão Q_{80%} nos três cenários analisados

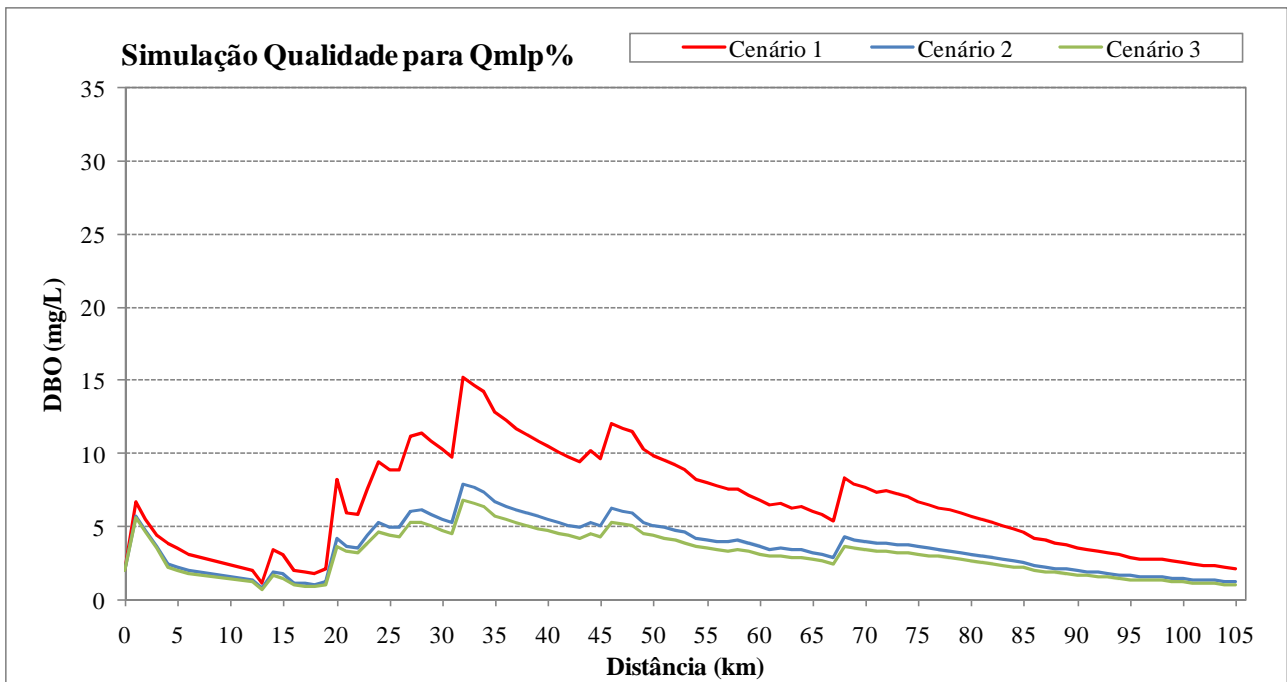


Figura 8 - Perfil de concentração de DBO para a vazão Q_{mlp} nos três cenários analisados

A Figura 9 apresenta a curva de permanência da qualidade da água para o trecho mais crítico do Rio Iguaçu nos três cenários de remoção de carga simulados (60, 80 e 85%). Nota-se que quanto maior a remoção de carga, representada pelas curvas, maior será a permanência da qualidade da água no limite da classe desejada.

