

## IV-271 - MONITORAMENTO AMBIENTAL DA DRAGAGEM DO TRECHO DO RIO GRAVATAÍ - RS

**Cassiano Rossi dos Santos<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade Luterana do Brasil. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**André Schaan Casagrande<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Ignácio Iturrioz<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Nacional do Nordeste Resistência, Mestrado Doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Teresinha Guerra<sup>(4)</sup>**

Geóloga pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Mestrado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutorado em Geoquímica Ambiental pela Universidade Federal Fluminense.

**Ivo André Homrich Schneider<sup>(5)</sup>**

Engenheiro de Minas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Mestrado e Doutorado em Metalurgia Extrativa pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia – Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33167104 - e-mail: cassiano\_eng@hotmail.com

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Avenida Sarmiento Leite, 425- Centro – Porto Alegre - RS - CEP: 90050-170 - Brasil - Tel: (51) 33083529 - e-mail: andre.casagrande@ufrgs.br

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Avenida Sarmiento Leite, 425- Centro – Porto Alegre - RS - CEP: 90050-170 - Brasil - Tel: (51) 33083529 - e-mail: ignacio@mecanica.ufrgs.br

**Endereço<sup>(4)</sup>:** Av. Bento Gonçalves, 9500 - Bloco 4 - Prédio 43411 - Agronomia – Porto Alegre - RS - CEP: 91540-000 - Brasil - Tel: (51) 33086773 - e-mail: tg@ufrgs.br

**Endereço<sup>(5)</sup>:** Av. Bento Gonçalves, 9500 - Agronomia – Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33167104 - e-mail: ivo.andre@ufrgs.br

### RESUMO

A foz do rio Gravataí, na região junto ao Canal Humaitá, conta com cinco grandes terminais hidroviários privados, os quais movimentam uma carga de cerca de 2.000.000 toneladas/ano. Embora intensamente utilizado, o trecho encontra-se assoreado, motivando a dragagem do canal e dos acessos aos terminais. Este trabalho tem por objetivo avaliar a influência da dragagem sobre a qualidade da água nos pontos monitorados e avaliar a qualidade da água do trecho dragado. O projeto de monitoramento ambiental da dragagem representa uma metodologia pioneira na região e é constituído por quatro etapas: dragagem por sucção e recalque do material depositado no fundo do rio até as áreas de disposição temporárias (ADT 1 e ADT 2); acondicionamento da mistura água-sedimento nas ADT's, para decantação de parte da fração sólida suspensa; devolução da fração líquida ao rio após a decantação; e retirada do material sólido decantado nas ADT's, para destinação final. As dragagens foram monitoradas através de análises de água em cinco pontos no rio Gravataí, arroio das Garças e Lago Guaíba de forma a caracterizar a variação dos parâmetros, avaliados antes e durante operação da draga, conforme metodologia estabelecida pelo órgão ambiental fiscalizador. O monitoramento da água do rio é importante, uma vez que a ressuspensão de sedimentos ocasionada pela operação da draga pode ocasionar a liberação de contaminantes na coluna d'água. Os dados apresentados são referentes ao monitoramento efetuado nos períodos de fevereiro e novembro de 2010. Para a análise dos dados foram utilizados os limites propostos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e Análise de Variância (ANOVA). Os resultados das análises dos pontos localizados no trecho dragado evidenciam a má qualidade da água do Canal e a aplicação da ANOVA indica que apenas os parâmetros nitrogênio orgânico e transparência alteram significativamente devido à operação da draga nos pontos monitorados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Monitoramento ambiental, Dragagem, ANOVA, Análise de variância.

## INTRODUÇÃO

A navegação interior é o caminho para o desenvolvimento do Brasil, cuja matriz modal privilegia, há muito tempo, o transporte rodoviário saturado. Para sua utilização, há necessidade de se criarem ou manterem as hidrovias, cuja existência pressupõe sempre a intervenção humana. Muitas hidrovias necessitam apenas de sinalização para sua efetivação e, na maioria dos casos, há necessidade de se criarem canais artificiais que mantenham as profundidades adequadas para a navegação, assim como outras obras de infra-estrutura tais como eclusas, pontes, terminais, etc.

A Bacia do Sudeste no Rio Grande do Sul, composta pela lagoa dos Patos, lago Guaíba e seus rios tributários, responsável pelo transporte de mais de 9.000.000 toneladas/ano de produtos e insumos somente por navegação interior, possui mais de 800 km de vias navegáveis. Desses, mais de 500 km estão sinalizados, porém, com manutenção deficiente das profundidades. Uma região especialmente crítica é a foz do rio Gravataí, junto ao canal Humaitá, por ser uma região com cinco grandes terminais privados, os quais movimentam uma carga de 2.000.000 toneladas/ano. Dentre os produtos transportados podem-se citar cereais, óleos vegetais, produtos petrolíferos, fertilizantes e gás GLP.

Apesar da importância destacada no cenário regional devido ao seu intenso uso, sua dragagem foi preterida durante 10 anos e o rio assoreou. Isso impede o deslocamento das embarcações e de carregar seus volumes nominais, ficando limitadas a calados de 3,50m (somados ao nível acima do zero da régua), quando deveriam calar 4,50 m. Essa perda chega a representar 20% da capacidade da embarcação.

O leito inadequado impõe restrições de volumes que comprometem a economia do modal logístico, mas não só perdas econômicas ocorrem devido ao alto nível de assoreamento encontrado. Como consequência da dragagem motivada por interesses econômicos de transporte, ganhos ambientais paralelos são obtidos, como por exemplo, a retirada de material contaminado do leito do rio, que eventualmente, poderia ser recolocado em suspensão através da passagem de embarcações.

Nesse sentido, a dragagem é uma atividade necessária no desenvolvimento da civilização e de crucial importância para o desenvolvimento sustentável dos recursos naturais, economia e qualidade de vida (CEDA, 2009), porém a dragagem pode ocasionar impactos ambientais negativos no corpo hídrico dragado. Impactos adversos da dragagem citados por Terres (2000) compreendem a dispersão e deposição de sedimentos ressuspensos.

