



## **Granulometria do sedimento de fundo do canal São Gonçalo na região do Porto de Pelotas**

### **Granulometry of the bottom sediment of the São Gonçalo channel in the Port of Pelotas region**

George Marino Soares Gonçalves<sup>1</sup> ; Universidade Federal de Pelotas. E-mail: [george.marino.goncalves@gmail.com](mailto:george.marino.goncalves@gmail.com), Gabriel Borges dos Santos<sup>2</sup> ; Universidade Federal de Pelotas, E-mail: [gabrielwxsantos@hotmail.com](mailto:gabrielwxsantos@hotmail.com), Lukas dos Santos Boeira<sup>3</sup>; Universidade Federal de Pelotas, E-mail: [lukasdosantosboeira@gmail.com](mailto:lukasdosantosboeira@gmail.com), Carlos Henrique Gomes Tabarelli<sup>4</sup>; Universidade Federal de Pelotas, E-mail: [ccarlostabarelli@gmail.com](mailto:ccarlostabarelli@gmail.com), Idel Cristiana Bigliardi Milani<sup>5</sup>, Universidade Federal de Pelotas, E-mail: [idelmilani@gmail.com](mailto:idelmilani@gmail.com), Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki<sup>6</sup>, Universidade Federal de Pelotas, E-mail: [dusuzuki@gmail.com](mailto:dusuzuki@gmail.com), Gilberto Loguercio Collares<sup>7</sup>, Universidade Federal de Pelotas, E-mail: [gilbertocollares@gmail.com](mailto:gilbertocollares@gmail.com)

**Resumo** - O canal São Gonçalo se caracteriza por ser um importante elo de ligação econômica e estratégica entre Brasil e Uruguai, bem como, é peça chave na gestão da irrigação na Planície Lagunar do estado do Rio Grande do Sul. Devido a esses motivos, objetivou-se fazer uma caracterização morfométrica dos sedimentos de fundo do canal São Gonçalo, buscando encontrar um padrão de comportamento e distribuição granulométrica na região de estudo. De tal forma, realizaram-se seis campanhas de coletas de sedimentos de fundo espacializadas de forma sazonal, possuindo cada uma dessas, 8 pontos distribuídos espacialmente. Obtiveram-se a partir das coletas, as distribuições granulométricas referentes a cada uma das 48 amostras coletadas. Esses dados permitiram a construção de um triângulo textural para o sedimento de fundo da região, curvas de distribuição granulométrica dos pontos, e análise estatística das granulometrias. A partir do objetivo proposto, não foi possível a obtenção de um padrão de distribuição granulométrica para a área de estudo, devido à grande variabilidade sazonal e espacial dos resultados.

**Palavras-chave:** Hidrometria. Triângulo textural. Curva de distribuição granulométrica. Variabilidade espacial e temporal.

**Abstract** - The São Gonçalo channel is characterized by being an important economic and strategic link between Brazil and Uruguay, as well as being a key part in the management of irrigation in the Lagoon Plain of the state of Rio Grande do Sul. Due these reasons this work aimed do make a morphometric characterization of the sediments at the bottom of the São Gonçalo channel, seeking to find a pattern of behavior and particle size distribution in the study region. In this way, six campaigns were carried out to sample seasonally spatialized bed sediment, each having 8 sampled points spatially distributed. From the samples, the particle size distributions for each of the 48 sampled points were obtained. These data allowed analyzing the soil texture for the region's bed sediment, as well granulometric distribution curves, and statistical analysis. From the above it was not possible to obtain a pattern of particle size distribution for the site, due to the high seasonal and spatial variability of the results.



**Key-words:** Hydrometry. Texture triangle. Particle size distribution curve. Space and time variability.

## **Introdução**

De acordo com Bühler e Souza (2018), a composição sedimentar e sua dinâmica no recurso hídrico são um instrumento fundamental de gestão no que compete ao funcionamento de bacias hidrográficas e suas inter-relações com o meio. Para Filizola et al. (2006) os sedimentos, de forma geral, são considerados uma matriz composta por diferentes detritos de rochas e material orgânico, possuindo suas características físicas e químicas de natureza homogênea. De acordo com Carvalho (2008), o sedimento de fundo depositado, de interesse para este estudo, pode causar diversos danos à ambientes aquáticos, dependendo de sua qualidade, quantidade e local em que está depositado.

Tais temáticas supracitadas são amplamente estudadas em diversas regiões, como estudos de Nascimento (2015), Garcia (2017), Oliveira et al. (2018), Pereira et al. (2018), Fernandes, Bicoski e Poleto (2020) e Reis et al. (2020). Vale destacar que, devido a atividade humana, os processos sedimentológicos (geração, transporte e deposição) que ocorrem na natureza têm sido acelerados e intensificados através de diversos fatores, como o uso inadequado do solo, desmatamento, atividade agropecuária, entre outros (GARRIDO et al., 2018).