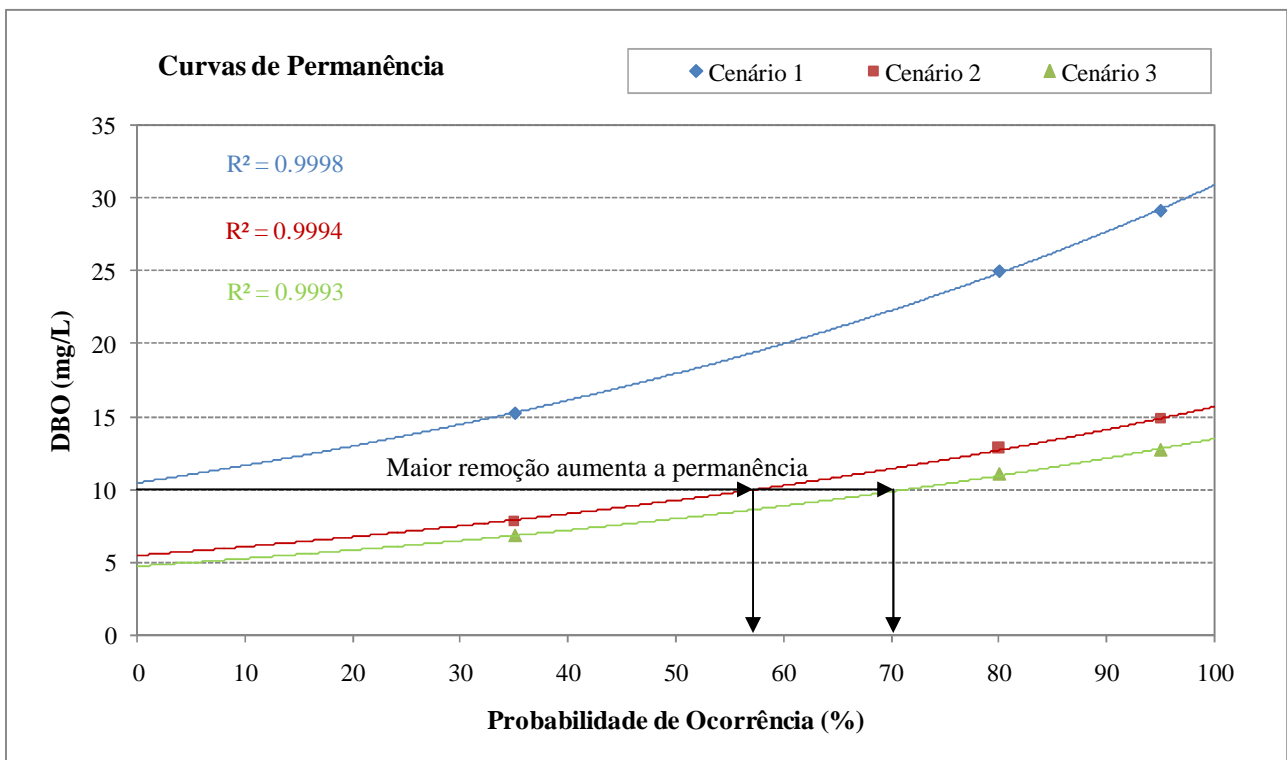


Figura 9 - Curvas de Permanência da Qualidade da Água para o trecho mais crítico do Rio Iguaçu

A Figura 10 contém uma análise detalhada do conceito permanência da qualidade da água para adoção dos critérios de enquadramento. A probabilidade de ocorrência apresentada na Figura 10 é para o limite estabelecido segundo o enquadramento proposto pelo projeto “Bacias Críticas” para o parâmetro DBO em cada trecho do Rio Iguaçu.