A dragagem tem sido realizada há séculos para aumentar e manter as profundidades de navegação em portos e hidrovias (Palermo *et al.* 2008) e a classificação proposta por Bray *et al.* (2007) pode ser (1) inicial, (2) de manutenção e (3) ambiental. Estas duas últimas classes relacionam-se com o presente estudo, cujo foco refere-se à recuperação das condições de navegação do trecho do rio (dragagem de manutenção) e à retirada dos sedimentos contaminados (dragagem ambiental).

Os principais objetivos do presente trabalho são: 1. Avaliar a situação atual do trecho dragado através do comparativo dos resultados obtidos nas amostras coletadas antes do início da operação, considerando os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005; 2. Avaliar se variação de cada parâmetro é significativa após a dragagem utilizando ferramentas estatísticas; 3. Avaliar a influência da dragagem sobre a qualidade da água dos pontos monitorados através do comparativo dos resultados dos parâmetros que apresentaram alteração significativa com os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005.

No caso em estudo trata-se de uma dragagem hidráulica de desassoreamento de um trecho do rio Gravataí desde a ponte da rodovia BR-116 até a foz. O equipamento utilizado é uma draga do tipo corte e sucção, com posterior recalque da mistura água-sedimento através de tubulação até duas áreas de armazenamento temporário. A figura 1 apresenta uma ilustração conceitual da operação da draga de corte e sucção e dos processos associados.

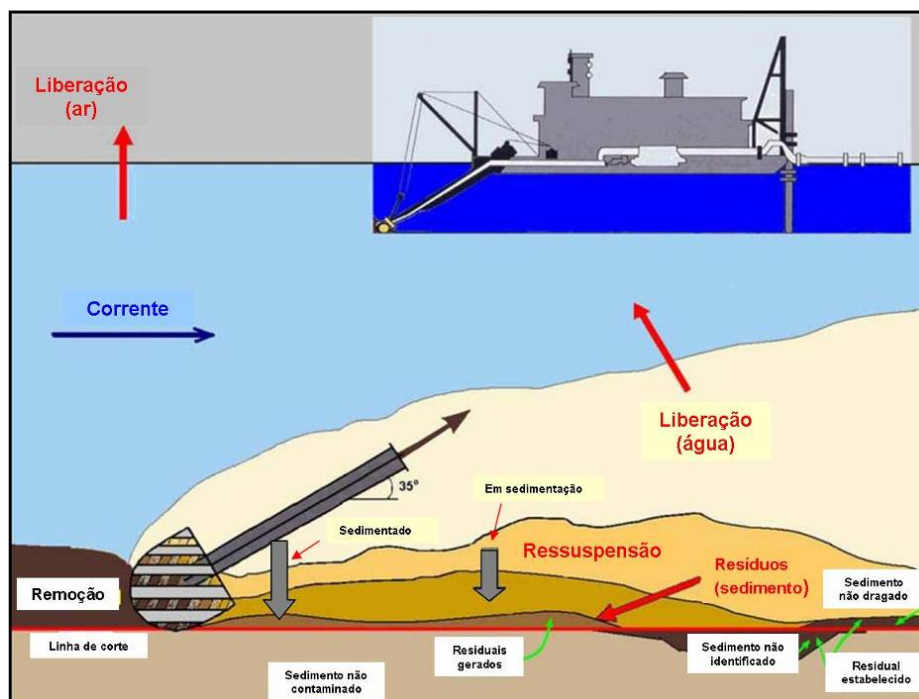


Figura 1 – Ilustração conceitual da dragagem ambiental e processos associados (Palermo *et al.*, 2008).

Foi estabelecido por Bray (2008) que a questão mais crítica relacionada à temática ambiental na utilização das dragas de corte e sucção é a criação de uma camada de material residual. Essa camada residual torna-se facilmente suspensa na água do rio e se tornará uma fonte de longa duração para o aumento da quantidade de sedimentos suspensos ou turbidez.

As fontes difusas de poluição possuem uma dispersão maior no corpo hídrico, dificultando a quantificação e caracterização da fonte poluidora, enquanto que as fontes da poluição pontual são localizadas, e geralmente ocorrem em locais onde as contaminações atingem o meio aquático de forma concentrada, através de lançamento ou despejo de resíduos líquidos ou sólidos. As fontes pontuais são de fácil visualização devido o fato de existirem tubulações ou um significativo acúmulo de resíduos em uma pequena área (Bilbao, 2007; Andreoli, 2003; Tomaz, 2006 *apud* Garcias, 2009). O rio Gravataí é receptor de cargas poluidoras do tipo pontual e difusas. Uma das fontes de poluição pontual que deve ser considerada no estudo refere-se a um ponto de despejo de efluentes líquidos brutos, proveniente dos municípios de Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha. Esse ponto fica localizado dentro do trecho dragado.

O processo de dragagem do trecho do rio Gravataí é constituído por quatro etapas principais, conforme proposto no projeto executivo de dragagem e no projeto executivo da disposição do material elaborado pela SPH/RS (2009):

- (1) dragagem do material depositado no fundo do rio através da draga de corte e sucção com posterior recalque da mistura;
- (2) acondicionamento da mistura dragada em duas bacias de armazenamento temporário (ADT's 1 e 2);
- (3) disposição da água dragada de volta ao rio;
- (4) retirada do material decantado nos diques para área de disposição final.

O projeto de execução não prevê qualquer modificação das dimensões do canal e dos acessos em relação aos seus valores originais constantes do plano hidroviário.

Todas as etapas devem ser avaliadas sob o ponto de vista ambiental no intuito de garantir a correta operação de remoção e destinação do sedimento, bem como evitar danos ao corpo hídrico e efeitos nos pontos de captação de água localizados a jusante do trecho a ser dragado.

Para avaliar a influência da dragagem sobre os pontos monitorados, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) de três fatores sem repetição. A ANOVA foi aplicada aos parâmetros avaliados, e dessa forma, avalia a presença de uma diferença significativa da variação de cada um.

Os processos de dragagem são obrigatoriamente acompanhados pelo órgão ambiental responsável, o qual deve se amparar em metodologias consistentes para gerar e fiscalizar as licenças de operação. Nesse sentido, o formato adotado para o projeto de dragagem do trecho do rio Gravataí, contando com a participação das empresas, do operador da hidrovia, do órgão ambiental e da universidade, é um modelo pioneiro na região e poderá ser utilizado como referência.