Neste contexto, o canal São Gonçalo, que possui 76,6 km de comprimento, largura média de 250 m e profundidade máxima de 15 m (BONCZYNSKI, 2018), atua como peça fundamental da Hidrovia do Mercosul, à qual conecta Brasil e Uruguai através de 1.860 km de vias navegáveis, sendo responsável pelo transporte de cerca de 4,5 milhões de toneladas de carga por ano, estando inclusas cargas como: fertilizantes e adubos, combustíveis, óleos minerais, produtos químicos orgânicos, grãos (principalmente soja e trigo), celulose e carvão mineral (ALBERTI, 2016). De acordo com Centeno et al. (2016), o canal São Gonçalo além de possuir grande papel econômico na região, também é muito importante no que compete ao lazer, abastecimento e pesca.

O canal São Gonçalo é receptor de rios, canais de drenagem, banhados e lagoas de toda a região em que está inserido. Seu principal afluente é o rio Piratini, localizado a Oeste, e entre os demais afluentes da margem esquerda do canal também estão o arroio Pelotas, o canal Santa Bárbara e o canal do Pepino. Cabe salientar que estes afluentes são responsáveis por significativo aporte de sedimentos e de poluição ao canal São Gonçalo (SOUZA, 2015).

Fatores como o volume do canal, a força e direção dos ventos, podem determinar o sentido para a qual a correnteza se orienta, fazendo com que as águas fluem na direção contrária a de escoamento normal, ou seja, no sentido laguna dos Patos para a lagoa Mirim, geralmente em períodos de estiagem, o que pode causar intrusões salinas advindas do Oceano Atlântico que se concentram na porção sul da laguna, uma vez que há ligação direta entre a laguna e o Oceano Atlântico, elevando a salinidade das águas do canal São Gonçalo e prejudicando a economia local, muito associada à atividade orizícola. (CAPÍTOLI e BEMVENUTI, 2004;



SOUZA, 2015). Entretanto, observa-se o canal ter seu fluxo de corrente em 70% do tempo com sentido lagoa Mirim para a laguna dos Patos (MEDRONHA et al., 2013).

A importância econômica, social e ambiental do canal São Gonçalo perante o contexto regional à qual se insere, junto da importância e magnitude das obras de engenharia inseridas ao longo de seu curso (Porto de Pelotas e Barragem Eclusa do Canal São Gonçalo), acaba tornando necessário o desenvolvimento de estudos capazes de caracterizar e espacializar o sedimento de fundo presente no leito do canal, ao qual poderá permitir uma melhor tomada de decisão por parte de gestores acerca da gestão e segurança das obras de engenharia, assim como, a segura gestão e operação da Hidrovia do Mercosul.

Com isso, este estudo objetivou caracterizar e espacializar o sedimento de fundo presente no leito do canal São Gonçalo nas imediações do Porto de Pelotas, a partir de amostragens *in situ* e análises granulométricas.

## **Material e Métodos**

### **Local de estudo**

O canal São Gonçalo atua como única ligação entre as águas advindas da Lagoa Mirim em direção a Laguna dos Patos (Figura 1). Juntos, canal, lagoa e laguna, compõem o Complexo Lagunar Patos-Mirim, considerado o maior sistema de lagoas da América Latina (OLIVEIRA et al., 2015), possuindo cerca de 500 km de linha de costa (OLIVEIRA et al., 2019), e 13.749 km<sup>2</sup> de área (TOLDO, 1994; FRIEDRICH et al., 2006).

O Porto de Pelotas localiza-se às margens do canal São Gonçalo, e possui uma bacia de evolução com 250 m de largura e 500 m de comprimento (comprimento total do cais acostável) (GONÇALVES, 2017). Concentra suas atividades na carga e descarga de toras de madeira, carga com destino ao Porto de Guaíba, 231 km distante. O transporte desta carga por via fluvial representa anualmente cerca de 180 mil caminhões somente na BR-116 que liga Pelotas a Porto Alegre (TREVISA, 2017).

### **Amostragem do sedimento de fundo**

As amostras de sedimento de fundo foram coletadas com periodicidade sazonal entre os anos de 2016 e 2017, sendo iniciada em janeiro de 2016 (verão) e finalizada em maio de 2017 (outono) totalizando 48 amostras (8 pontos em 6 períodos diferentes cada – janeiro, abril, julho, setembro/2016; janeiro, maio/2017), cobrindo uma área de aproximadamente 0,6 km<sup>2</sup>, próximo ao Porto de Pelotas, ponte Férrea do canal São Gonçalo, e campus Porto da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) (Figura 1).

