

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DO CANAL DE NAVEGAÇÃO DO PORTO DE NATAL NO ESTUÁRIO DO RIO POTENGI, MUNICÍPIO DE NATAL/RN

Amauri Azevedo Chaves (*), José Beldson Elias Ramos, Leão Xavier da Costa Neto, Marcondes Mendes de Souza

* Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN, amaurialvirubro@yahoo.com.br

RESUMO

Desde a antiguidade o homem vem fazendo uso dos recursos naturais, sendo que na maioria das vezes tem desconsiderado a finitude desses, na medida em que desmata a vegetação nativa, polui o ar, provoca erosão, assoreia e polui os rios. Além de não utilizar estratégias sustentáveis como forma de planejamento ambiental para os resíduos sólidos gerados. Esse estudo teve como objetivo caracterizar quimicamente o sedimento proveniente do canal dragado do Porto de Natal no estuário do Rio Potengi, município de Natal/RN, de forma a estudar a possibilidade de sua utilização na indústria ceramista. Reduzindo a extração da argila continental como matéria-prima mineral, bem como eliminando os impactos ambientais adversos na disposição final do material dragado em áreas denominadas de “bota-fora”. Inicialmente foi definido um procedimento para coleta das amostras do canal de dragagem no estuário do Rio Potengi, no município de Natal/RN, no qual foram escolhidos 33 locais de coletas entre a foz do Rio Potengi e o Porto de Natal. As respectivas amostras foram analisadas quimicamente por Espectroscopia de Fluorescência de Raios X (FRX) utilizando-se o espectrômetro de energia dispersiva EDX-720 da Shimadzu e pela quantificação de perda ao fogo (PF). Pode-se verificar que os sedimentos de fundo do canal do estuário do Rio Potengi, que são periodicamente retirados mediante a dragagem para melhoria do transporte marítimo, revelaram-se ser uma argila com propriedades químicas compatíveis para sua aplicação na indústria cerâmica, mediante atendimento aos pré-requisitos exigidos nas normas, por agregar-lhes valor econômico, contribuindo para reduzir os impactos ambientais adversos gerados pela disposição final do material dragado nas áreas chamadas de bota-fora e pela redução da extração da argila continental como matéria-prima mineral para os produtos cerâmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimentos, Composição Química, Dragagem, Transporte Marítimo

ABSTRACT

Since ancient times, man has been making use of natural resources and, for the most part, disregards the finitude of these, as he deforests native vegetation, pollutes the air, causes erosion, buries and pollutes rivers. In addition to using sustainable strategies as a way of environmental planning for the solid waste generated. The objective of this study was to characterize the sediments from the dredged channel of Natal Harbor in the Potengi River Estuary, Natal/RN, in order to study the possibility of its use in the ceramist industry. Reduce the extraction of the continental clay as a mineral raw material, as well as eliminate the adverse environmental impacts in the final disposal of the dredged material in the so-called boot-off areas. A procedure was initially established for the collection of samples from the dredging channel in the Potengi River estuary, in Natal/RN, where 33 collection sites were chosen between the mouth of the Potengi River and the Natal port. The respective samples were chemically analyzed by X-Ray Fluorescence Spectroscopy (FRX) using the Shimadzu EDX-720 dispersive energy spectrometer and fire quantification (PF). It can be verified that the bottom sediments of the Potengi River estuary, which are periodically removed by dredging to improve sea transport, have shown to be compatible with chemical properties for their application in the ceramics industry, required by the norms, adding economic value to the contribution to reduce the adverse environmental impacts generated by the final disposal of the dredged material in the so-called boot-off areas and by reducing the extraction of the continental clay as a mineral raw material for the ceramic products.

KEY WORDS: Sedimentation, Chemical Composition, Dredging, Maritime Transport

INTRODUÇÃO

Desde tempos remotos o homem vem fazendo uso dos recursos naturais, sendo que na maioria das vezes tem desconsiderado a finitude desses, na medida em que desmata a vegetação nativa, polui o ar, provoca erosão, assoreia e polui os rios, dentre outras, além de, não utilizar estratégias sustentáveis como forma de planejamento ambiental para os resíduos sólidos gerados.