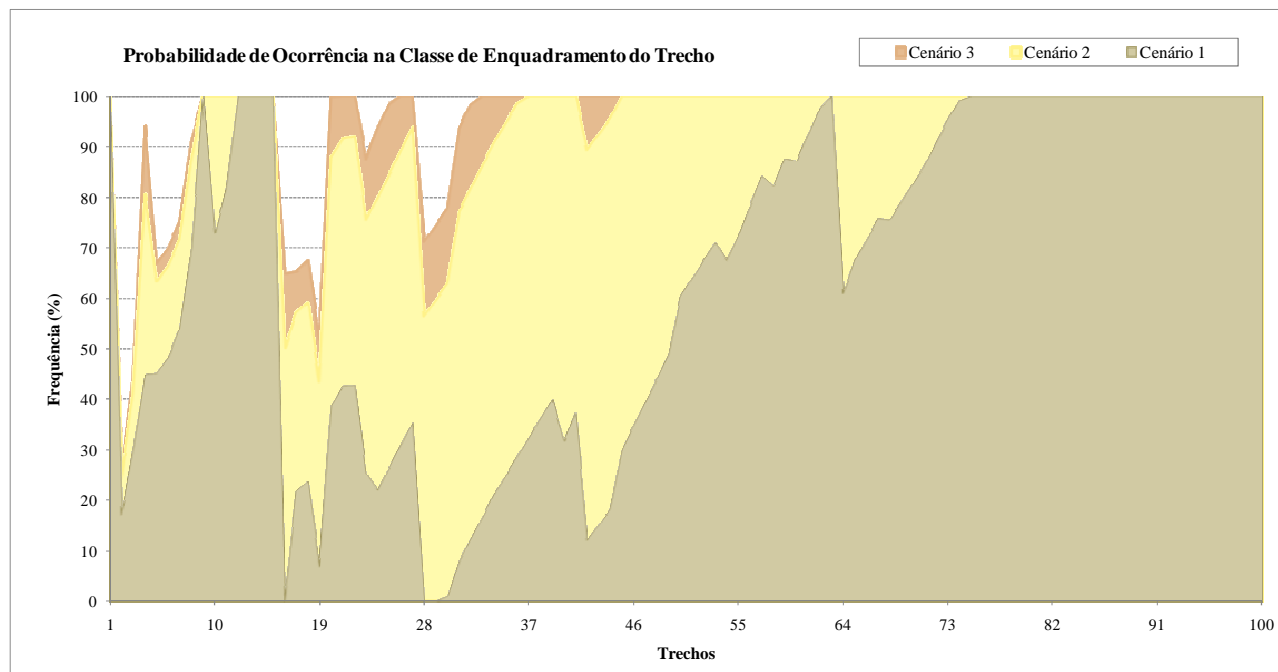


Figura 10 - Probabilidade de ocorrência da classe de enquadramento desejada para todos os trechos do Rio Iguaçu

Observa-se que a probabilidade de ocorrência da concentração da DBO desejada ao longo do Rio Iguaçu, aumenta à medida que o cenário de remoção de carga é maior, cabe lembrar que os cenários 1, 2 e 3 representam remoção de 60, 80 e 83%, respectivamente. Torna-se importante observar que mesmo após as remoções mencionadas da carga poluente a permanência da classe desejada para o trecho mais crítico é 0, 56 e 71%, respectivamente, como indica a Figura 10 nas proximidades do trecho 28. Para este trecho a classe de enquadramento proposta, conforme Tabela 1, é classe 3, onde o limite para o parâmetro DBO é 10 mg/L.

A seguir será apresentada uma análise para o trecho mais crítico do Rio Iguaçu com diferentes cenários de remoção, estes cenários foram escolhidos visando atingir uma maior permanência do parâmetro DBO na classe desejada para o mesmo. Destaca-se que na seleção de um cenário de remoção de carga outros fatores devem ser analisados simultaneamente, como os custos destas medidas de despoluição, uma vez que esta análise visa a efetivação das medidas de gestão.

A Tabela 3 indica as eficiências de remoção de carga utilizadas neste estudo para o Rio Iguaçu, sendo estas relacionadas às funções de custo levantadas durante o projeto “Bacias Críticas” (USP/UFPR, 2008).

Tabela 3 - Eficiências dos cenários de remoção de carga analisados no Rio Iguaçu

<i>Cenário</i>	<i>Remoção de carga (%)</i>
Cenário 1	60
Cenário 2	80
Cenário 3	83
Cenário 4	85
Cenário 5	90
Cenário 6	95

A Figura 11 apresenta uma análise entre o custo do cenário e a probabilidade de ocorrência para o parâmetro DBO dentro da classe desejada no trecho mais crítico do Rio Iguaçu. Esta análise de remoção de carga foi aplicada no Rio Iguaçu abrangendo os lançamentos pontuais, sejam eles domésticos ou industriais. Os custos foram estimados sobre a redução de carga de origem doméstica ao longo do rio, para isso foram consideradas instalações de medidas de remoção de carga do trecho inicial até o ponto analisado. A população atendida, em coleta e tratamento de esgoto, até o ponto considerado corresponde a 76.704 habitantes.