As amostras foram coletadas com auxílio de um amostrador pontual do tipo Ekman, livre de contaminação metálica e/ou orgânica. Durante a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos plásticos livres de contaminação e mantidas sob refrigeração a temperatura de 4°C. Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para análise granulométrica realizada em laboratório terceirizado, onde foram utilizados os métodos de peneiramento para as frações classificadas entre grosseiros e areia fina, e pipetagem para as frações classificadas entre silte e argila (EMBRAPA, 1997). Os sedimentos foram então distribuídos conforme seu diâmetro ( $\emptyset$ ) nas frações grosseiros ( $\emptyset > 2\text{mm}$ ), areia muito grossa ( $\emptyset$  entre 2 - 1mm), areia grossa ( $\emptyset$  entre 1 - 0,5mm), areia média ( $\emptyset$  entre 0,5 - 0,25mm), areia



fina ( $\emptyset$  entre 0,25 - 0,125mm), areia muito fina ( $\emptyset$  entre 0,125 - 0,062mm), silte ( $\emptyset$  entre 0,062 - 0,00394mm) e argila ( $\emptyset < 0,00394$ mm).



**Figura 1:** Localização dos pontos de amostragem de sedimento de fundo no canal São Gonçalo, única ligação natural entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos.

### Análise textural e granulométrica

A partir da análise granulométrica realizada em laboratório, foi gerado um triângulo textural, o qual permitiu de forma automatizada classificar as 48 amostras em suas respectivas classes texturais (SANTOS et al., 2005).

Para cada época/período de amostragem foram construídas, utilizando-se o software SigmaPlot 11.0<sup>®</sup>, as curvas de distribuição granulométrica referentes aos 8 pontos de amostragem, organizando-se de tal forma que no eixo das ordenadas fossem obtidos os valores de porcentagens acumuladas para as frações grosseiras, areias muito grossa, grossa, média, fina e muito fina, silte e argila. No eixo das abscissas, organizou-se de forma respectiva os limites superiores do diâmetro de cada fração granulométrica: 4,0 mm; 2,0 mm; 1,0 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,125 mm; 0,062 mm; e 0,00394 mm.

Aos valores de distribuição granulométrica foram realizadas análises estatísticas descritivas, considerando duas formas de análise: para cada ponto de amostragem (8 no total) foram analisados de forma conjunta as 6 épocas amostrais (variação sazonal); para cada época amostral (6 no total), foram avaliados os 8 pontos de forma conjunta (variação espacial). Isso permitiu avaliar a variação de forma espacial e temporal separadamente. A análise estatística

