



## CARACTERIZAÇÃO DO MATERIAL DRAGADO DO TRECHO CENTRAL DO RIO CACHOEIRA E ESTUDO DE ALTERNATIVAS PARA A SUA APLICAÇÃO

Gabriela Riesenberg<sup>1</sup>

Leandro Marcos Salgado Alves<sup>2</sup>

**Resumo:** A dragagem é uma atividade que propicia a limpeza e desobstrução de rios, canais e outros elementos hídricos visando a diminuição do acúmulo de sedimentos e impedindo obstruções diversas. O gerenciamento e manejo adequado do material dragado é muito importante para a proteção e manutenção dos recursos naturais e do meio ambiente. Para o Município de Joinville, o desafio da dragagem do Rio Cachoeira reside no grande volume de material e sua destinação final. O presente trabalho realizou a caracterização do sedimento do rio Cachoeira, com análises físicas e químicas, conforme as resoluções CONAMA 454/2012 e 420/2009. Foram coletadas duas amostras (P1 e P2) no trecho central, a fim de abranger uma extensão de 1 km. Os resultados das análises físicas (granulometria) mostraram que as amostras são compostas por quase 100% de areia. Para a disposição em águas, os resultados químicos apontaram que as amostras são viáveis, com todos os parâmetros abaixo do Nível 1 da CONAMA 454/2012, com exceção do zinco no ponto P1, que ficou entre o Nível 1 e o Nível 2. Para a disposição em solo (valores de prevenção da CONAMA 420/2009), os resultados também ficaram abaixo dos limites. Concluiu-se que o material é viável para utilização em obras de engenharia como recomposição de praias, estabilização de margens de rios e controle de erosão, e para uso na construção civil como a produção de pavers e artefatos de concreto.

**Palavras-Chave:** Material de dragagem; destinação de sedimento; desassoreamento; reutilização.

---

<sup>1</sup> MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental – IPOG – Instituto de Pós-Graduação. Graduada em Engenharia Ambiental – UNIVILLE – Universidade da Região de Joinville. gabiriesenberg@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5166-7599>

<sup>2</sup> Doutor em Ciências pela Escola de Engenharia de Lorena – USP. Instituto Federal Catarinense, Campus Araquari. leandro.alves@ifc.edu.br; <https://orcid.org/0000-0001-5726-8866>

## CHARACTERIZATION OF THE DREDGED MATERIAL FROM THE CENTRAL SECTION OF THE CACHOEIRA RIVER AND STUDY OF ALTERNATIVES FOR ITS APPLICATION

**Abstract:** Dredging is an activity that cleans and unclogs rivers, canals and other water features in order to reduce the accumulation of sediment. Proper management of dredged material is very important for the protection of natural resources. For the municipality of Joinville, dredging the Cachoeira River is a challenge due to the large volume of material and its final destination. This study characterized the sediment of the Cachoeira River using physical and chemical analyses, according to CONAMA resolutions 454/2012 and 420/2009. Two samples (P1 and P2) were collected in the central stretch. Physical analyses showed the samples are almost 100% sand. For disposal in water, chemical analyses showed the samples are viable, with all parameters below Level 1 of CONAMA 454/2012, except zinc at point P1, which was between Level 1 and Level 2. For disposal in soil (prevention values of CONAMA 420/2009), the results were also below the limits. It was concluded that the material is viable for use in engineering works such as beach replenishment, riverbank stabilization, erosion control, and for use in civil construction such as the production of pavers and concrete artifacts.

**Keywords:** Dredging material; sediment disposal; desilting; reuse.

### 1 Introdução

A dragagem é uma técnica essencial que consiste na limpeza, desassoreamento e/ou escavação do material do fundo de rios, lagos e outros elementos hídricos. É realizada para minimizar a sedimentação e o acúmulo de sedimentos, mas o gerenciamento inadequado do material dragado pode gerar impactos ambientais negativos, especialmente se houver contaminantes.

Para o município de Joinville, a dragagem do rio Cachoeira é um desafio e uma obra almejada por sucessivas gestões. A intervenção visa aumentar a capacidade hidráulica e de retenção das águas pluviais, combater enchentes e revitalizar o canal para o tráfego e projetos urbanos, como o parque linear projetado para as margens.