Além disso, o planejamento ambiental para resíduos sólidos é apontado como sendo fundamental para o desenvolvimento econômico e social, equilibrando a utilização dos recursos mediante práticas sustentáveis, visando a gestão de conflitos entre conservação ambiental, extração de matérias-primas com o crescimento populacional e tecnológico. Podendo nesse sentido contribuir para reduzir problemas ambientais e aumento da melhoria de vida antrópica, tanto urbana quanto rural (SANTOS, 2004).

O crescimento das áreas urbanas e o intenso processo de industrialização tem contribuído para a constituição de uma crise ambiental mediante a exclusão de moradia adequada para grande número de pessoas e disponibilidade de saneamento no contexto de: distribuição de água potável, tratamento de esgoto, coleta dos resíduos sólidos e construção de galerias pluviais, o que tem comprometido a manutenção dos recursos naturais como: a água, o solo, a vegetação nativa e o ar (BRAGA, 2005).

Conforme expõe Correa (2008) diversos estudos acadêmicos, teses e dissertações, tem destacado que muitos problemas socioespaciais vêm ocorrendo tanto no mundo assim como no Rio Grande do Norte (RN), principalmente devido à urbanização constante associada ao desenvolvimento do capitalismo e da ausência de um saneamento ambiental adequado, como por exemplo a destinação precária dos resíduos sólidos, nas cidades. O poder público funciona como agente regulador e minimizador desses problemas, entretanto, o desenvolvimento de uma política de preservação ao meio ambiente não tem sido prioridade entre as ações do poder público.

Para esse autor as cidades vêm passando por transformações no interior de suas estruturas urbanas, que têm feito surgir uma infinidade de problemas socioespaciais, principalmente ligados à economia e ao ambiente. As regiões estuarinas são ecossistemas que se caracterizam pela grande importância tanto para as civilizações humanas quanto para o equilíbrio ecológico. Dentro de uma perspectiva histórica, esses ecossistemas funcionaram como porta de entrada de toda a colonização e desenvolvimento de um país. Proporcionando a possibilidade de comunicação através do transporte marítimo e concentrando um grande número de atividades humanas que aí encontram condições favoráveis ao seu estabelecimento.

Segundo Carrascoza (2011) os estuários desempenham um papel de suma importância ecológica, apresentando altas concentrações de nutrientes transportados pelos rios e um habitat protegido que cria condições para o desenvolvimento de diversas espécies. Além de servir como berçário para outras tantas que desempenham papel determinante na cadeia alimentar marinha. Os estuários ainda servem de caminho para espécies aquáticas que passam uma parte das suas vidas nos rios e outra parte no mar.

Para Correa (2008) o estuário do Rio Potengi é um dos principais corpos hídricos do RN. A crescente ocupação das suas margens proporciona uma forte pressão e uma grande diversidade de atividades antropogênicas. No entorno do mesmo estão instaladas diversas indústrias, tais como as que atuam nos setores têxtil, de bebidas, de baterias, de confecções e de alimentos. Todas essas atividades interferem no estuário, provocando impactos no meio ambiente e pondo em risco o meio ao seu redor.

Dessa forma, a vulnerabilidade específica dos ecossistemas estuarinos deve-se, principalmente, à sua localização que permitiu ao longo do tempo a intensa ocupação de suas margens, servindo como receptor do escoamento das mercadorias pelo transporte marítimo. Diante dessa intensa movimentação de cargas, existe a necessidade de realizar obras de dragagem que é uma técnica de engenharia utilizada para remoção de materiais, solo, sedimentos e rochas do fundo de corpos de água (CARRASCOZA, 2011).

De acordo com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2016) as obras de dragagem objetivam remover os sedimentos que se encontram no fundo do corpo d'água para permitir a passagem das embarcações, garantindo o acesso ao porto. Na maioria das vezes, a dragagem é necessária quando da implantação do porto, para o aumento da profundidade natural no canal de navegação, no cais de atracação e na bacia de evolução. Também é necessária sua realização periodicamente para alcançar as profundidades que atendam o calado das embarcações.

O RN não tem tido um contexto diferente no ambiente estuarino no Rio Potengi, objeto deste estudo, uma vez que esse estuário vem sendo contaminado por uma variedade de substâncias orgânicas e inorgânicas, provenientes da atividade antrópica, e não tem-se estudos de planejamento ambiental para esse ecossistema, no contexto de resíduos sólidos bem como sobre a dragagem desses resíduos.