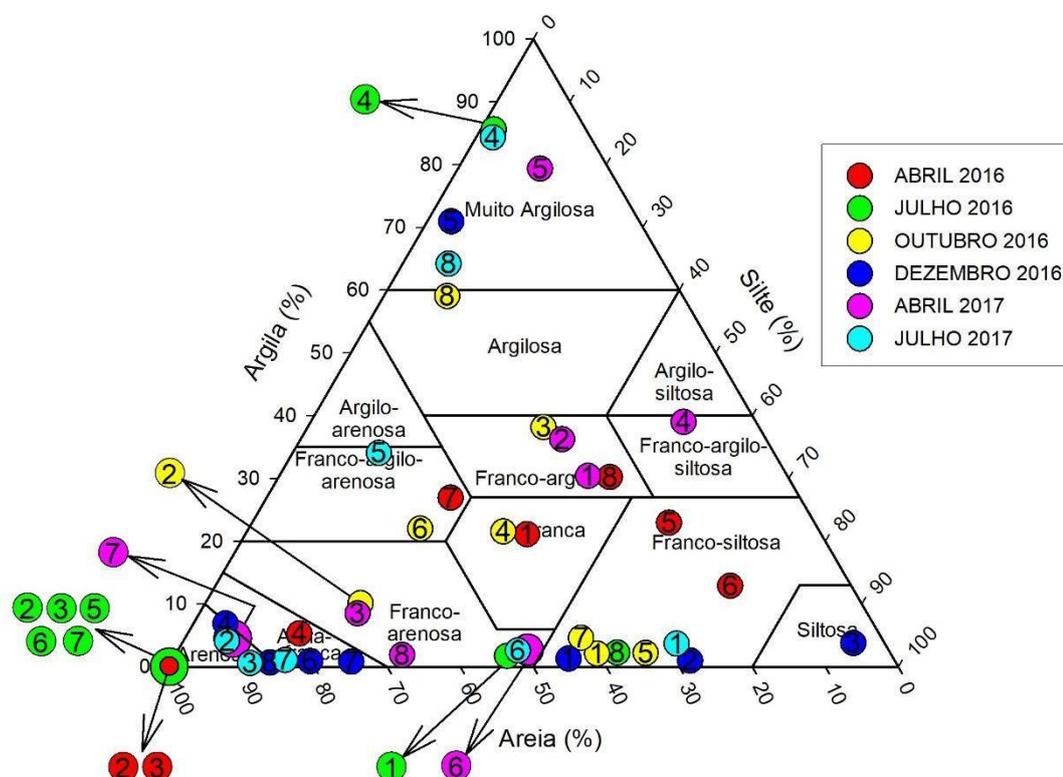


foi realizada mediante a utilização de equações clássicas para o cálculo dos valores máximos, mínimos, média, mediana, curtose, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das frações granulométricas. Todos os cálculos foram executados com o auxílio de uma planilha eletrônica Excel.

## Resultados e Discussão

### Triângulo textural

Na Figura 2 estão dispostas em um triângulo textural as 48 amostras coletadas (8 pontos em 6 diferentes épocas do ano), de forma a possibilitar de forma conjunta a análise textural na região de estudo.



**Figura 2:** Triângulo textural com as 48 amostras obtidas na região de estudo no canal São Gonçalo. As cores representam as épocas de amostragem, e a numeração representa os pontos de amostragem.

Os resultados aqui observados não apresentaram um padrão de distribuição textural, tanto no que concerne à variação sazonal quanto espacial. No entanto, houve uma concentração de resultados nas classes texturais Arenosa (10 amostras), Franco Arenosa (11 amostras) e



Franco Siltosa (10 amostras), constituindo 31 amostras (64,58%) de um total de 48 avaliadas no presente trabalho.

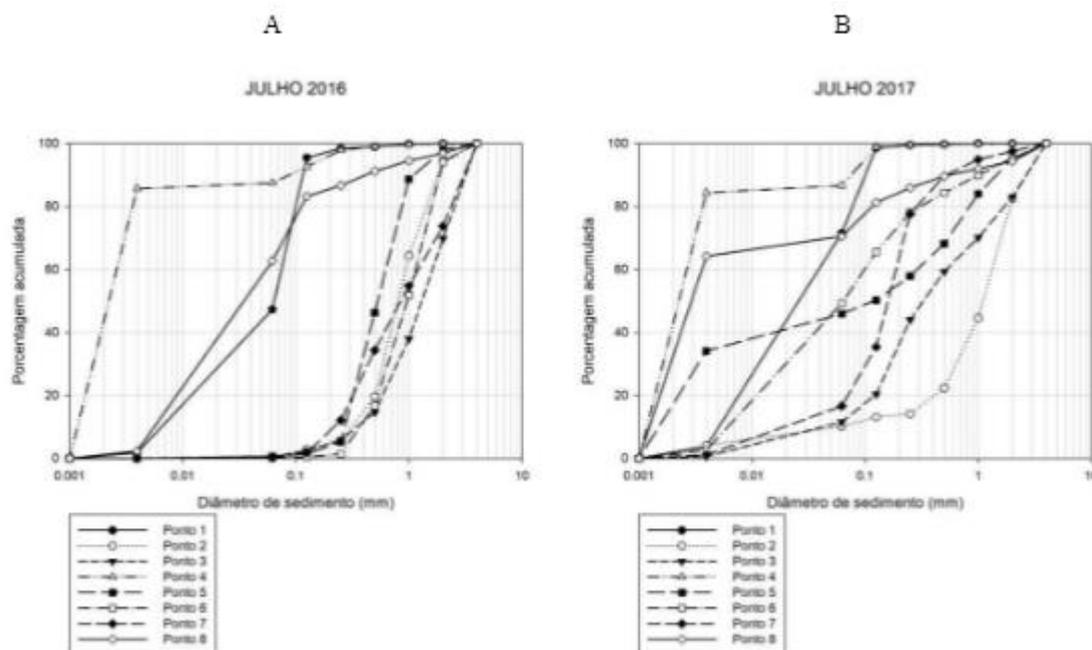
Embora ocorra a concentração dos resultados em determinadas classes texturais, algumas amostras classificadas em uma dada época, não repetiram esta classificação em outra época. Por outro lado, alguns pontos apresentaram a mesma classe textural em diferentes épocas. Estas observações demonstram que não houve um padrão de classe textural dos sedimentos de fundo para o canal São Gonçalo, seja considerando época ou ponto de amostragem.

Essa ausência de padrão textural no trecho avaliado pode ser exemplificada ao observar-se o ponto 8 e as variações obtidas por este. Em abril de 2016, este se classifica como classe textural Franco Argilosa, em julho de 2016 como Franco Siltosa, como Argilosa em outubro de 2016, como Arenosa em dezembro de 2016, como Franco Arenosa em abril de 2017 e como Muito Argilosa em julho de 2017. Variabilidade sazonal semelhante pode ser observada também nos pontos de amostragem 2, 3, 4, 5 e 6.