O principal desafio reside no manejo e gerenciamento do material, visto que a destinação a aterro privado é economicamente inviável para os cofres públicos devido ao grande volume. Este rio, por ter sua bacia inteiramente em área densamente urbanizada, apresenta elevada taxa de poluição por efluentes domésticos e industriais, o que historicamente levanta preocupações sobre a presença de contaminantes.

No Brasil, a reutilização de material dragado para fins benéficos é regulamentada pelas resoluções CONAMA nº 454/2012 (gerenciamento em águas nacionais) e CONAMA nº 420/2009 (valores orientadores de qualidade do solo). Os usos benéficos incluem obras de

engenharia (criação de terreno, recomposição de praias), construção civil e melhorias ambientais.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar o sedimento do trecho central do rio Cachoeira para buscar potencialidades de uso, promovendo maior aproveitamento do material dragado e combatendo possíveis impactos ambientais negativos pelo manejo inadequado. Os objetivos específicos incluíram: realizar a coleta e análise laboratorial das características físicas e químicas do sedimento; comparar os resultados com as resoluções CONAMA 420/2009 e 454/2012; e verificar, de acordo com as análises, ao menos três possibilidades de usos benéficos para o material.

## 2 Fundamentação Teórica

A dragagem se caracteriza por uma técnica que consiste na limpeza, desassoreamento, alargamento, aprofundamento, desobstrução e/ou escavação do material do fundo de rios, lagos, baías entre outros elementos desta natureza. A atividade de dragagem é realizada para minimizar a sedimentação, que nada mais é, do que o acúmulo de sedimentos no fundo do mar, rios, canais e outros elementos hídricos (Amar; Benzerzour; Safhi; Abriak, 2018).

No entanto, esta prática pode gerar impactos ambientais negativos significativos em relação ao gerenciamento do material dragado. A disposição irregular, ou sem planejamento, deste material pode ocasionar desequilíbrios extremos ao meio ambiente, principalmente se o material dragado for caracterizado pela presença de elementos contaminantes.

Para o município de Joinville, a dragagem do rio Cachoeira, um dos mais importantes e emblemáticos da cidade, é um grande desafio, e é uma obra muito almejada por sucessivas gestões de governo. A dragagem deste rio contribuirá: i) com o aumento da capacidade hidráulica e do potencial de retenção das águas pluviais; ii) com a questão das enchentes; iii) com a revitalização do canal, suas margens e entorno, assim como iv) para torná-lo trafegável, principalmente no trecho central da cidade. Estes últimos fatores citados voltam-se a projetos da atual gestão que visam a implantação de um parque linear nas margens deste rio, no qual pretende-se voltar a cidade para a paisagem do rio, diferente do que ocorre hoje, além de outros atrativos turísticos, de esporte saúde e lazer projetados para os próximos anos.

No passado, o referido rio servia ao transporte fluvial, ligando o Centro de Joinville à baía da Babitonga e ao porto de São Francisco do Sul. Os primeiros imigrantes europeus a

chegar à então Colônia Dona Francisca fizeram de barco o trajeto até onde hoje é o Centro de Joinville – proximidades do local em estudo neste trabalho.

Além da navegação comercial, o rio também servia como raia para as competições de remo.

O desafio se configura justamente na dificuldade de manejo e gerenciamento do material a ser dragado, visto que a destinação a aterro privado – que se configura pelo caminho “mais fácil” em um primeiro momento, é economicamente inviável para os “cofres” públicos. O grande fator contribuinte para a dificuldade de manejo do material do referido rio, se dá por ações como o despejo irregular de efluente doméstico e industrial, visto que a bacia do rio Cachoeira está localizada inteiramente em área densamente urbanizada.

No trabalho intitulado “Análise da Presença de Metais Pesados e sua Toxicidade nos Sedimentos do Rio Cachoeira – Joinville/SC” as autoras avaliaram os níveis de metais pesados em diferentes pontos do rio, inclusive nas proximidades de uma de suas nascentes, justamente para subsidiar ações de controle da poluição e das dragagens (Françoze, Novais e Ressel, 2014). Anteriormente a esta pesquisa, de acordo com as autoras, o último trabalho acerca da determinação de metais pesados no sedimento do rio Cachoeira foi realizado em 1999 e, no ano de 2007 a Secretaria de Desenvolvimento Regional de Joinville – SDR, realizou análises do sedimento do referido rio com o objetivo executar uma operação de dragagem.