O presente artigo foi organizado da seguinte forma: O item Localização e Condições Iniciais apresenta informações básicas importantes como detalhes do projeto executivo de dragagem e localização do trecho dragado; informações relevantes sobre a Resolução CONAMA 357/2005 e o enquadramento do rio Gravataí são apresentados no item O Rio Gravataí e seu Enquadramento; o item Descarte de Efluentes Líquidos Brutos no Trecho em Questão apresenta considerações sobre o ponto de lançamento de efluentes brutos no trecho dragado; o item Metodologia Empregada no Monitoramento Ambiental e para Avaliação da Influência da Dragagem sobre a Qualidade da Água do rio Gravataí é referente à metodologia empregada no monitoramento ambiental e dá detalhes da ferramenta estatística utilizada; o item Resultados e Discussões apresentam os resultados do monitoramento e discussões; as conclusões são apresentadas no último item.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **LOCALIZAÇÃO E CONDIÇÕES INICIAIS**

O rio Gravataí, no trecho relacionado, divide a capital do estado, Porto Alegre, da cidade de Canoas, conforme ilustrado na Figura 2. O canal dragado está localizado no trecho compreendido entre a foz do rio Gravataí e a ponte da BR 116 (área destacada em vermelho escuro na imagem aproximada). A Figura 2 foi mostra uma imagem aproximada com detalhes da área dragada e outra mais abrangente, onde os pontos de monitoramento 4 (CORSAN, no arrio das Garças) e 5 (DMAE, no lago Guaíba) são apresentados. A imagem aproximada mostra o ponto de monitoramento 3 (foz), a localização das ADT 1 e ADT 2 da mistura água-sedimento (área destacada em amarelo), o trecho dragado até novembro de 2010 (área destacada em rosa) e o ponto de lançamento de efluentes líquidos brutos (seta em vermelho).





**Figura 2 – Detalhes da localização do trecho dragado, pontos de monitoramento ambiental, localização das ADT's da mistura água-sedimento e localização do ponto de lançamento de efluentes líquidos brutos (Imagem Google Earth modificado, 2011).**

Na dragagem hidráulica para fins de navegação, o volume de água extraído do rio junto com o sedimento é, em média, de quatro a cinco vezes o volume de sedimento (Palermo *et al.*, 2008). Neste contexto, Bray (2008) afirma que o transporte via tubulação representa uma forma de transporte ecologicamente correta, podendo ser aplicada ao transporte de material contaminado ou não. A única e grande desvantagem é a necessidade de mistura do material escavado (sedimento) com a água. No presente estudo, as áreas de armazenamento temporário se constituem de duas bacias para decantação dos sedimentos. A draga de corte e sucção remove o sedimento do leito do rio e a mistura água-sedimento, com cerca de 20% de material sólido e 80% de água do próprio rio, é bombeada para as duas áreas de disposição temporárias. Estas áreas, denominadas ADT 1 e ADT 2 (Figura 2 ) possuem uma capacidade volumétrica de 20.308 m<sup>3</sup> e 43.170 m<sup>3</sup>, respectivamente.

A parcela líquida da água da mistura é devolvida ao rio Gravataí com o mínimo percentual de material em suspensão após passar por estas bacias de decantação, onde será retido parte do material sólido suspenso. Com isso obtêm-se, não só a recuperação do calado oficial de navegação do canal e terminais localizados nas margens deste trecho, bem como uma expressiva contribuição ao saneamento deste curso d'água.

## O RIO GRAVATAÍ E SEU ENQUADRAMENTO

O rio Gravataí, por ser um rio de planície, com grande variabilidade na profundidade e largura do leito, de baixa velocidade, tem reduzido poder de reaeração, pouca capacidade de diluição de poluentes e baixa depuração das cargas poluidoras. A bacia hidrográfica apresenta duas regiões com características de ocupação distintas, uma com intensa atividade agropecuária, predominante no curso superior do rio, e outra no trecho inferior do rio, com uso urbano e industrial (IPH/UFRGS e CPRM/DNMP, 2002).

Além de representar uma importante via hídrica da bacia do sudeste do estado, as águas do rio Gravataí têm sido utilizadas pelos municípios da bacia hidrográfica para diversos outros fins de usos múltiplos como abastecimento doméstico e industrial, irrigação de culturas (arroz e hortaliças), dessedentação de animais,

recebimento e diluição de efluentes domésticos, industriais e de fontes agropastoris (IPH/UFRGS e CPRM/DNMP, 2002).

As ações decorrentes de atividades humanas, onde o IPH/UFRGS e CPRM/DNPM (2002) citam que a intensificação da agricultura tem causado grandes impactos nos recursos hídricos, nos últimos anos, tais como a erosão, assoreamento e contaminação por cargas metálicas, orgânicas e inorgânicas.

O enquadramento do rio Gravataí, proposto por trechos e publicado através da Resolução CRH/RS nº 58/09, é baseado em metas intermediárias. As metas intermediárias deverão ser observadas quando da renovação de licenças, novos empreendimentos públicos e privados, autorizações e congêneres, em um prazo de 05 (cinco) anos para adaptarem os padrões de lançamento aos parâmetros preconizados ao conjunto de usos da água, em relação a cada degrau de ascensão das classes conforme a Resolução CONAMA Nº 357/2005 (CONAMA, 2006). O objetivo do enquadramento dos corpos hídricos refere-se à qualidade das águas do rio visando melhorar a sua qualidade ambiental para o futuro, através de limites mais restritivos para o lançamento de efluentes, seguindo o que propõe a Resolução CONAMA 357/2005: “o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender as necessidades da comunidade” e “expressa metas finais a serem alcançadas podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação” (CONAMA, 2005). O trecho monitorado (foz do rio Gravataí) foi enquadrado como classe 2 (CRH-RS, 2009). O trecho do canal esquerdo do Delta do Jacuí (bacia hidrográfica do lago Guaíba) foi enquadrado como classe 3 (CRH-RS, 2008).

## **DESCARTE DE EFLUENTES LÍQUIDOS BRUTOS NO TRECHO EM QUESTÃO**

É importante considerar nesse estudo a existência de um ponto de lançamento de efluentes líquidos brutos provenientes de Porto Alegre, Canoas e Cachoeirinha. Por se caracterizar como um ponto de poluição pontual e de estar localizado exatamente no trecho dragado (Figura 2) é bem provável que exerça forte influência na qualidade da água do trecho onde está sendo efetuada a dragagem e o monitoramento (pontos 1, 2 e 3). Os efluentes apresentam características típicas de efluentes domésticos, porém dado o uso e ocupação da área nessas cidades, é provável a presença de efluentes com características variadas, como, por exemplo, originados em indústrias, oficinas, dentre outros.