Fato que pode explicar essas diferenças é o escoamento gerado na área urbana do município de Pelotas/RS (SANCHES FILHO et al., 2017), que acaba transportando diferentes tipos de sedimentos, através dos canais de drenagem até o canal São Gonçalo, justamente no trecho ao qual este estudo analisou (Figura 1). Outro fator que pode ser levado em conta é o amostrador do tipo garra Ekman utilizado neste trabalho, pois conforme Filizola et al. (2006), este possui pouca capacidade de reprodutibilidade amostral, o que pode ter influenciado na obtenção de padrão na distribuição granulométrica e textural das amostras.

### **Curvas granulométricas**

Na Figura 3 são apresentadas as curvas características de distribuição granulométrica para os meses de julho de 2016 (Figura 3A) e julho de 2017 (Figura 3B). De modo geral, houve considerável variação de porcentagem acumulada nas frações quando comparados o mesmo ponto no ano de 2016 e 2017. Dentro do mesmo período de amostragem os pontos apresentaram grande variação entre si, reiterando a falta de padrão nas variações espaciais e sazonais obtidas neste trabalho. Alguns pontos apresentaram maior acúmulo de sedimentos finos (silte e argila), e outros, sedimentos grosseiros (areia e cascalho). Conforme Burton Jr (2002), sedimentos finos, por apresentarem grande área superficial, em relação ao volume, têm maior capacidade de retenção dos poluentes, já os grosseiros favorecem a disponibilização dos poluentes para a coluna de água.



**Figura 3:** Curvas de distribuição granulométrica dos pontos amostrados para julho de 2016 (A) e julho de 2017 (B).

Diferente dos resultados aqui obtidos, Soares et al. (2004) em estudo de caracterização do sedimento de fundo do Arroio do Salso - RS, utilizando uma draga e pá para amostragem, obtiveram pouca variação na distribuição granulométrica (inferiores a 10% do acumulado para cada uma das frações) entre amostras coletadas no verão e inverno, considerando os mesmos pontos.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios e o desvio padrão dos valores das porcentagens acumuladas para cada fração granulométrica, sendo que o diâmetro corresponde ao limite superior do diâmetro de cada fração granulométrica: 4,00 mm - frações grosseiras; 2,00 mm - areia muito grossa; 1,00 mm – areia grossa; 0,50 mm - média; 0,25mm – areia fina; 0,13 mm - muito fina; 0,06 mm – silte; 0,0039 mm - argila. A porcentagem média representa a porcentagem média acumulada para determinada época de amostragem.

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicaram haver maior acúmulo de sedimentos nas frações mais finas para os pontos 4 e 5. Em contrapartida, houve maior acúmulo das frações grosseiras nos pontos 1, 6, 7 e 8. Deve-se destacar que o ponto 1 obteve os valores mais elevados para as concentrações de sedimentos com diâmetro superior ou igual a 0,13 mm. De modo geral, percebeu-se menores valores de desvio padrão (DP) para o ponto 1. Entretanto, para todos os outros pontos, os valores de desvio padrão foram superiores, reiterando a grande variabilidade existente nos pontos de amostragem.

Ainda na Tabela 1, são apresentados os coeficientes de variação (CV's) das porcentagens medidas acumuladas para cada fração granulométrica. O coeficiente de variação apresentou uma grande amplitude de variação, tendendo a aumentar das frações mais grosseiras dos sedimentos para as mais finas (Tabela 1). Pimentel-Gomes (1985), baseado em ensaios agrícolas, indicou uma classificação para o coeficiente de variação: menor ou igual a 10% baixo (baixa dispersão dos dados), entre 10% e 20% médio (média dispersão dos dados), entre 20% e 30% alto (alta dispersão dos dados), maior do que 30% muito alto (dispersão dos dados muito



alta), sendo que valores medianos indicam boa precisão experimental. Os resultados obtidos na área de estudo abrangeram todas as classes de CV's, reforçando novamente a grande variabilidade da distribuição granulométrica dos sedimentos. Vale destacar que, a metodologia de Pimentel-Gomes (1985) é amplamente utilizada nos mais diversos estudos para a classificação do coeficiente de variação (MENEGATTI et al. 2016; LEMOS e SANTIAGO, 2020).