Apesar destes estudos anteriores apontarem potencial presença de contaminantes no material do rio, é importante o desenvolvimento de análises e pesquisa atualizadas, visto o avanço dos serviços relacionados a implantação e operação do sistema de coleta e tratamento de esgoto no município, fato que pode ter ocasionado alteração nas características físico-químicas, biológica e toxicológicas do rio Cachoeira e, consequentemente no material do seu leito.

Aliado a isto, o momento atual do governo, com o recebimento de verbas estaduais e federais para obras de infraestrutura, propicia uma maior motivação para o desenvolvimento de soluções mais viáveis para possibilitar a dragagem rio Cachoeira.

Como o município de Joinville possui uma malha hidrográfica bastante extensa, com a presença significativa de rios em seu território, as atividades de dragagem são recorrentes. No entanto, trata-se de pequenos volumes que são geralmente depositados nas próprias margens

dos rios. No caso do rio Cachoeira, por se tratar de volumes maiores e, pelo trecho de interesse estar localizado em área urbanizada no centro da cidade, esta opção é inviável.

Dependendo da caracterização do material dragado, ele pode ter algumas potencialidades de uso, sendo as principais: material para contenção de encostas e margens de rios, engordamento e praias e ambientes marítimos, agregado na construção civil, fundo de aterro, fundo para assentamento de tubulações, recuperação do solo em áreas degradadas, fertilizante e insumo para produção agrícola.

O uso benéfico deste material é um tema discutido durante muitos anos, no mundo, a exemplo da Conferência Regional do Atlântico Norte em 1987. No Brasil o tema foi enaltecido com a publicação da resolução CONAMA 454 de 2012. Entretanto, a destinação mais utilizada ainda no país, é o despejo em corpos hídricos (Hermanns, 2017).

As estratégias de uso para o sedimento de dragagem devem levar em consideração a qualidade do sedimento (presença de contaminantes e granulometria), que a partir disso, direcionarão os possíveis usos. A validação da potencialidade do uso, por sua vez, deve considerar fatores como custo, período de ação, legislação e tecnologia disponível (Hermanns, 2017).

Com isso, o objetivo do referido projeto é analisar o sedimento do rio Cachoeira para buscar potencialidades de uso, promovendo maior aproveitamento e combatendo possíveis impactos ambientais negativos pelo manejo e gerenciamento inadequado deste material.

### 3 Metodologia

O estudo foi desenvolvido no rio Cachoeira, localizado no município de Joinville/SC, especificamente em trecho central da cidade, nas proximidades da Prefeitura Municipal de Joinville – Rua Hermann August Lepper, popularmente conhecida e chamada como Avenida Beira Rio.

Este rio é o principal curso d'água da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira. Esta bacia está inserida na área urbana do município de Joinville e possui uma área de 81,4 km<sup>2</sup>, perímetro de 59,2 km e 16 km de extensão do canal do rio principal (rio Cachoeira) (Oliveira & Ribeiro 2014; Oliveira *et al.* 2017).



É uma bacia amplamente urbanizada, na qual, abrange cerca de 50% da população de Joinville (515.288 habitantes), conforme o último censo realizado em 2010 (IBGE 2020). Esta densidade populacional reflete no uso e ocupação do solo desta bacia hidrográfica, que é predominantemente situada em área urbanizada (72,6%) e apresenta apenas 15% de vegetação em estágio de regeneração médio/avançado, concentrada principalmente em áreas de morros (Oliveira *et al.* 2017).

As nascentes do rio Cachoeira localizam-se na zona norte da cidade, no bairro Costa e Silva, em uma região residencial de baixa ocupação. A porção central do rio – área na qual localiza-se o trecho em estudo – é caracterizada por forte urbanização incluindo muitas áreas industriais. Na sua foz, a Lagoa do Saguacu, encontra-se uma importante região estuarina, a Baía Babitonga, com áreas remanescentes de manguezal (IPPUJ, 2009).

Seus principais rios (afluentes) e suas respectivas extensões são as seguintes: Rio Itaum (8,8 km), Rio Itaum-mirim (6,2 km), Rio Bucarein (6 km), Rio Jaguarão (5,8 km), Rio Morro Alto (5 km) e Rio Mathias (3,3 km) (Oliveira *et al.* 2017).