## **METODOLOGIA EMPREGADA NO MONITORAMENTO AMBIENTAL E PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DRAGAGEM SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO GRAVATAÍ.**

Possíveis programas de monitoramento, para avaliar se os sedimentos ressuspensos e/ou a concentração de poluentes na água causarão impactos ao longo do corpo hídrico, incluem a utilização de equipamentos móveis ou estacionários para obtenção de dados em tempo real e/ou definição da pluma de sedimentos suspensos, e amostragem de água (Palermo *et al.* 2008). Estes autores afirmam que, em alguns casos, os pontos de monitoramento podem ser dispostos em locais específicos como pontes, captações municipais de água ou outras estruturas, ou ainda em pontos de estrangulamento do rio. A amostragem de água e sua respectiva análise são componentes definitivos para determinação da liberação de contaminantes e comparação com qualquer padrão de qualidade da água. Amostragens de água são coletadas tipicamente em um ou mais pontos a montante, para estabelecer as concentrações padrão, e em um ou mais pontos a jusante da dragagem, para estabelecer as taxas de ressuspensão e liberação de contaminantes.

A atividade de dragagem do trecho do rio Gravataí é regulamentada pela Licença de Operação (LO) nº 6712/2010-DL emitida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM, 2009), órgão fiscalizador do estado do Rio Grande do Sul. Constam na LO as condições e restrições para a execução do projeto de dragagem, inclusive a metodologia para o monitoramento ambiental.

A metodologia exigida na licença de operação para o monitoramento ambiental da primeira etapa (dragagem do material depositado no fundo do rio), consistiu na coleta de água para análise em cinco pontos: um situado a cinquenta metros a montante da dragagem (ponto 1), outro a cinquenta metros a jusante da dragagem (ponto 2), outro no arroio das Garças, em frente às captações de água da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN (ponto 4), outro na foz do Rio Gravataí (ponto 3), e outro no lago Guaíba, situado 50 metros a montante do ponto de captação de água das Estações de Tratamento de Água (ponto 5) - ETAS do

Departamento Municipal de Águas e Esgotos do município de Porto Alegre – DMAE (Sistema São João no delta Jacuí). Conforme estabelecido na LO, a coleta de água nos pontos descritos foi realizada em dois momentos: antes do início da operação da draga e quatro horas após o início da operação da draga. As campanhas de amostragem foram realizadas nos dias 23/02/10, 24/02/10, 25/02/10, 26/02/10, 16/11/10 e 22/11/10. Os pontos localizados a montante e a jusante da draga não são fixos como os pontos 3, 4 e 5, pois estão relacionados com a posição da draga no dia. Suas posições variaram conforme a área destacada em rosa na figura 2, que representa o trecho dragado até 22/11/10.

A coleta de água dos cinco pontos foi efetuada na seção central do corpo hídrico. Durante as campanhas de amostragem efetuadas em fevereiro, nos pontos 1 (a montante da draga), 2 (a jusante da draga) e 3 (foz) a coleta de água foi realizada a 1,50 metros de profundidade, enquanto que nos pontos 4 (CORSAN) e 5 (DMAE), a coleta foi realizada a 2,50 metros de profundidade. Durante as campanhas efetuadas em novembro, a coleta de água foi realizada a 0,30 metros de profundidade em todos os pontos. A NBR 9897/1987 (ABNT, 1987) fixa as condições exigíveis para a elaboração de planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos de água receptores, e pode ser aplicada no caso em estudo. A pluma formada pela suspensão de sedimentos provocada pela draga pode se movimentar de diversas formas ao longo do trecho. A NBR 9897/1987 prevê que, pelo menos nas coletas preliminares, a amostragem seja realizada em mais de um ponto na seção transversal do corpo hídrico e em mais de uma profundidade. Dessa forma, as amostras coletadas fornecem dados mais representativos sobre a qualidade da água em toda a seção do rio.

A determinação, por parte do órgão ambiental, dos parâmetros a serem avaliados foi baseada no estudo “Monitoramento da Qualidade das Águas na Bacia Hidrográfica dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, Região Hidrográfica do Uruguai/RS, como Subsídio à Gestão de Recursos Hídricos e ao Controle Ambiental”, elaborado pela FEPAM (2002). Esse estudo resultou na criação da rede básica de monitoramento das águas superficial e subterrânea na bacia hidrográfica dos rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo e contempla 26 parâmetros. Desde então tem sido aplicada a monitoramentos em todo estado no Rio Grande do Sul. Os 26 parâmetros avaliados são: Oxigênio dissolvido, pH, Coliformes fecais, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Fosfato Total, Fosfato Orto, Turbidez, Sólidos Totais, Condutividade elétrica, Índice de fenóis, Surfactantes, Cádmio, Chumbo, Cromo Total, Mercúrio, Níquel, Zinco, Alumínio, Ferro, Manganês, Temperatura da água, Transparência e profundidade da coleta.

Para avaliar influência da dragagem na qualidade da água nos cinco pontos monitorados, foi utilizada uma Análise de Variância (ANOVA) de três fatores sem repetição para cada um dos 26 parâmetros. Um fator é referente ao ponto de coleta, com 5 níveis (5 pontos), outro é referente ao momento da coleta, com 2 níveis (coleta antes e durante a dragagem) e outro referente à data de coleta, com 6 níveis (datas onde foi realizado o monitoramento). Em todos os casos foi utilizado um nível de significância de 95% e a interação de mais alta ordem entre os fatores principais não foi analisada para poder compor o termo do erro e possibilitar a análise sem a necessidade de repetições no experimento. Termos de baixa significância foram, sempre que possível, iterativamente agregados ao termo de erro para tentar extrair significância maior dos fatores restantes.

A importância de considerar o fator Data na análise estatística ANOVA é justificada pela influência sobre os resultados que fatores externos próprios de cada dia podem apresentar. Como exemplo desses fatores, pode-se citar a chuva e a temperatura da água, ou qualquer outro evento desconhecido que tenha ocorrido somente em uma determinada data. Ao considerar o fator Data é possível detectar se fatores desse tipo influenciam os resultados.