Portanto, justifica-se esse estudo pela necessidade de, periodicamente, ocorrer à redução do volume de sedimentos no interior do estuário, proporcionando profundidades compatíveis para navegação em quaisquer níveis d'água, uma vez que a navegação marítima no interior de rios geralmente apresenta dificuldades de acesso, devido ao assoreamento provocado pelo volume de sedimentos que se depositam nestes ecossistemas. No caso do estuário do Potengi, o regime hidráulico e as características geométricas da sua embocadura também influenciam no seu assoreamento.

OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo caracterizar quimicamente o sedimento proveniente do canal dragado do Porto de Natal no estuário do Rio Potengi, município de Natal/RN, de forma a estudar a possibilidade de sua utilização na indústria ceramista. Reduzindo a extração da argila continental como matéria-prima mineral, bem como eliminando os impactos ambientais adversos na disposição final do material dragado em áreas denominadas de “bota-fora”.

METODOLOGIA UTILIZADA

Inicialmente foi definido um procedimento para coleta das amostras do canal de dragagem no estuário do Rio Potengi, no município de Natal/RN, no qual foram escolhidos 33 locais de coletas entre a foz do Rio Potengi e o Porto de Natal que tem 3,5 km, divididos em 11 linhas perpendiculares as margens do rio e 300 m equidistantes. Em cada linha foram definidos 3 pontos de coleta: uma na margem direita, uma no centro e uma na margem esquerda do rio, todas 80 m equidistantes, conforme mostra a figura 01. Utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS), com datum WGS 84, foram identificadas as coordenadas UTM (Zona 25M) de cada estação de amostragem.