Todos estes afluentes sofrem intensamente com a descarga irregular de esgoto não tratado. Nas proximidades da área em estudo neste trabalho, tem-se o desagüe do rio Mathias a montante do trecho em estudo, e o rio Jaguarão a jusante do trecho em estudo, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Localização dos pontos de coleta e dos rios do entorno.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Foi definida, para a caracterização, uma extensão de 01 (um) quilômetro do rio, localizado entre as ruas Nove de Março e Carlos Frederico Adolfo Schneider, conforme demonstrado na Figura 2.

O número de amostras coletadas foi definido conforme resolução CONAMA 454/2012 que descreve que para rios e hidrovias, as amostras devem ser coletadas, no máximo, a cada 500,00 metros. Sendo assim, os pontos P1, de coordenadas UTM 715675.11 E / 7088678.81 N, e P2, de coordenadas UTM 715527.29 E / 7089077.10 N, estão distanciados 500,00 metros um do outro.

Figura 2 – Localização dos pontos de coleta



Fonte: Elaboração própria (2024).



Figura 3 – Local de coleta – ponto 1



Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 4 – Local de coleta – ponto 2.



Fonte: Elaboração própria (2024).



O trecho escolhido levou em consideração fatores como: análises pretéritas realizadas, nas quais apontaram concentração de poluentes, incluindo metais pesados, nas proximidades; projetos futuros de parque linear e requalificação do espaço urbano na Avenida Beira Rio, que dentre seus objetivos, visa voltar a comunidade novamente ao rio, tanto como elemento de paisagem quanto para utilização (instalação de trapiches, navegação esportiva); baixa variação de declividade no trecho e largura do rio, que influenciam na velocidade de escoamento, gerando maiores bancos de areia e; incidência de alagamento e inundações.

Definidos os pontos, foram realizadas as coletas. Para isso foi utilizada a draga do tipo Van Veen.

As coletas foram realizadas nos dias 31/07/2024 e 05/08/2024, na ausência de precipitação, por voltas das 08h.

#### **4 Resultados e Discussão**

De acordo com a Resolução CONAMA 454/2012 a caracterização do material a ser dragado poderá ser desenvolvido em até três etapas, de acordo com os critérios definidos na referida resolução, sendo a caracterização física, caracterização química e caracterização ecotoxicológica.

Neste trabalho, foi realizada a caracterização física e a química.

A caracterização ecotoxicológica se aplica apenas para a disposição do material dragado em águas e, para isso, somente é necessária para os casos em que as amostras se caracterizem de acordo com o Art. 12 da resolução CONAMA 454/2012, o que não foi o caso das amostras analisadas.

Ainda, a resolução 420/2009, que dispõe sobre a disposição do material em solo, não traz a obrigatoriedade da análise ecotoxicológica e, não se tem regramento em relação a esse aspecto para usos alternativos.

##### **4.1 Caracterização física**

Os resultados da caracterização física das amostras, abrangem especificamente a distribuição granulométrica, e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da caracterização granulométrica, comparados com os valores estabelecidos na Tabela II da resolução CONAMA 454/2012.

Granulometria			
Classificação	Milímetros	P1	P2
Areia muito grossa	2 a 1	0,54%	2,70%
Areia grossa	1 a 0,5	31,93%	43,72%
Areia média	0,5 a 0,25	47,35%	29,01%
Areia fina	0,25 a 0,125	15,33%	23,88%
Areia muito fina	0,125 a 0,062	4,27%	0,53%
Silte	0,062 a 0,00394	0,36%	0,05%
Argila	0,00394 a 0,0002	0,22%	0,04%

Fonte: Elaboração própria (2024).

De acordo com os resultados, é possível verificar que para o P1 a amostra constitui-se de 99,42% de areia, em sua maioria, de granulometria média e, no P2 a amostra constitui-se de 99,84% de areia, em sua maioria, de granulometria grossa.

Analisar a composição das amostras, para fins de reutilização do material dragado é essencial, pois cada classe de granulometria possui especificações distintas para uso.

Conforme recomendações de manuais de construção civil, a areia fina é ideal para utilização em argamassas de acabamento interno, como rebocos finos e lisos.