A análise estatística ANOVA compara a variabilidade dentro de cada grupo estudado com a variabilidade entre esses grupos, de forma a identificar com apenas um teste estatístico a existência de alguma diferença significativa entre pelo menos um dos grupos em relação aos demais, necessitando de um segundo teste estatístico para identificar especificamente quais os grupos que apresentam essa diferença.

Para os parâmetros nos quais houve diferença significativa entre o fator Momento da coleta da interação Momento da coleta\*Ponto, foi realizado o teste de Tukey para comparação de médias, de forma a identificar qual (ou quais) dos grupos era significativamente diferente dos demais e a magnitude dessa diferença. Também se realizou um comparativo com os limites estabelecidos para águas doces de classe 2 descritos na Resolução CONAMA 357/2005. O comparativo com essa Resolução objetiva avaliar se a alteração significativa detectada no teste ANOVA é suficiente para alterar a classe do parâmetro.



Os pontos de monitoramento 4 e 5 (CORSAN e DMAE) estão localizados no arroio das Garças e no lago Guaíba, respectivamente. O arroio das Garças ainda não possui enquadramento e o local onde se localiza o ponto 5 é enquadrado como classe 3 conforme Resolução CRH/RS 50/08. Portanto, para os parâmetros que apresentaram alteração significativa no ponto 4 optou-se por compará-los também com os limites estabelecidos para águas doces de classe 2, enquanto que o ponto 5 será comparado com os limites estabelecidos para águas doces de classe 3.

O único parâmetro que não foi possível ser avaliado foi coliformes fecais. Ao contrário do que é condicionado na LO n° 6712/2010-DL, nas campanhas efetuadas nos dias 23, 24, 25 e 26 de fevereiro de 2010 analisou-se o parâmetro *Escherichia coli* ao invés de coliformes fecais. Isso inviabilizou a aplicação da ANOVA para esse parâmetro.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 1 apresenta os resultados das análises dos dados antes do início da operação da draga nos cinco pontos avaliados. Os pontos 1, 2 e 3 são os que estão localizados próximos ao ponto de lançamento de efluentes líquidos brutos. As análises efetuadas antes do início da operação da draga refletem a qualidade da água do rio em cada um dos pontos sem interferência da dragagem.

**Tabela 1 – Valores médios, máximos e mínimos do monitoramento dos pontos 1, 2 e 3 antes do início da operação da draga.**

Parâmetros	Unidade	Ponto 1 - Montante			Ponto 2 - Jusante			Ponto 3 - Foz			Ponto 4 - CORSAN			Ponto 5 - DMAE		
		Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo	Média	Máximo	Mínimo
Alumínio total	mg/L	2,68	3,89	1,74	3,16	4,84	2,38	3,31	5,35	2,37	1,63	2,50	0,82	1,995	2,78	0,78
Cádmio total	mg/L	0,0009	0,003	ND	0,0006	0,001	ND	ND	0,001	ND	0,0054	0,03	ND	ND	ND	ND
Chumbo total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,0025	0,01	ND	ND	ND	ND
Condutividade	µS/cm	169,30	367,00	51,80	595,70	2850,00	48,10	167,55	361,00	48,70	83,47	99,60	43,00	71,00	114,20	31,1
Cromo total	mg/L	0,0048	0,005	0,004	0,0045	0,005	0,002	0,0047	0,005	0,003	0,0073	0,02	ND	0,005	0,005	0,004
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	8,58	20,00	ND	9,92	25,00	ND	10,33	23,00	3,00	2,72	4,00	ND	3,18	6,00	ND
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	30,78	54,20	23,10	34,13	51,00	24,00	35,90	48,70	24,50	12,66	15,20	0,00	11,42	18,70	ND
Fenóis totais	mg/L	0,0042	0,016	ND	0,0047	0,019	ND	0,0038	0,015	ND	0,0036	0,014	ND	0,003	0,013	ND
Ferro total	mg/L	3,18	4,10	2,49	3,51	4,11	3,15	3,82	4,61	3,21	2,00	2,64	1,17	1,89	2,60	0,61
Fosfato orto	mg/L PO <sub>4</sub> -	0,90	5,16	0,03	0,98	5,45	0,04	1,38	7,78	0,03	0,09	0,38	ND	0,10	0,46	ND
Fosfato total	mg/L P	1,67	3,54	0,63	1,72	3,63	0,66	2,02	4,78	0,67	0,38	0,44	0,29	0,58	1,50	0,28
Manganês total	mg/L	0,18	0,34	0,10	0,19	0,34	0,10	0,20	0,36	0,10	0,09	0,11	0,06	0,06	0,07	ND
Mercurio total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Níquel total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Nitrogênio amoniacal	mg/L N-NH <sub>3</sub>	3,95	10,50	0,90	4,02	10,00	0,90	4,30	11,50	0,70	0,51	1,20	0,20	0,42	1,20	0,1
Nitrogênio orgânico	mg/L N	2,07	6,80	0,50	2,07	5,70	0,30	1,17	2,70	0,60	0,60	2,37	0,20	0,86	3,16	0,3
Oxigênio dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	2,46	4,20	ND	2,41	3,90	ND	2,22	3,70	ND	5,50	6,10	4,10	6,18	6,70	5,4
pH	-	7,38	7,90	6,82	7,39	7,90	6,88	7,42	7,90	6,90	7,40	7,65	7,14	7,55	8,00	7,0
Sólidos totais	mg/L ST	162,83	228,00	90,00	158,50	234,00	96,00	154,5	218,00	81,00	81,50	107,00	58,00	83,17	120,00	26
Surfactantes (SAAM)	mg/L	0,20	0,93	ND	0,172	0,78	ND	0,23	1,10	ND	0,050	0,052	ND	0,05	0,05	0,03
Temperatura da água	°C	25,93	28,30	24,30	26,45	29,50	24,10	26,14	28,50	24,40	25,83	28,00	24,20	26,18	29,30	24,8
Transparência	cm	23,37	38,00	0,20	17,03	25,00	0,20	19,84	34,00	0,20	28,47	42,00	0,80	23,56	41,00	0,8
Turbidez	NTU	25,67	43,50	13,20	21,27	42,00	13,20	22,50	41,70	13,10	14,55	20,00	10,70	15,77	19,50	10,4
Zinco total	mg/L	0,087	0,394	ND	ND	ND	ND	0,026	0,031	ND	0,027	0,034	ND	0,02	0,025	0,01