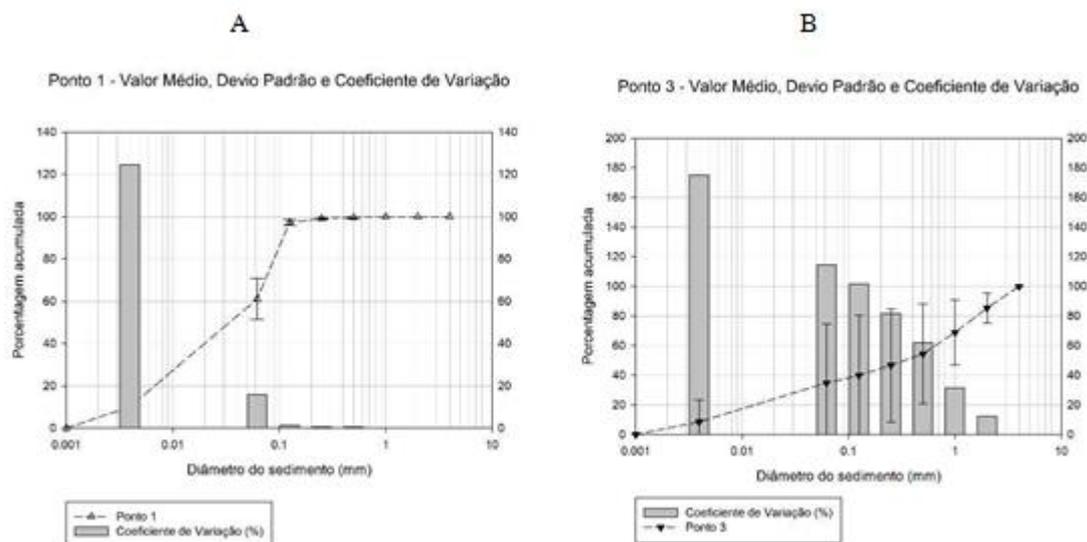
**Tabela 1:** Média  $\pm$  Desvio Padrão/Coefficiente de variação (CV) dos valores de porcentagens acumuladas para cada fração granulométrica.

Diâmetro (mm)	Média $\pm$ Desvio Padrão/Coefficiente de variação							
	Pontos de amostragem							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>4,00</b>	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00	100,00 $\pm 0,00$ /0,00
<b>2,00</b>	99,98 $\pm 0,04$ /0,04	89,27 $\pm 8,23$ /9,22	85,32 $\pm 10,37$ /12,16	85,49 $\pm 23,68$ /27,70	98,67 $\pm 1,91$ /1,94	97,02 $\pm 2,98$ /3,08	90,98 $\pm$ 9,52 /10,47	95,72 $\pm 2,35$ /2,45
<b>1,00</b>	99,92 $\pm 0,09$ /0,09	69,20 $\pm 20,28$ /29,31	68,90 $\pm 21,76$ /31,58	82,21 $\pm 27,44$ /33,38	95,15 $\pm$ 6,99 /7,34	88,06 $\pm 18,43$ /20,93	83,10 $\pm 15,56$ /18,72	90,48 $\pm 6,24$ /6,90
<b>0,50</b>	99,61 $\pm 0,36$ /0,36	48,45 $\pm 32,76$ /67,62	54,37 $\pm 33,73$ /62,04	78,96 $\pm 30,85$ /39,07	85,14 $\pm 22,71$ /26,67	79,30 $\pm 31,56$ /39,80	72,37 $\pm 21,59$ /29,83	83,18 $\pm 11,91$ /14,31
<b>0,25</b>	99,12 $\pm 0,50$ /0,50	40,16 $\pm 37,26$ /92,78	46,68 $\pm 38,11$ /81,64	75,65 $\pm 31,92$ /42,19	76,19 $\pm 38,38$ /50,38	70,91 $\pm 35,55$ /50,14	60,59 $\pm 27,73$ /45,76	73,76 $\pm 19,52$ /26,46
<b>0,13</b>	97,31 $\pm 1,25$ /1,28	37,23 $\pm 36,88$ /99,06	39,87 $\pm 40,45$ /101,48	67,80 $\pm 34,39$ /50,73	72,27 $\pm 39,37$ /54,47	57,75 $\pm 32,26$ /55,87	41,23 $\pm 26,53$ /64,35	66,79 $\pm 23,23$ /34,78
<b>0,06</b>	61,08 $\pm 9,68$ /15,85	30,99 $\pm 33,78$ /109,00	34,76 $\pm 39,81$ /114,53	58,79 $\pm 35,46$ /60,32	59,66 $\pm 32,57$ /54,59	41,47 $\pm 28,59$ /68,94	27,40 $\pm 23,36$ /85,26	53,96 $\pm 24,57$ /45,54
<b>0,0039</b>	10,05 $\pm 12,54$ /124,69	8,59 $\pm 14,07$ /163,80	8,51 $\pm 14,90$ /175,05	40,45 $\pm 36,56$ /90,39	34,91 $\pm 33,78$ /96,74	6,85 $\pm 8,76$ /127,90	6,32 $\pm 10,28$ /162,64	26,39 $\pm 29,50$ /111,80

Como forma de exemplificar o comportamento das distribuições granulométricas para os pontos amostrados ao longo do canal São Gonçalo utilizou-se o ponto 1 e 3, assim, na Figura 4 podem ser visualizadas as curvas de distribuição granulométrica para os mesmos, construídas



a partir dos valores médios de concentração, juntamente do desvio padrão e do coeficiente de variação.