A areia média é muito utilizada para assentamentos de blocos e tijolos, e para a fabricação de concreto.

E a areia grossa é utilizada principalmente para fabricação de concreto e para rebocos que necessitam de maior resistência.

Fazendo um comparativo com a caracterização granulométrica demonstrada por França, Novais e Ressel (2014), que descreve que a granulometria do sedimento – analisada pela SDR em 2007, do trecho entre a Prefeitura Municipal de Joinville e a Ponte do trabalhador,

resultou em uma porção de apenas 21,4% de areia, nota-se a grande diferença em relação as amostras aqui analisadas, que resultaram em uma porcentagem de quase 100% de areia. Resultado este, que corrobora a dispensa de análise ecotoxicológica.

#### 4.2 Caracterização química

Os resultados da caracterização química, abrangem a determinação das concentrações das substâncias poluentes contidas na fração total das amostras, para o sedimento contido em água doce e salina/salobra, tendo seus limites divididos em dois níveis. Os resultados para o Nível 1 caracterizam-se pelo limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota e, para o Nível 2 caracterizam-se pelo limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

Os resultados das amostras dos pontos P1 e P2 estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da caracterização química, comparados com os valores estabelecidos na Tabela III da resolução CONAMA 454/2012.

Parâmetros		Resultados		CONAMA 454	
		P1	P2	Água doce	
				Nível 1	Nível 2
Metais e semimetais	Arsênio	< 0,1000	< 0,1000	5,9	17
	Cádmio	< 0,1000	< 0,1000	0,6	3,5
	Chumbo	16,3486	4,2022	35	91,3
	Cobre	23,8814	5,7869	35,7	197
	Cromo	7,7663	12,8234	37,3	90
	Mercúrio	< 0,0100	< 0,0100	0,17	0,486
	Níquel	4,6872	3,2084	18	35,9
	Zinco	183,6712	94,1532	123	315

Parâmetros		Resultados		CONAMA 454		
		P1	P2	Água doce		
				Nível 1	Nível 2	
Carbono orgânico total (g/Kg)		8,0958	4,50	-----		
Pesticidas organoclorados (ug/kg e mg/Kg para o Lindano)	Lindano (Y-HCH)	< 0,0005	< 0,0005	0,94	1,38	
	DDD	< 0,000005	< 0,000001	3,54	8,51	
	DDE	< 0,000005	< 0,000001	1,42	6,75	
	DDT	< 0,000005	< 0,000001	1,19	4,77	
	Dieldrin	< 0,000001	< 0,000001	2,85	6,67	
	Endrin	< 0,0000005	< 0,0000005	2,67	62,4	
PCBs (ug/kg)		Bifenilas Policloradas	< 0,0000001	< 0,0000001	34,1	277
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ug/kg)	A	Benzo(a)antraceno	< 0,001	< 0,001	31,7	385
		Benzo(a)pireno	< 0,001	< 0,001	31,9	782
		Criseno	< 0,001	< 0,001	57,1	862
		Dibenzo(a,h)antraceno	< 0,001	< 0,001	6,22	135
	B	Acenafteno	< 0,001	< 0,001	6,71	88,9
		Acenaftileno	< 0,001	< 0,001	5,87	128
		Antraceno	< 0,001	< 0,001	46,9	245
		Fenantreno	< 0,001	< 0,001	41,9	515
		Fluoranteno	< 0,001	< 0,001	111	2355
		Fluoreno	< 0,001	< 0,001	21,2	144
	2-Metilnaftaleno	< 0,05	< 0,05	20,2	201	



Parâmetros		Resultados		CONAMA 454	
		P1	P2	Água doce	
				Nível 1	Nível 2
	Naftaleno	< 0,001	< 0,001	34,6	391
	Pireno	< 0,001	< 0,001	53	875
	Somatória de HAPs	0,058	0,058	1000	-

Fonte: Elaboração própria (2024)

Conforme é possível verificar na Tabela 2, para o sedimento oriundo de água doce, as amostras tiveram seus parâmetros abaixo do limite para o nível 1, com exceção do zinco no P1, que ficou acima do nível 1, porém abaixo do nível 2.