ND = Não detectado

Para o cálculo das médias nas ocasiões onde o resultado da análise foi não detectado, utilizou-se a metade do limite de detecção do equipamento. Os resultados apresentados na tabela 1 evidenciam uma maior concentração no trecho dragado (pontos 1, 2 e 3) de parâmetros tipicamente presentes na composição de efluentes líquidos domésticos, quando comparados aos pontos 4 e 5. Esse fato deve-se provavelmente a existência do ponto de lançamento de efluentes líquidos brutos. Como exemplo pode-se citar os parâmetros condutividade, DBO<sub>5</sub>, DQO, fosfato orto, fosfato total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, sólidos totais, surfactantes e turbidez. A média de oxigênio dissolvido nos pontos 1, 2 e 3 se apresentou menor do que nos pontos 4 e 5. É possível associar também as maiores concentrações de alumínio total, ferro total e manganês total nos pontos 1, 2 e 3 à presença do ponto de lançamento de efluentes brutos devido à diversidade de contaminantes que o efluente despejado no trecho pode apresentar.

Os dados das análises demonstram que o ponto 4 tem influência das águas a montante, com valores e concentrações bem abaixo das análises realizadas no trecho final do rio Gravataí, e o ponto 5 mostra valores e concentrações mais elevadas com forte influência das águas provenientes o Gravataí.



Para avaliar a situação atual do trecho, conforme as classes definidas na Resolução CONAMA 357/2005, utilizou-se a média de cada parâmetro obtida no monitoramento pontos 1, 2 e 3 (antes do início da operação da draga). A tabela 2 apresenta a média de cada parâmetro nos pontos 1, 2 e 3 e seu respectivo enquadramento conforme a Resolução CONAMA 357/2005.

**Tabela 2 – Valor médio dos parâmetros no trecho em estudo (pontos 1, 2 e 3) na foz do rio Gravataí e a classificação pelo CONAMA 357/2005.**

Parâmetros	Unidade	Média pontos 1, 2 e 3	Classe - conforme CONAMA 357	Parâmetros	Unidade	Média pontos 1, 2 e 3	Classe - conforme CONAMA 357
Alumínio total	mg/L	3,05	-	Mercúrio total	mg/L	ND	classe 1 ou 2
Cádmio total	mg/L	0,0007	classe 1 ou 2	Níquel total	mg/L	ND	classe 1, 2 ou 3
Chumbo total	mg/L	ND	classe 1 ou 2	Nitrogênio amoniacal	mg/L N-NH <sub>3</sub>	4,09	classe 3
Condutividade	µS/cm	310,85	-	Nitrogênio orgânico	mg/L N	1,77	-
Cromo total	mg/L	0,0047	classe 1, 2 ou 3	Oxigênio dissolvido	mg/L O <sub>2</sub>	2,36	classe 4
DBO <sub>5</sub>	mg/L O <sub>2</sub>	9,61	classe 3	pH	-	7,40	classe 1, 3 ou 3
DQO	mg/L O <sub>2</sub>	33,61	-	Sólidos totais	mg/L ST	158,6	-
Fenóis totais	mg/L	0,0042	classe 3	Surfactantes (SAAM)	mg/L	0,20	-
Ferro total	mg/L	3,50	-	Temperatura da água	°C	26,17	-
Fosfato orto	mg/L PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1,09	-	Transparência	cm	20,08	-
Fosfato total	mg/L P	1,81	classe 4	Turbidez	NTU	23,14	classe 1
Manganês total	mg/L	0,19	classe 3	Zinco total	mg/L	0,046	classe 1

Para o cálculo das médias nas ocasiões onde o resultado da análise foi não detectado, utilizou-se a metade do limite de detecção do equipamento. A foz do rio Gravataí, localizada exatamente no trecho dragado, está enquadrada como classe 2 pela Resolução CRH/RS nº 58/09. Os parâmetros turbidez e zinco total são condizentes com a classe 1; os parâmetros DBO<sub>5</sub>, DQO, manganês total e nitrogênio amoniacal são condizentes com a classe 3; e os parâmetros fosfato total e oxigênio dissolvido são condizentes com a classe 4. No entanto, é importante ressaltar que para alguns parâmetros, o mesmo limite é estabelecido para classes diferentes. Nesse caso é possível classificar o parâmetro em mais de uma classe. Isso ocorre com as concentrações médias de cádmio total, chumbo total, cromo total, mercúrio total, níquel total e pH. Os parâmetros monitorados onde a classificação não foi realizada (alumínio total, condutividade, DQO, ferro total, fosfato orto, nitrogênio orgânico, sólidos totais, surfactantes, temperatura da água e transparência) não possuem limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005.

Após a aplicação das ANOVAs, obteve-se um valor-p para cada um dos três fatores: data (data da coleta, diretamente relacionada com o índice pluviométrico), momento da coleta (antes e após a dragagem) e ponto (loais onde foram feitas as coletas), além de suas interações de segunda ordem (a interação de terceira ordem foi utilizada para compor o termo do erro). A tabela 3 apresenta os resultados da análise de variância para cada parâmetro.