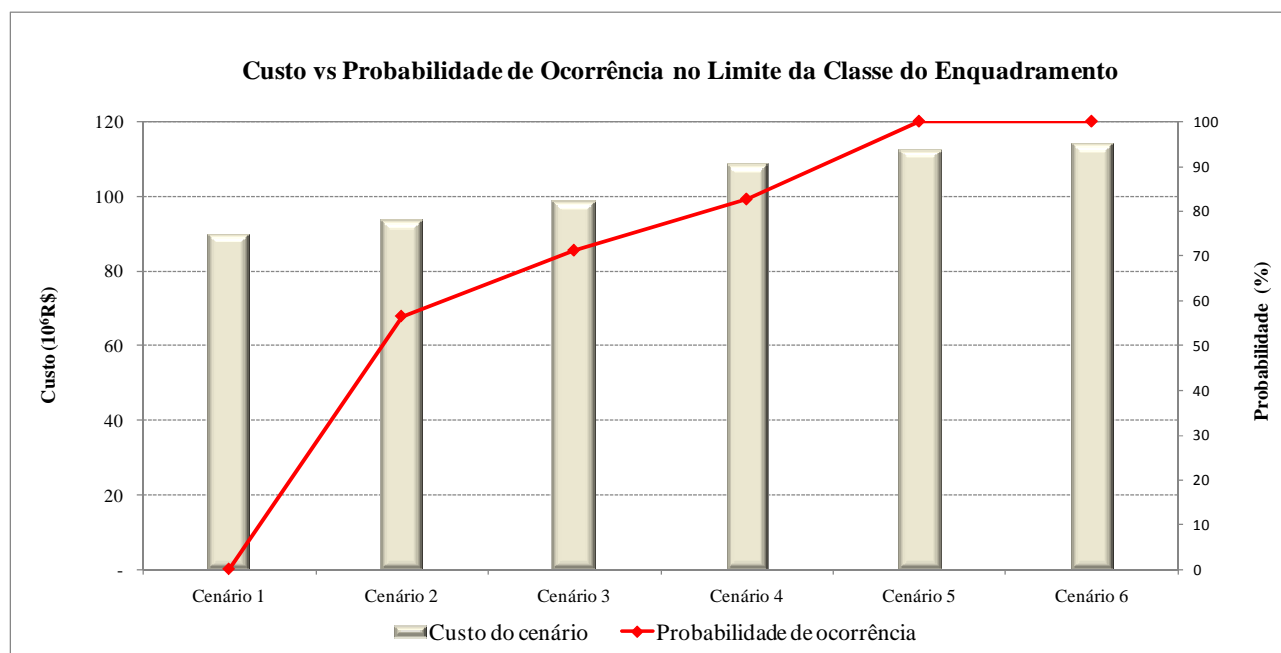


Figura 11 - Custo de despoluição hídrica associado à probabilidade de ocorrência do trecho mais crítico do Rio Iguaçu para os diferentes cenários simulados.

Observa-se, Figura 11, que quando são aplicadas maiores remoções de carga, através dos cenários apresentados, aumenta a probabilidade do parâmetro analisa estar dentro da classe desejada para o trecho. Porém, ao aumentar a remoção de carga o custo para as medidas aplicadas será maior.

Uma análise na Figura 11 permite observar que com a remoção de 60% da carga poluente a probabilidade de ocorrência do limite desejado permanece em zero e o custo da referida medida seria na ordem de R\$ 90 milhões. Esta medida não é adequada para a meta que se deseja atingir.

A Figura 11 ainda indica que a partir do Cenário 5 a permanência do parâmetro dentro da classe desejada atinge 100% do tempo. Portanto, o investimento aplicado para o Cenário 6, R\$ 114 milhões, é desnecessário para atingir a meta proposta, uma vez que este é maior que o do Cenário 5, R\$ 112 milhões.

Esta analogia indica a necessidade de realização de análise conjunta entre os fatores relacionados no processo de gestão de recursos hídricos, onde a escolha de um sistema de tratamento indevido pode não levar a obtenção dos resultados desejados no que diz respeito à qualidade da água.

Nestes valores apresentados foram incluídos os custos referentes à construção de estações de tratamento de esgoto, rede coletora, interceptores e custos adicionais, os quais englobam custos com desapropriação e encargos sociais. Cabe lembrar que estes valores representam custos para análises de planejamento, porém, foram considerados coerentes quando comparados a valores observados em obras reais (Brites et. al, 2007).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou um novo critério para aplicação do instrumento de Enquadramento dos Corpos d'água desenvolvido pelo projeto "Bacias Críticas" realizado em parceria entre a Universidade de São Paulo e a Universidade Federal do Paraná, o qual contou com o financiamento da FINEP/CT-HIDRO. Este estudo foi aplicado na bacia hidrográfica do Alto Iguaçu e está sendo utilizado pela SUDERHSA na elaboração do Plano de Bacia.