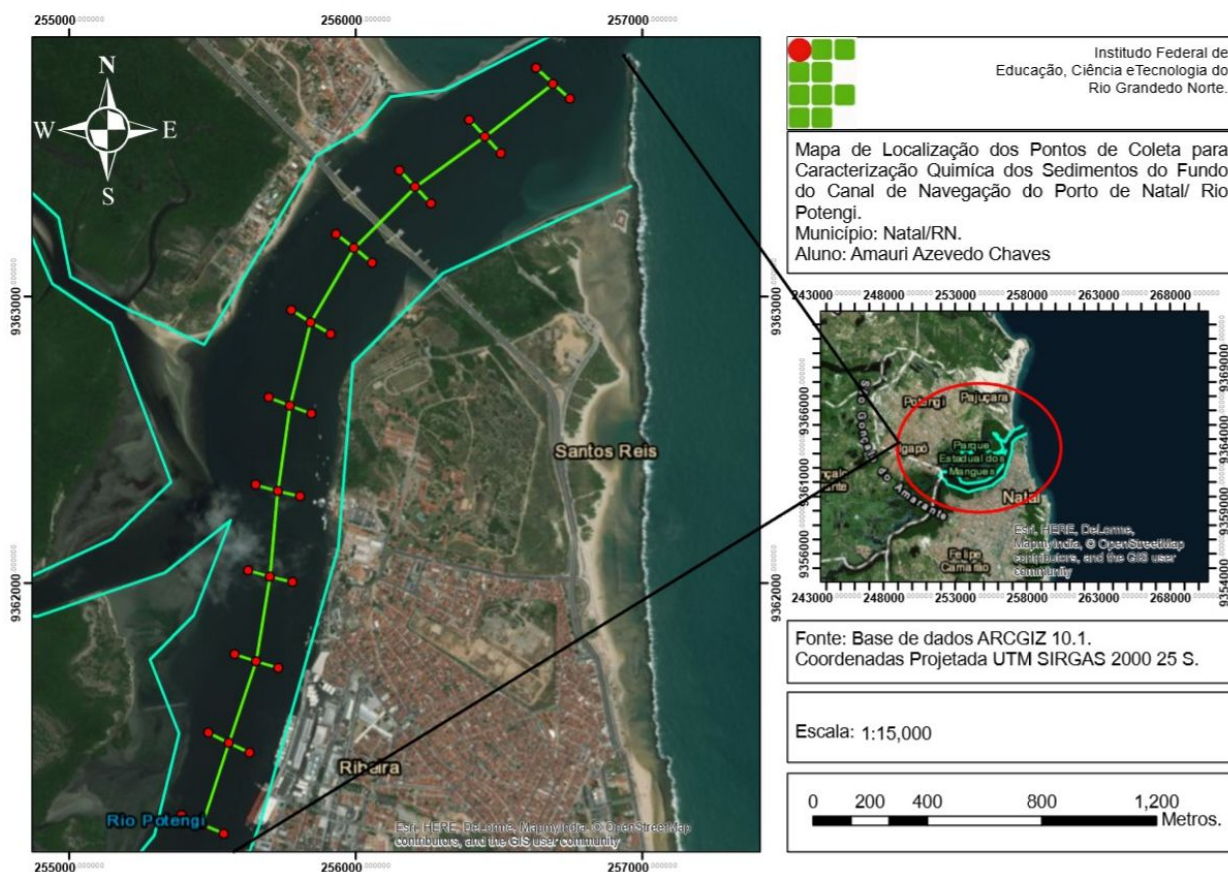


Figura 01 - Localização dos pontos de coleta de amostra no estuário do Rio Potengi. Fonte: Autor do Trabalho.

Para validação do processo, as coletas foram realizadas no mês de julho de 2017 e repetidas, conservando as condições dos locais de coleta, no final de agosto de 2017. O critério para escolha dos pontos de coleta foi baseado nos mapas do plano diretor para as obras de dragagem ao longo do principal canal de navegação de acesso ao Porto de Natal (VITAL, 2008). Para o deslocamento ao ponto de amostragem foi utilizado a embarcação da praticagem do Porto de Natal (figura 02a). A amostragem foi realizada com o auxílio de uma draga Van Veen (figura 02b) confeccionada em aço inoxidável

e, posteriormente, os sedimentos foram espalhados em uma bandeja para acondicionamento em sacos plásticos. Os equipamentos necessários para coleta eram lavados com a própria água corrente do estuário.



Figura 02 - Lancha da praticagem do Porto de Natal (a) e draga Van Veen utilizadas na amostragem (b). Fonte: Autor do Trabalho.

As amostras foram coletadas a uma profundidade entre 6,5 a 14 metros, com aproximadamente 4 kg cada amostra, identificadas e processadas no laboratório de processamento mineral e resíduos do Campus Natal-Central do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN). As amostras foram secadas em estufa a 100° C por 24 h, posteriormente foram desaglomeradas manualmente com o auxílio de pistilo e almofariz. Cada amostra foi homogeneizada, quarteadada e passada em peneira com malha de 200 Mesh (ABNT nº 70, abertura de 0,074 mm). Após o peneiramento, as amostras foram embaladas em sacos plásticos e processadas no Laboratório de Caracterização Estrutural de Materiais (LCM), que é vinculado ao Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). As respectivas amostras foram analisadas quimicamente por Espectroscopia de Fluorescência de Raios X (FRX) utilizando-se o espectrômetro de energia dispersiva EDX-720 da Shimadzu e pela quantificação de perda ao fogo (PF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises por Espectroscopia de Fluorescência de Raios X (FRX), dos sedimentos de fundo do canal de dragagem do Porto de Natal, constataram que na sua composição química havia concentrações significativas dos elementos Silício (Si), Cálcio (Ca) e Ferro (Fe); com médio teor de Alumínio (Al), zircônio (Zr), Cloro (Cl), Potássio (K), Estrôncio (Sr) e Sódio (Na); e baixo teor nos demais elementos, a exemplo do Enxofre (S), Bromo (Br), Rubídio (Rb), Magnésio (Mg), Manganês (Mn), Tálcio (Ti), Germânio (Ge), Ítrio (Y), Zinco (Zn), Crômio (Cr), Samário (Sm), Ouro (Au), Bário (Ba) e Cobre (Cu).

Na tabela 01, verificou-se que a composição química dos óxidos apresenta concentrações significativas de SiO₂ (70% a 87%) nas amostras P01, P02, P03, P04, P05, P06, P07, P08, e P10; de Al₂O₃ (6% a 8%) nas amostras P07, P09 e P11; para Fe₂O₃ (4% a 9%) nas amostras P06, P09 e P11; e para CaO (acima de 15%) nas amostras P09 e P11. Podemos constatar médio teor de K₂O, ZrO₂, Na₂O, SO₃, SrO, Cl e MgO; e baixo teor nos demais óxidos como o Br, Rb₂O, MnO, TiO₂, Y₂O₃, GeO₂, ZnO, Cr₂O₃, Sm₂O₃ e CuO, cujos percentuais foram inexpressivos para o estudo.