**Tabela 3 - Valor p para os fatores data, período e ponto e para as interações de segunda ordem.**

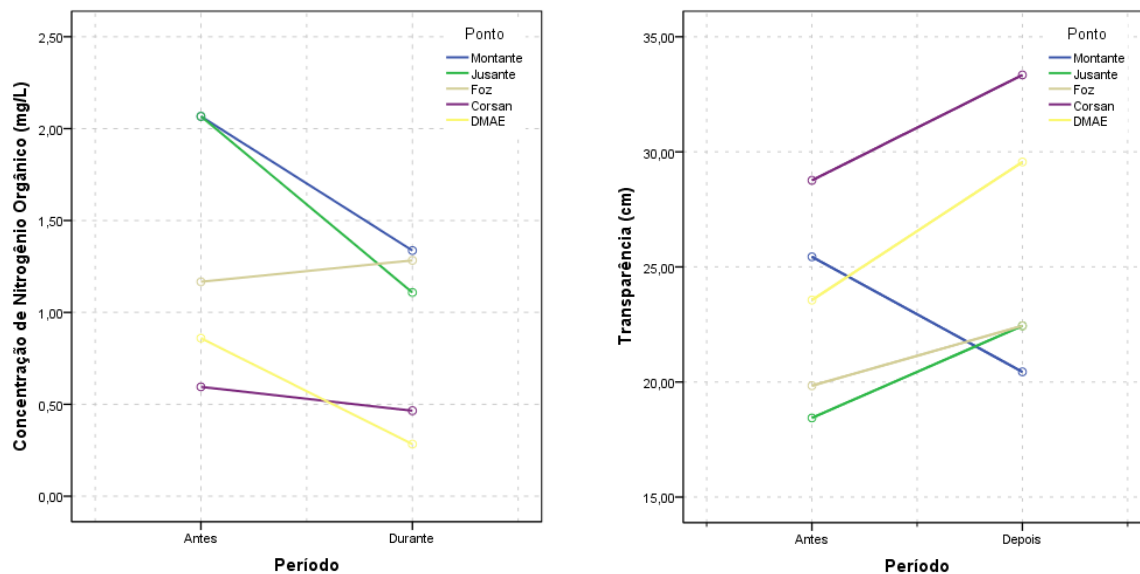
Parâmetro	Valor-p					
	Data	Momento da coleta	Ponto	Momento da coleta*Ponto	Momento da coleta*Data	Data*Ponto
Alumínio total	0,002	0,742	0,000	0,999	0,095	0,000
Cádmio total	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Chumbo total	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Condutividade	0,000	0,800	0,000	0,433	0,634	0,000
Cromo total	0,143	0,705	0,537	0,250	0,313	0,438
DBO <sub>5</sub>	0,000	0,459	0,000	0,778	0,341	0,000
DQO	0,001	0,726	0,000	0,904	0,596	0,132
Escherichia coli	0,000	0,390	0,000	0,335	0,763	0,000
Fenóis totais	0,000	0,264	0,010	0,722	0,092	0,001
Ferro total	0,051	0,928	0,000	0,904	0,071	0,007
Fosfato orto	0,000	0,530	0,000	0,357	0,684	0,000
Fosfato total	0,000	0,300	0,000	0,189	0,393	0,000
Manganês total	0,000	0,253	0,000	0,658	0,159	0,000
Mercurio total	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Níquel total	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Nitrogênio amoniacal	0,000	0,564	0,000	0,232	0,615	0,000
Nitrogênio orgânico	0,000	0,001	0,000	0,041	0,000	0,000
Oxigênio dissolvido	0,000	0,799	0,000	0,632	0,699	0,365
pH	0,000	0,605	0,098	0,680	0,876	0,069
Profundidade	0,000	0,494	0,000	0,320	0,746	0,000
Sólidos totais	0,000	0,586	0,000	0,359	0,111	0,066
Surfactantes (SAAM)	0,000	0,565	0,000	0,431	0,881	0,000
Temperatura da água	0,000	0,509	0,762	0,467	0,123	0,318
Transparência	0,000	0,044	0,000	0,049	0,000	0,298
Turbidez	0,000	0,431	0,000	0,402	0,003	0,000
Zinco total	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

N/A = Não avaliado

O principal propósito da utilização da ANOVA nesse estudo é saber se há alteração significativa dos parâmetros no momento após o início da operação da draga. Para avaliar se o efeito causado pela dragagem é significativo, a análise do fator Momento da Coleta (a operação de dragagem afeta a o rio independente dos demais fatores) e da sua interação com o fator Ponto (a operação de dragagem afeta o rio apenas em algum(ns) local(ais)) são os mais importantes. Para que a hipótese de que a dragagem afete os parâmetros seja confirmada tanto para os fatores principais quanto para suas interações, o valor-p deve ser menor que 0,05 (foi utilizada significância de 95%).

Para os parâmetros onde não foi possível detectar sua concentração em um grande número de campanhas de coleta (N/A), não foi possível realizar o teste estatístico, pois não havia variabilidade suficiente na amostra para estimar o termo de erro da ANOVA.

Conforme apresentado na tabela 3, apenas os parâmetros nitrogênio orgânico e transparência obtiveram diferenças significativas em seus fatores principais (valor-p 0,001 e 0,044 respectivamente). Do mesmo modo, esses parâmetros foram os únicos cuja interação Momento da coleta\*Ponto foi significativa (valor-p 0,041 e 0,049). Os efeitos de interação dos fatores Momento da coleta\*Ponto podem ser observados na Figura 3. Para os demais fatores, não foi possível concluir, dentro das condições e limitações impostas pelo projeto, que haja diferença significativa do ponto de vista estatístico, porém com um maior número de amostras ou modificando a metodologia de análise esse resultado pode ser modificado.



**Figura 3 – Efeitos dos fatores e suas interações (Período\*Ponto) para Nitrogênio Orgânico (esq.) e Transparência (dir.)**

Para os parâmetros apresentados na Figura 3 foi realizado o teste de Tukey para comparações múltiplas de médias (também com 95% de nível de confiança). Para o parâmetro nitrogênio orgânico, nos pontos 1, 2, 4 e 5 reduziram as concentrações médias na amostra coletada quatro horas após o início da dragagem, enquanto que no ponto 3 aumentou a concentração média na amostra coletada quatro horas após o início da dragagem. As concentrações médias de nitrogênio orgânico nos pontos 1 e 2 foram reduzidas para um valor equivalente às obtidas no ponto 3. Já a transparência nos pontos 2, 3, 4 e 5 aumentou na amostra coletada quatro horas após o início da dragagem, enquanto que no ponto 1 a transparência reduziu na amostra coletada quatro horas após o início da dragagem. A transparência no ponto 1 estava no mesmo nível obtido nos pontos 4 e 5, porém foi reduzida para os níveis obtidos nos pontos 2 e 3.

Os parâmetros nitrogênio orgânico e transparência não possuem limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005. Sendo assim, não é possível detectar se a alteração significativa altera a classe do parâmetro devido à operação da dragagem.

A tabela 4 apresenta os volumes pluviométricos ocorridos durante o período em que se efetuou o monitoramento. Os dados foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e foram coletados em sua estação meteorológica A801 – Porto Alegre.