A metodologia proposta inclui o conceito de curva de permanência dos parâmetros de qualidade da água, onde poderão ser considerados riscos de não atendimento da meta do enquadramento. A inclusão deste conceito fornece uma nova visão do instrumento de enquadramento dos corpos d'água, uma vez que será possível determinar as condições de atendimento à classe, em relação a sua permanência dentro dos limites desejados.

Este conceito estabelece a possibilidade de associar valores de vazão a valores de concentração de DBO e desta forma relacionar estas concentrações a uma probabilidade de ocorrência. Esta associação de parâmetros possibilita analisar a permanência da classe de enquadramento no tempo e com isso definir uma probabilidade mínima de ocorrência desejada, dentro da qual o enquadramento deverá ser obedecido.

Esta metodologia definiu um critério que poderá ser utilizado para auxiliar o processo de tomada de decisão na aplicação do enquadramento dos corpos d'água, no qual a frequência de

atendimento à classe deverá ser escolhida pelo gestor, o qual deverá assumir a probabilidade de ocorrência do enquadramento nos limites da classe desejada, ou o risco de não atendimento.

A escolha de uma probabilidade de ocorrência para os limites de qualidade da água desejados proporciona ao gestor a definição de um critério para a análise do enquadramento, em contrapartida a difícil etapa de seleção de um cenário de vazão de referência.

A aplicação realizada na bacia hidrográfica do Alto Iguaçu mostrou que para aumentar a probabilidade de ocorrência da qualidade da água dentro da classe de enquadramento desejada foram necessárias intervenções no âmbito de remoção de carga poluidora.

A medida de despoluição hídrica a ser adotada deve ser analisada criteriosamente, pois o tipo de tratamento selecionado pode não atingir a meta desejada ou até mesmo transcender aos padrões almejados. Nos dois casos os investimentos são considerados inadequados, uma vez que cada medida apresenta um custo associado.

Desta forma, observa-se a necessidade de adoção de uma análise conjunta entre os fatores relacionados no processo de gestão de recursos hídricos, onde a escolha de um sistema de tratamento indevido pode não levar a obtenção dos resultados desejados em relação à qualidade da água.

O conteúdo apresentado neste artigo tem caráter pioneiro e visa auxiliar o processo de tomada de decisão na aplicação do enquadramento dos corpos d'água, no qual a frequência de atendimento à classe, ou o risco de não atendimento, deverá ser escolhida pelo gestor.

Tendo em vista o enquadramento dos corpos d'água como um instrumento de planejamento, a adoção de critérios que visem auxiliar na tomada de decisão pode tornar eficiente o processo de efetivação do instrumento.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi financiada com recursos FINEP/CNPq /CT-Hidro e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado da primeira autora. O CNPq financia bolsa de produtividade em pesquisa dos demais autores.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, 1997.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

BRITES, A.P.Z.; P; PRZYBYSZ, L.C.B; MARIN, M.C; YAZAKI, L.F.; FERNANDES, C.S.; PORTO, M.F.A. *Utilização das Funções de Custos para Análise de Medidas de Despoluição Hídrica* in Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, 2007.

FÁTIMA DE SÁ, J.; CHELLA, M. R.; FILL, H. D.; KAVISKI, E.; FERNANDES, C. V. S.; PORTO, M.; FERREIRA, T. N.; MINE, M. R. M.; MACHADO, F.W. *Comparação das curvas de permanência obtidas pelo modelo de desagregação de vazões diárias com as obtidas pelo modelo de regionalização HG-171* in Anais do I Simpósio Sul-Sudeste de Recursos Hídricos, Curitiba, Set. 2006.

MACHADO, F.W; SCHMIDT, F.A; FERREIRA, T.N; FERNANDES, C.V. S; PORTO, M. F. A. *Método Simplificado para Relacionar Concentração de DBO, Vazão e os Conceitos de Permanência e Risco*. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo – SP, 2007.

SUDERHSA - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. *Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu*. Curitiba, 2000.

SUREHMA – SUPERINTENDÊNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS E DO MEIO AMBIENTE. Portaria SUREHMA Nº 20 de maio de 1992, dispõe sobre o enquadramento dos corpos aquáticos no Paraná, 1992.

USP/UFPR. *Relatório do Projeto Bacias Críticas: bases técnicas para a definição de metas progressivas para o seu enquadramento e a integração com os demais instrumentos de gestão*. São Paulo: FINEP/CTHIDRO, 2008.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. 3. ed., Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 243 p. (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, v. 1).