De acordo com o Art. 19 da resolução CONAMA 454/2012:

A disposição do material dragado em águas sob jurisdição nacional poderá ocorrer sem estudos complementares, em local de disposição autorizado pelo órgão ambiental licenciador, quando o material dragado:

- I - for dispensado de caracterização física, química ou ecotoxicológica;
- II - apresentar concentração das substâncias químicas indicadas pelo órgão ambiental licenciador, relacionadas na Tabela III do Anexo desta Resolução, igual ou inferior ao Nível 1;
- III - apresentar concentração de metais relacionados na Tabela III entre os Níveis 1 e 2, exceto para arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio;
- IV - apresentar concentração individual dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos - HAPs do grupo B entre os Níveis 1 e 2, desde que a soma das concentrações de todos os HAPs (grupos A e B) presentes no material seja inferior ao valor orientador para os HAPs totais indicados na Tabela III do Anexo desta Resolução;

V - apresentar concentração de mercúrio, arsênio, cádmio, chumbo, ou de outras substâncias orgânicas, exceto HAPs do grupo B, entre os níveis 1 e 2, ou se a somatória das concentrações de todos os HAPs estiver abaixo do valor correspondente ao limite da soma de HAPs e o resultado da análise ecotoxicológica for menor ou igual a 50% do efeito tóxico medido.

Sendo assim, entende-se que mesmo que a concentração de zinco tenha resultado em valor acima do estabelecido para o nível 1, não impede a disposição do material em águas.

A presença elevada de zinco no referido ponto, pode-se explicar pela proximidade a antiga fábrica da Ciser, que se localiza às margens do rio Cachoeira. Apesar de, atualmente, a produção estar desativada, sendo apenas o prédio administrativo, por muitos anos a indústria funcionou nessa localidade com a produção de parafusos zincados.

A exemplo dos resultados obtidos por França, Novais e Ressel (2014), as concentrações de metais podem ser explicadas, possivelmente, pela carência ou baixa eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes tanto industriais quanto domésticos.

Ainda, pelo fato de o material analisado ter sua composição em quase 100% de areia, pode-se explicar a concentração mais baixa dos demais metais, visto que, em partículas mais finas, como argila e silte, estes metais se agregam mais facilmente. Este resultado difere do encontrado por França, Novais e Ressel (2014), que encontrou maiores concentrações de metais, sendo que as amostras analisadas na época se caracterizaram por argila e silte, em sua maioria.

Para o parâmetro Carbono Orgânico Total, não se tem limite estabelecido em tais resoluções, mas seus resultados nos trazem clareza, por exemplo, da coloração da amostra, que é bastante escura em sua camada superficial. Este fator pode ser determinante para aplicação em alguns usos.

Para a disposição em solo, as amostras devem ser comparadas com o Anexo II da resolução CONAMA 420/2009, considerando os valores de referência para prevenção.

Neste trabalho, pela localização da área estudada, na qual não existem nas proximidades áreas de cultivo e utilização de agrotóxicos, sendo o entorno composto por residências, comércios, serviços e indústrias, esta última, em sua maioria, do ramo metal/mecânico, não se viu a necessidade de analisar os parâmetros da referida resolução em sua totalidade.

Abaixo, seguem os resultados dos parâmetros analisados, em comparação com a CONAMA 420/2009.

Tabela 3 – Resultados da caracterização química, comparados com os valores estabelecidos no Anexo II da resolução CONAMA 420/2012.

Parâmetros		Resultados		CONAMA 420
		P1	P2	Valores prevenção
Metais e semimetais (mg/kg)	Arsênio	< 0,1000	< 0,1000	15
	Cádmio	< 0,1000	< 0,1000	1,3
	Chumbo	16,3486	4,2022	72
	Cobre	23,8814	5,7869	60
	Cromo	7,7663	12,8234	75
	Mercúrio	< 0,0100	< 0,0100	0,5
	Níquel	4,6872	3,2084	30
	Zinco	183,6712	94,1532	300
Pesticidas organoclorados (mg/kg)	Lindano (Y-HCH)	< 0,0005	< 0,0005	0,001
	DDD	< 0,0005	< 0,001	0,013
	DDE	< 0,0005	< 0,001	0,021
	DDT	< 0,0005	< 0,001	0,01
	Dieldrin	< 0,001	< 0,001	0,043
	Endrin	< 0,0005	< 0,0005	0,001
PCBs (mg/kg)	Bifenilas	< 0,0000001	< 0,0000001	-
	Policloradas			