**Tabela 4 – Volumes pluviométricos ocorridos durante o período em que se efetuaram as campanhas de amostragem.**

Data	26/02/2010	25/02/2010	24/02/2010	23/02/2010	16/11/2010	22/11/2010
Precipitação (mm)	0,0	0,0	6,4	2,8	0,0	0,0

A interação momento da coleta\*data indica se os parâmetros alteraram significativamente no momento após o início da dragagem devido aos fatores externos próprios de cada dia, como por exemplo, temperatura da água e chuva. Conforme apresentado na tabela 3, a interação momento da coleta\*data foi significativa apenas para os parâmetros nitrogênio orgânico, transparência e turbidez. Ao considerar os dados apresentados na tabela 4, é bem provável que não tenha sido a chuva que causou a alteração significativa na interação momento da coleta\*data desses três parâmetros, já que os volumes ocorridos no período são baixos ou nulos. Ou seja, a alteração significativa é decorrente de outros fatores não conhecidos que não a chuva. Para os demais parâmetros, nem a chuva e nem os demais fatores externos não conhecidos ocasionaram alteração significativa.

## CONCLUSÕES

A foz do rio Gravataí, representada pelos pontos 1, 2 e 3, está sofrendo influência do despejo de efluentes líquidos brutos no ponto localizado dentro do trecho dragado.

A média dos parâmetros obtidas nos pontos 1, 2 e 3 excedem os limites estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 para classe 2 (águas doces). Os parâmetros DBO<sub>5</sub>, DQO, manganês total e nitrogênio amoniacal são condizentes com a classe 3, e os parâmetros fósforo total e oxigênio dissolvido são condizentes com a classe 4. Esses resultados evidenciam o descumprimento da Resolução CRH/RS nº 58/09 e a necessidade da mudança da atual gestão dos efluentes líquidos brutos despejados nesse trecho para cumprir com o objetivo proposto de alcançar a classe 2 na foz do rio Gravataí.

Após a aplicação do teste ANOVA e do teste de Tukey, verificou-se que apenas a concentração de nitrogênio orgânico e a transparência da água apresentaram alteração significativa, sendo que essa alteração representa uma redução da concentração de nitrogênio orgânico e um aumento da transparência na maioria dos pontos. No entanto não foi possível avaliar se a alteração significativa de ambos os parâmetros é suficiente para alterar a classe do parâmetro, pois os mesmos não possuem limite estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005.

Considerando o valor-p de cada parâmetro na interação momento da coleta\*data, não é possível afirmar que a chuva tenha influenciado nos resultados obtidos. Todos os parâmetros, exceto nitrogênio orgânico, transparência e turbidez apresentaram alteração significativa na interação momento da coleta\*data. Devido aos baixos volumes de chuva, é possível concluir que a alteração significativa é decorrente de outros fatores externos não conhecidos que não a chuva.

Através da metodologia utilizada, é possível concluir que a dragagem não está impactando negativamente a qualidade da água do rio Gravataí, do arroio das Garças e do lago Guaíba nos pontos monitorados.

A utilização da NBR 9897 se aplica tanto ao planejamento de monitoramento em corpos hídricos quanto ao planejamento da metodologia de coleta. Esta norma fixa as condições exigíveis para a elaboração de planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos de água receptores. A pluma ocasionada pela ressuspensão de sedimentos originada no ponto dragado pode se movimentar de diversas formas ao longo do trecho e o tempo em que a mesma leva para chegar aos pontos monitorados está relacionado com a vazão do rio. A coleta em profundidades diferentes e em diferentes setores verticais ao longo da seção fornece dados mais homogêneos do ponto monitorado, assim como estudos relacionados à vazão do trecho do rio em diferentes épocas são importantes no sentido de determinar o tempo adequado para realização da coleta após o início da dragagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9897. Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, Rio de Janeiro. 1987.
2. BRAY, R.N., BATES, A.D. e LAND, J.M. Dredging, a Handbook for Engineers. Second edition. New York: John Wiley & Son, Inc., 434p.1997.
3. BRAY, R. N. Environmental Aspects of Dredging. Leiden: Taylor & Francis, 398p.2008.
4. Central Dredging Association (CEDA). Dredging and the environment: moving sediments in natural systems. Information paper – December. Rotterdamseweg: 2009;
5. CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 357, de 29 de agosto de 2006. 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. 2006.
6. Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul – CRH/RS. Resolução 50, de 06 de novembro de 2008. Aprova o Enquadramento das águas das bacias hidrográficas dos rios Caí, Pardo, Tramandaí e do Lago Guaíba.2008.
7. Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul – CRH/RS. Resolução 58, de 24 de junho de 2009. Aprova o enquadramento das águas da bacia hidrográfica do rio Gravataí. 2009.
8. Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul – FEPAM. Licença de Operação 8440/2009-DL. Porto Alegre: 2009.



9. Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul – FEPAM. Monitoramento da Qualidade das Águas na Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo, Região Hidrográfica do Uruguai/RS, como subsídio à gestão de recursos hídricos e ao controle ambiental. Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/programas/monitoramento\\_uru.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/programas/monitoramento_uru.asp)> Acesso em 22/04/2010.
10. GARCIAS, C.M.; SOTTORIVA, E.M. Poluição difusa urbana decorrente do desgaste dos freios automotivos: estudo de caso na sub-bacia 1 do rio Belém em Curitiba – PR. Seminário Internacional Experiências de Agendas 21: Os desafios do Nosso Tempo. 2009. Anais. Ponta Grossa – PR. 2009.
11. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS) e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais do Departamento de Produção Mineral (CRM/DNPM). Identificação das Alternativas Possíveis e Prováveis para Regularização das Vazões do Rio Gravataí. Porto Alegre, 2002.
12. PALERMO, M.; SCHROEDER, P. R.; ESTES, T. J.; FRANCINGUES, N. R. Technical Guidelines for Environmental Dredging of Contaminated Sediments. Vicksburg: US Army Corps of Engineers, 288p. 2008.
13. Superintendência de Portos e Hidrovias do Estado do Rio Grande do Sul (SPH/RS). Projeto Executivo da Dragagem do rio Gravataí. Porto Alegre: 2009.
14. TERRES, R.T. 2000. Uma Análise Preliminar dos Processos de Dragagem do Porto de Rio Grande, RS. Tese de Mestrado em Engenharia Oceânica. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande do Sul. 190p.