Tabela 01 - Resultados das análises de óxidos (FRX) (% em massa) para as amostras P01 a P11 dos sedimentos de fundo do canal de dragagem do Porto de Natal-RN.

Fonte: Autor do Trabalho.

Óxido	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	P11
SiO ₂	81,11	80,14	78,73	73,65	86,90	70,01	83,65	79,48	31,04	80,28	51,76
Al ₂ O ₃	4,87	5,50	4,19	5,32	5,03	5,87	6,10	4,90	8,39	5,47	7,31
Fe ₂ O ₃	2,37	3,38	3,12	3,51	2,65	4,01	2,22	2,48	9,52	3,09	5,11
CaO	3,95	5,19	3,57	3,26	2,40	9,22	2,15	3,82	27,22	2,26	15,70

K ₂ O	1,78	1,27	1,57	2,08	1,63	1,75	1,88	1,37	2,12	2,02	1,84
ZrO ₂	2,06	-	2,61	3,29	-	1,64	1,74	2,17	2,54	1,64	5,30
Na ₂ O	1,76	-	-	2,13	-	-	-	-	6,47	-	2,95
SO ₃	0,87	0,79	0,81	0,92	0,58	0,95	0,81	0,85	1,76	0,76	1,65
SrO	0,75	0,61	0,73	0,96	0,41	1,42	0,55	0,44	1,36	0,52	1,83
Br	0,21	0,12	0,27	0,26	0,13	0,22	0,15	0,16	0,13	0,20	0,13
Rb ₂ O	0,27	0,28	-	-	0,21	0,20	0,24	0,22	0,08	-	0,14
Cl	-	2,05	3,53	3,93	-	3,48	-	3,02	7,49	3,03	4,84
MgO	-	0,57	0,37	-	-	0,70	-	0,38	1,77	0,45	1,33
MnO	-	0,10	-	-	0,08	0,06	-	-	0,11	0,11	0,06
TiO ₂	-	-	0,34	0,50	-	0,47	0,25	0,41	-	-	-
Y ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GeO ₂	-	-	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16	0,06
Sm ₂ O ₃	-	-	-	0,19	-	-	0,27	0,31	-	-	-
CuO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PF	6,33	7,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Observamos na tabela 02 que a composição química dos óxidos apresenta concentrações significativas de SiO₂ (62% a 77%) nos postos de coleta P12, P16 e P19; de Al₂O₃ (7% a 14%) nos locais de amostragem P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, e P22; para Fe₂O₃ (7% a 15%) nos pontos P13, P14, P15, P16, P17, P18, P20 e P21; e para CaO (16% a 28%) nas amostras P13, P14, P15, P17, P18, P20 e P21. Podemos constatar teor médio de K₂O, ZrO₂, SO₃, SrO, Cl e MgO; e teores baixos nos demais óxidos como o Br, Rb₂O, MnO, TiO₂, Y₂O₃, GeO₂, ZnO, Cr₂O₃, Sm₂O₃, cujos percentuais são insignificantes para este estudo. Os elevados teores de fundentes observados nas amostras P18, P20 e P21, óxido de ferro (Fe₂O₃ acima de 12%), que somado aos demais fundentes existentes (MgO e K₂O), chegam a 19,63%, é um excelente indicador para o aproveitamento na indústria ceramista (SANTOS, 2017). Visto que além de justificar a queima da argila em baixa temperatura entre 900 a 950° C, contribui para reduzir a absorção de água e a porosidade aparente das peças cerâmicas; bem como contribui para aumentar a sua resistência mecânica.

Tabela 02 - Resultados das análises de óxidos (FRX) (% em massa) para as amostras P12 a P22 dos sedimentos de fundo do canal de dragagem do Porto de Natal-RN.

Fonte: Autor do Trabalho.