**Figura 4:** Curva de distribuição granulométrica a partir da porcentagem média acumulada em cada fração de sedimento, considerando o intervalo total de tempo (todas as épocas no ponto considerado), com o desvio padrão (linhas verticais) e o coeficiente de variação (barras) para os pontos 1 (A) e 3 (B).

Ao observarmos os resultados apresentados na Figura 4, percebe-se que para o ponto 1, a maioria das frações granulométricas apresenta baixos valores de DP e CV, possuindo valor máximo de DP de 12,54% e de CV de 124,69%, sendo estes valores relacionados à fração argila, corroborando com o fato de que, com a diminuição do diâmetro há o aumento do CV (Figura 4A). Entretanto, na curva de valores médios obtida para o ponto 3, obtiveram-se valores de DP e CV elevados para a maioria das frações granulométricas, com valor máximo de DP de 40,45% e de CV de 175,05% (Figura 4B). O aporte de sedimentos de distintas e variadas fontes pode ter contribuído para essa grande variabilidade granulométrica dos sedimentos.

Pode-se considerar a área de estudo pequena, cerca de 0,6 km<sup>2</sup>, entretanto, a grande variação observada dos dados de distribuição granulométrica, tanto espacial (distância entre pontos de amostragem) quanto temporal (épocas de amostragem) dificulta e/ou até mesmo inviabiliza a modelagem, a estimativa e a predição de características e distribuição granulométrica do sedimento de fundo do leito do canal, fazendo com que o conhecimento e a avaliação dessas características possa ser, em um primeiro momento, apenas quantificada e avaliada com amostragens *in situ*, a fim de constituir uma caracterização física do local.

## Conclusão

A utilização do triângulo textural, junto das curvas de distribuição granulométrica e estatística descritiva permitiu identificar a variabilidade da distribuição granulométrica dos



sedimentos nos pontos quando observados em uma mesma época de amostragem (variabilidade espacial), e em épocas diferentes (variabilidade temporal).

Os resultados obtidos com o presente estudo reforçam a importância e a necessidade de amostragens *in situ*, com o intuito de obtenção de um maior banco de dados que possibilite estabelecer, se houver, um padrão comportamental da granulometria dos sedimentos de fundo no canal São Gonçalo. Os resultados gerais demonstram não haver um comportamento padrão de distribuição granulométrica dos sedimentos de fundo do canal São Gonçalo demonstrando haver comportamentos distintos, podendo ter aportes sedimentares diferenciados ou transporte distinto ao longo do canal, devendo ser melhor investigado.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao laboratório NEPE-HidroSedi da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) pela proposição do tema.

Os autores agradecem à empresa Sagres (Terminal logístico de Pelotas) pela disponibilidade dos dados utilizados nesta obra.

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela bolsa concedida ao segundo autor.

### **Conflito de interesses**

Os autores deste manuscrito não declararam conflitos de interesse.

### **Referências**

ALBERTI, A. Hidrovia do Mercosul. **DNIT**, 26 de junho de 2016. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/hidrovias/hidrovias-interiores/hidrovia-do-mercosul>. Acesso em: 25 mar. 2017.

BONCZYNSKI, R. G. **Modelagem geométrica do canal de São Gonçalo através do levantamento de seções topobatimétricas**. Trabalho de Conclusão de curso - Tecnólogo em Geoprocessamento – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 55p. 2018.

BÜHLER, B. F.; SOUZA, C. A. Hidrodinâmica e composição sedimentar do córrego Jacobina, município de Cáceres, MT, Pantanal. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.1, p.239-248, 2018.

BURTON Jr., G. A. Sediment quality criteria in use around the world. **Limnology**, v. 3, p. 65-75, 2002.

CAPÍTOLI, R.R.; BEMVENUTI, C.E. Distribuição do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) na área estuarina da Lagoa dos Patos e canal São Gonçalo. In: **Anais**



do VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 2004.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. 599 p.

CENTENO, L. N.; CECCONELLO, S. T. Modificação de um índice de qualidade da água. **Revista Científica Rural** - Urcamp, Bagé, v.18, n.1, p.65-82, 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FERNANDES, F.; BICOSKI, F.; POLETO, C. Estudo de concentração e interações físico-químicas de carbono orgânico total no sedimento de fundo da represa Mãe D'Água. In: **XIV Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**, 2020, Campinas. XIV ENES, 2020.

FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; DE SOUZA, M. D. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise de qualidade ambiental**: solo, água e sedimentos. 2006. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/15292>. Acesso em: 21 jun. 2021.

FRIEDRICH, A. C.; NIENCHESKI, F.; SANTOS, I.R. Dissolved and particulate metals in Mirim Lagoon, Brazil-Uruguayan border. **Journal of Coastal Research**, v. 39, p.1036-1039, 2006.

GARCIA, A. **Estimativa da descarga sólida e granulometria do sedimento de fundo do Rio Iguatemi**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 47p. 2017.

GARRIDO, J. W. A.; SOUSA, T. M. I.; ISMAEL, L. L.; CRISPIM, D. L.; FERREIRA, P. M. L.; QUEIROZ, M. M. F. Determinação das curvas-chave de descargas de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n.1, p.69-75, 2018.

GONÇALVES, G.M.S. **Levantamento batimétrico do canal São Gonçalo na região do porto de Pelotas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Hídrica) - Engenharia Hídrica, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 62p. 2017.

LEMONS, J., SANTIAGO, D. Instabilidade da agricultura familiar no Semiárido. **Revista de Política Agrícola**, v. 29, n.1, p.94-105, 2020.

MEDRONHA, G. D. A. BIGLIARDI, I. M.; SOUZA, M. F.; BONCZYNSKI, R.; DÉCIO JR., R.; SUZUKI, L. E. A.S.; PRÁ, M. D.; COLLARES, G. L. Avaliação da qualidade da água do canal São Gonçalo - RS através do índice de qualidade de água. In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, 2013. p. 1-8.



MENEGATTI, R.D.; MANTOVANI, A. & NAVROSKI, M.C. Parâmetros genéticos para caracteres de crescimento inicial de progênies de bracatinga em Lages, SC. **Pesquisa Florestal Brasileira**, vol. 36, n. 87, p. 235-243, 2016.

NASCIMENTO, R. **Origem e distribuição de HPAS em sedimentos de fundo do estuário do rio São Paulo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil**. 2015. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Oceanografia) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2015.

OLIVEIRA, G. M.T. S.; OLIVEIRA, E. S.; SANTOS, M. L. S.; MELO, N. F. A.; KRAG, M. N. Concentrações de metais pesados nos sedimentos do lago Água Preta (Pará - Brasil). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, p. 599-605, 2018.

OLIVEIRA, H. A.; FERNANDES, E. H. L.; MÖLLER, O. O.; COLLARES, G. L. Processos hidrológicos e hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, p. 34-45, 2015.

OLIVEIRA, H.; FERNANDES, E. H. L.; MÖLLER JUNIOR, O. O.; RODRÍGUEZ, F. G. Relationship between wind effect, hydrodynamics and water level in the World's Largest Coastal Lagoonal System. **Water**, Basel, v. 11, n. 11, p. 1-20, 2019.

PEREIRA, R. B.; CARVALHO, G. A.; ZAMBONI, P. A. P.; GONCALVES, F. V.; BLENINGER, T. B. Determinação e análise do campo de velocidade dos sedimentos de fundo na boca do amostrador Helley-smith. In: **XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos / I Particle in America**, 2018, Vitória. XIII ENES / I PIA, 2018.  
PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.

REIS, D. A.; MARQUES, L. S.; NASCIMENTO, L. P.; SANTIAGO, A. F. Risk potential of bottom sediments affected by mining tailings from the Fundão dam/ Brazil. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, p.1-19, 2020.

SANCHES FILHO, P.J.; M. BOHM, E. M.; BOHM, G. M. B.; MONTENEGRO, G. O.; SILVEIRA, L.A.; BETEMPS, G. R. Determination of hydrocarbons transported by urban runoff in sediments of São Gonçalo channel (Pelotas – RS, Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v.114, n.2, p.1088-1095, 2017.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.

SOARES, M. C. C.; MIZUSAKI, A. M. P.; GUERRA, T.; VIGNOL, M. L. Análise geoquímica dos sedimentos de fundo do Arroio do Salso. Porto Alegre - RS - Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 31, n. 1, p.39-50, 2004.

SOUZA, M. F. **Qualidade da água do canal São Gonçalo-RS/ Brasil - uma avaliação hidroquímica considerando seus usos múltiplos**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. 105f. 2015.



TOLDO, E. E. **Sedimentação, predição do padrão de ondas e dinâmica sedimentar da antepraia e zona de surfe do sistema lagunar da Lagoa dos Patos.** Tese de doutorado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994. 143p.

TREVISA. **Transporte de madeira.** Disponível em: <http://www.trevisa.com.br/transporte-de-madeira/>. Acesso em: 02 de abril de 2017.