Parâmetros			Resultados		CONAMA 420
			P1	P2	Valores prevenção
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (mg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	< 0,000001	< 0,000001	0,025
		Benzo(a)pireno	< 0,000001	< 0,000001	0,052
		Criseno	< 0,000001	< 0,000001	8,1
		Dibenzo(a,h) antraceno	< 0,000001	< 0,000001	0,08
	Grupo B	Acenafteno	< 0,000001	< 0,000001	-
		Acenaftileno	< 0,000001	< 0,000001	-
		Antraceno	< 0,000001	< 0,000001	0,039
		Fenantreno	< 0,000001	< 0,001	3,3
		Fluoranteno	< 0,000001	< 0,001	0,38
		Fluoreno	< 0,000001	< 0,001	-
		2-Metilnaftaleno	< 0,000005	< 0,000005	-
		Naftaleno	< 0,000001	< 0,000001	0,12
		Pireno	< 0,000001	< 0,000001	0,052
	Somatória de HAPs		0,058	0,058	-

Fonte: Elaboração própria (2024).

Dos 82 parâmetros existentes no Anexo II da resolução CONAMA 420/2009, na Tabela 3 podem ser verificados 23. Desses 23 parâmetros, as amostras dos pontos P1 e P2 ficaram abaixo dos valores estabelecidos como referência para prevenção a contaminação do solo. No entanto, apenas com os 23 parâmetros não se pode afirmar que as amostras são viáveis para disposição em solo.



### 4.3 Usos benéficos do material dragado

De acordo com os resultados das análises, as amostras dos Pontos P1 e P2 se mostraram viáveis para a disposição em águas, de acordo com o que dispõe a CONAMA 454/2012 e, em relação aos metais pesados, se mostrou também viável para a disposição em solo, conforme a CONAMA 420/2009.

No entanto, este trabalho tem o objetivo de sugerir usos benéficos ao material dragado do rio Cachoeira, em alternativa a mera disposição – seja em águas ou em solo.

Os usos benéficos norteiam-se pelo aproveitamento do material para diversos fins.

Para a escolha dos usos levou-se em consideração projetos que podem ser de interesse da municipalidade. Diante disso, os usos benéficos sugeridos são: recomposição e engordamento artificial de praias; estabilização das margens de rios e controle de erosão e; aplicação na construção civil.

#### *4.3.1 Recomposição e engordamento artificial de praias*

Tal uso foi sugerido de acordo com projetos futuros de engordamento da Praia da Vigorelli. Diante da regularização do núcleo urbano da Vigorelli, através de projeto de regularização fundiária, a localidade está sendo revitalizada e urbanizada visto que é um ponto de alta visitação, tanto pelos moradores de Joinville, quanto turistas.

Este tipo de obra tem sido cada vez mais recorrente no litoral catarinense a exemplo da praia de Balneário Camboriú e Balneário Piçarras, porém, não se tem registros de obras desta natureza que utilizaram o aproveitamento de sedimentos dragados.

Recentemente foi noticiado que a praia de Itapoá terá obras de alargamento de sua faixa de areia, com o material dragado para aprofundamento do canal do porto de São Francisco do Sul, sendo com isso, a primeira obra desta natureza no país.

Apesar de serem obras de valores altos, são essenciais para a manutenção das faixas de areais e podem resultar no aproveitamento de um volume bastante grande de material.

A exemplo desta obra a ser executada em Itapoá, serão dragados aproximadamente 15 milhões de metros cúbicos de material, e destes, aproximadamente 9 milhões de metros cúbicos serão reaproveitados para o engordamento da praia.

O engordamento da praia da Vigorelli não possui ainda qualquer estudo ou projeto, no entanto, caso sejam iniciados seus estudos de viabilidade, os mesmos podem incluir a possibilidade de aproveitamento do material dragado do rio Cachoeira.

No entanto, conforme já descrito, a coloração das amostras é bastante escura. Com isso, não seria um material viável para o engordamento de praias, pelo ponto de vista da estética.

#### ***4.3.2 Obras de infraestrutura: cabeceiras de pontes***

Nesta mesma linha de uso, iniciaram conversas sobre uma possível ponte para a ligação de Joinville a Vila da Glória, nas proximidades da praia da Vigorelli. Como geralmente obras desta natureza e porte exigem que seja aterrada parte do ambiente aquático para a execução das cabeceiras da ponte (parte que serve de suporte para o início e final da ponte), o material dragado do rio Cachoeira poderá ser viável para este uso.