Óxido	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22
SiO ₂	77,37	47,45	46,46	57,92	61,79	41,25	41,27	64,80	25,51	32,26	46,74
Al ₂ O ₃	4,47	8,15	9,26	8,28	8,31	10,15	12,50	7,44	11,38	13,61	9,49
Fe ₂ O ₃	4,40	6,85	6,85	7,24	6,79	8,25	11,61	5,49	13,73	14,95	5,43
CaO	5,15	18,20	17,62	15,65	6,61	22,49	20,61	6,02	28,03	22,28	9,33
K ₂ O	1,99	1,91	1,97	2,11	2,73	1,93	1,97	2,42	1,94	2,17	2,29
ZrO ₂	1,23	3,11	4,43	3,0	5,75	6,65	5,26	4,37	8,64	6,29	9,91
Na ₂ O	-	3,73	2,64	-	-	2,74	-	2,48	3,45	-	5,31
SO ₃	0,86	1,36	1,49	1,52	1,14	1,67	1,93	1,11	2,20	2,68	1,96
SrO	0,68	1,79	2,0	2,18	1,12	2,50	2,38	0,99	2,65	2,54	0,89
Br	0,23	0,13	0,15	0,23	0,14	0,16	0,21	0,14	0,19	0,19	0,08
Rb ₂ O	-	0,11	-	-	-	-	-	0,19	-	0,18	-
Cl	3,11	5,56	5,29	-	4,31	-	-	3,69	-	-	6,67
MgO	0,36	1,40	1,76	1,26	1,01	1,94	1,96	0,79	1,92	2,51	1,61

MnO	0,09	0,10	0,07	-	0,09	0,08	0,11	0,09	0,13	0,12	0,08
TiO ₂	-	-	-	0,61	-	-	-	-	-	-	-
Y ₂ O ₃	-	0,17	-	-	0,17	0,14	0,15	-	0,19	0,21	0,18
GeO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnO	0,07	-	-	-	0,04	-	0,04	-	0,04	0,04	-
Cr ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sm ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CuO	-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	0,03
PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Conforme mostra a tabela 03, aferimos que os óxidos que apresentam concentrações significativas continuam sendo o SiO₂ (53% a 78%) nas amostras P31, P32 e P33; o Al₂O₃ (10% a 16%) nos pontos P23, P24, P25, P26, P27, P28 P29, P30, P31 e P33; para Fe₂O₃ (16% a 21%) nos locais de amostragem P23, P24, P25, P26, P27, P28 P29 e P30; e para CaO (17% a 24%) nas amostras P23, P24, P25, P26, P27, P28 P29 e P30. Com teor médio temos o K₂O, ZrO₂, SO₃, SrO e MgO; e dispõe de teores baixos nos demais óxidos como o Br, Rb₂O, MnO, Y₂O₃, ZnO, Cr₂O₃. As amostras P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29 e P30 exibiram elevados teores de fundentes, óxido de ferro (Fe₂O₃ acima de 16%), que somado aos fundentes MgO e K₂O chegaram a 23,28% em média. Corroborando como ótimo indicador para o aproveitamento desse material pela indústria ceramista.

Tabela 03 - Resultados das análises de óxidos (FRX) (% em massa) para as amostras P23 a P33 dos sedimentos de fundo do canal de dragagem do Porto de Natal-RN.

Fonte: Autor do Trabalho.

Óxido	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33
SiO ₂	30,68	31,85	33,09	32,27	33,09	32,23	32,53	33,18	52,67	78,19	61,65
Al ₂ O ₃	15,21	15,02	14,78	16,23	15,22	14,75	15,66	15,90	13,08	5,25	10,0
Fe ₂ O ₃	18,77	15,59	16,97	20,51	19,02	19,84	18,94	17,40	10,38	3,63	8,64
CaO	23,10	22,03	16,81	17,83	23,59	19,27	18,24	21,80	7,22	4,21	11,83
K ₂ O	2,57	2,19	2,63	2,43	2,38	2,49	2,45	2,18	2,99	1,57	3,25
ZrO ₂	2,70	5,35	4,58	3,28	-	-	3,62	2,29	3,15	1,85	1,99
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	5,39	-	-
SO ₃	2,30	2,53	2,89	2,49	2,03	3,34	3,71	2,01	1,53	1,20	1,13
SrO	1,70	2,32	1,38	1,94	1,52	1,26	1,67	2,36	1,52	0,67	-
Br	0,17	0,20	0,13	0,19	0,21	0,18	0,21	0,23	0,17	0,22	0,18
Rb ₂ O	0,15	0,19	0,15	-	0,14	0,13	-	-	0,21	-	0,25
Cl	-	-	3,74	-	-	3,51	-	-	-	3,21	-
MgO	2,32	2,36	2,61	2,37	2,59	2,72	2,64	2,29	1,36	-	0,81
MnO	0,18	0,14	0,16	0,19	0,17	0,18	0,16	0,16	0,12	-	0,10
TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Y ₂ O ₃	0,12	0,19	-	0,16	-	-	0,12	0,14	0,20	-	-
GeO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZnO	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	-	0,06	-	-	0,11
Cr ₂ O ₃	-	-	0,05	0,06	-	0,06	0,05	-	-	-	0,06
Sm ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CuO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,20	9,72