#### ***4.3.3 Estabilização de margens de rios e controle de erosão***

Outra alternativa que o material do rio Cachoeira se apresenta viável é em obras de recomposição de margens de rio, controle de erosão e obras de contenção.

Visto que o município de Joinville possui uma ampla malha hidrográfica e recorrentes chuvas que causam a esses rios e seu entorno uma série de estragos, as obras de recomposição de margens, controle de erosão e contenção são muito comuns na região.

#### ***4.3.4 Aplicação na construção civil: produção de artefatos***

Nesse aspecto, o material pode ser utilizado para confecção de artefatos de concreto, como blocos, meio fio, bancos, pavers e outras peças que podem ser utilizadas em obras públicas.

O município possui uma unidade de obras, antigamente chamada de “fábrica de tubos”, que realiza a produção destas peças.

## 5 Conclusão

O presente trabalho analisou o material a ser dragado do Rio Cachoeira com foco na verificação de usos benéficos alternativos.

As análises físicas e químicas em duas amostras do trecho central do rio indicaram que:

- O material é quase totalmente composto por areia (cerca de 99%), sendo viável para usos na construção civil e engenharia.
- O material é viável para disposição em águas sob jurisdição nacional, de acordo com a CONAMA 454/2012, mesmo com o teor de Zinco no ponto P1 entre o Nível 1 e o Nível 2.
- Em relação aos metais pesados, o material se mostrou viável para disposição em solo (valores de prevenção da CONAMA 420/2009).

Foram sugeridos 4 potenciais usos benéficos para aproveitamento do material dragado: engordamento de praia; suporte de aterro para cabeceiras de pontes; estabilização de margens de rios e controle de erosão; e aplicação na construção civil para a produção de artefatos de concreto.

A aplicação do material para uso benéfico promove o desenvolvimento sustentável com a reutilização de resíduos, evita a disposição irregular, beneficia outras obras e reduz custos financeiros com destinação a aterros.

Para a continuidade da pesquisa, é planejado um estudo mais aprofundado do material em toda a extensão do rio, incluindo todos os parâmetros da CONAMA 420/2009, e a realização de testes de utilização do material na confecção de artefatos em concreto.

## Referências

AMAR, Mouhamadou *et al.* Durability of a cementitious matrix based on treated sediments. Case Studies In **Construction Materials**, v. 8, p. 258-276, jun. 2018. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2018.01.007>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. 2012. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=667](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=667). Acesso em: 7 mar. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 454, de 01 de novembro de 2012.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. 2009. Disponível em:

<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2017/09/resolucao-conama-420-2009-gerenciamento-de-acrs.pdf>

Acesso em: 7 mar. 2022.

FRANÇOZO, M. O.; OLIVEIRA, T. M. N.; RESSEL, K. Análise da Presença de Metais Pesados e sua Toxicidade nos Sedimentos do Rio Cachoeira – Joinville/SC. **IX Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, Energia e Ambiente.** p. 1-15. 2014. Disponível em: <http://www.abes-rs.org.br/qualidade2014/trabalhos/id1006.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2022.

HERMANN, Luciano. **Estratégias Ambientais para Utilização de Material de Dragagem.** 2017. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/164567/001027318.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 mai. 2022.

MONTEIRO, Analucia Meyrelles. **Estudo das técnicas de disposição de sedimentos contaminados de dragagem.** 2010. Tese (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/866>. Acessado em: 05 ago. 2024.

OLIVEIRA, T. M. N. *et al.* **Bacias hidrográficas da região de Joinville: gestão e dados.** Joinville: Editora Univille; 2017. 94 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. **Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville.** R3 – Formulação de cenários, diagnóstico e prognóstico. 2011. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/plano-diretor-de-drenagem-urbana-pddu-da-bacia-hidrografica-do-rio-cachoeira/>. Acessado em: 05 ago. 2024.

RIBEIRO, J. M. G.; OLIVEIRA, T. M. N. **Bacias hidrográficas dos rios Cubatão (norte) e Cachoeira Joinville.** Joinville: Mercado de Comunicação; 2014. 40 p.