Foi realizado, também, a análise de perda ao fogo, no laboratório de processamento mineral e resíduos do Campus Natal-Central do IFRN, que consiste na calcinação de uma amostra de massa conhecida, em nosso caso, o restante da amostra utilizada na determinação da composição química. Esta análise foi utilizada para se ter uma ideia aproximada da quantidade de matéria volátil ou não volátil presente na amostra. Os resultados mostraram que os índices obtidos de perda ao fogo foram muito parecidos, pois as amostras utilizadas, para esta análise, sob a mesma faixa de temperatura na perda ao fogo variaram de 6 a 10%. No entanto, a temperatura de queima utilizada neste trabalho foi de 950° C. Essa faixa percentual da perda ao fogo encontrada está situada no intervalo de 6% a 15% que é específico para matérias-primas argilosas de cerâmica estrutural.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que os sedimentos de fundo do canal do estuário do Rio Potengi, que são periodicamente retirados mediante a dragagem para melhoria do transporte marítimo, revelaram-se ser uma argila com propriedades químicas compatíveis para sua aplicação na indústria cerâmica, mediante atendimento aos pré-requisitos exigidos nas normas, por agregar-lhes valor econômico, contribuindo para reduzir os impactos ambientais adversos gerados pela disposição final do material dragado nas áreas chamadas de bota-fora e pela redução da extração da argila continental como matéria-prima mineral para os produtos cerâmicos: tijolos, telhas, lajes, tubos, blocos e etc.

Recomenda-se que para complementar as análises desse material na expectativa de ser incorporado na produção de produtos cerâmicos e comprovar a possibilidade de sua utilização deve-se analisar a questão da salinidade no sedimento, elaborar as análises químicas do SCP, índice de plasticidade (IP), análises térmicas (TGA e DTA) e analisar a morfologia utilizando-se microscopia eletrônica de varredura (MEV) com análise e mapeamento por espectrômetro de energia dispersiva (EDS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS. **Dragagem**. Brasília: 2016. Disponível em: http://www.antaq.gov.br/portal/MeioAmbiente_Dragagem.asp. Acesso: 19 de outubro de 2016.
2. BRAGA, Benedito. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
3. CARRASCOZA, Lígia Soares. **Hidrocarbonetos alifáticos em sedimentos de fundo do estuário do rio Potengi, grande Natal (RN): implicações ambientais**. 2011. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
4. CORREA, Tatiana de Lima. **Impactos geoquímicos e sócio-ambientais no estuário do rio Potengi – região metropolitana da grande Natal/RN**. 2008. Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/Prodema, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.
5. SANTOS, O. C. et al. **Caracterização de sedimento proveniente de dragagem de canais pluviais do município de Salvador-BA visando sua utilização em cerâmica estrutural**. Cerâmica Online. 2017, vol.63, n. 365, pág 99-108. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633652016>>. Acesso em: 28 de novembro de 2017.
6. SANTOS, Rosely Ferreira dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
7. VITAL, H. **Estudo de Geologia e Geofísica Marinha no Estuário do Rio Potengi entre a Base Naval e sua foz, para a Companhia Docas do Rio Grande do Norte (CODERN)**. 2008. Disponível em: <http://www.codern.com.br/pdz-plano-de-desenvolvimento-e-zoneamento>. Acesso: 15 de fevereiro de 2018.