



Análise da caracterização de resíduos de rochas ornamentais do município de Parelhas-RN com foco na utilização em argamassas

Djalma Valério Ribeiro Neto, IFRN, Djalma.neto@ifrn.edu.br
Flánelson Maciel Monteiro, IFRN, flanelson.monteiro@ifrn.edu.br
Tercio Graciano Machado, IFRN, gracianomil@hotmail.com
Ariadne de Souza Silva, UFRN, ariadnesouza0201@gmail.com
Claudionaldo Soares da Câmara, IFRN, clausocamara2009@gmail.com
Julio Cesar de Pontes, IFRN, pontesblaster@gmail.com

Resumo

No Rio Grande do Norte a extração de rochas ornamentais é responsável pela grande geração de resíduos sólidos, dentre eles o pó de rocha ornamental (RPRO). Dessa maneira, visando contribuir com o desenvolvimento sustentável, o presente trabalho possui como objetivo realizar a caracterização de resíduo de RPRO do município de Parelhas-RN. Para isso, realizou-se os ensaios de FRX, DRX, granulometria a laser e MEV. Através do estudo realizado, verificou-se viabilidade técnica de utilização desse resíduo na indústria de construção civil, com adição em argamassas. A amostra contém predominância de sílica; em menores proporções óxido de potássio, óxido de ferro, óxido de fósforo, óxido de alumina e óxido de cálcio. O resultado de DRX apresenta predominância de fases mineralógicas cristalinas. Na análise de MEV, a amostra apresenta partículas de tamanhos variados, com morfologia irregular e angular. Possui diâmetro médio de partícula de 18.71 μ m. O resíduo caracterizado possui potencial de efeito filer para adições minerais em argamassas autonivelantes.

Palavras-chave: Pó de rocha, caracterização, resíduo, adição mineral, efeito filer.

1. Introdução

Desde o descobrimento do Brasil, o nosso país esteve atrelado a atividades que envolviam o extrativismo, destacando-se o extrativismo mineral com a característica de alteração drástica do ambiente onde é promovido (BRASIL, 2001). De acordo com Oliveira e Lange (2005), a mineração é responsável por gerar resíduos em todo o seu processo produtivo, desde a extração até as suas disposições finais.

No Rio Grande do Norte a diversidade mineral contribui fortemente para o desenvolvimento da economia local, sendo o Seridó Potiguar representado principalmente pelas minerações de scheelita, caulim, feldspato, rochas ornamentais, dentre outros (RIO GRANDE DO NORTE, 2021). O Estado apresenta um excelente potencial para a produção de rocha ornamental em sua diversidade de cores e texturas (Dantas; Pereira; Lima, 2020), sendo um produto amplamente usado na construção civil. Por outro lado, estando o Seridó Potiguar localizado no



semiárido brasileiro, acaba enfrentando os efeitos da desertificação, que são potencializados com a atividade mineradora.

Segundo Pontes *et al.* (2020), pouca ou nenhuma atenção tem sido dada a extração de rochas graníticas, amplamente usadas na construção civil, em relação a um processo operacional com foco em economia circular. Tratando-se de um recurso natural não renovável e considerando a geração de resíduos provocada pela indústria mineral de rochas ornamentais e a sua relação com a construção civil, tem-se um paradoxo entre manter a economia funcionando e na contramão manter o meio ambiente equilibrado para as presentes e futuras gerações, como previsto na Constituição Federal.

Os extremos eventos climáticos estão ocorrendo com mais frequência em todo o planeta, obrigando a sociedade a buscar medidas mitigadoras e uso equilibrado dos recursos naturais. Assim, a necessidade do desenvolvimento sustentável, que se apresentara incompatível com os sistemas de produção e consumo, de acordo com o relatório de Brundtland e o Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável (United Nations, 2015), apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.



Fonte: United Nations (2015).

Nessa perspectiva, estudos já foram realizados a respeito da reutilização do resíduo pó de rocha ornamental (RPRO) na produção de materiais para a construção civil (Vinco *et al.* 2016; Mittri *et al.* 2018; Chaves 2019; Mendonça *et al.* 2021).

A reutilização de RPRO incorporado em argamassas, por exemplo, já é estudada desde a década de 1990 no Brasil. Conforme indica Calmon *et al.* (1997), a substituição da cal por

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

resíduo induz a pensar que o resíduo está funcionando como um filler, diminuindo a porosidade entre as misturas e, conseqüentemente, agregando vantagem à resistência.

Assim, sabendo-se que as indústrias mineral e de construção civil são de suma importância para o desenvolvimento socioeconômico, bem como o destacado papel da indústria de rocha ornamental para o Seridó Potiguar, torna-se necessário propor medidas mitigadoras de redução dos resíduos sólidos oriundos da indústria de rocha ornamental.

Considerando a conjuntura apresentada, o presente estudo possui como objetivo realizar a caracterização físico-química e microestrutural do resíduo pó de rocha ornamental (RPRO) oriundo do município de Parelhas-RN localizado no Seridó Potiguar, a fim de contribuir com o desenvolvimento sustentável através de informações que subsidiem uma aplicabilidade em material para a indústria de construção civil, argamassas.

2. Fundamentação teórica

As argamassas são classificadas em relação a execução para qual serão utilizadas, entre as quais: assentamento, colante, revestimento e rejuntamento. Contudo, há tipos especiais de argamassas que possuem propriedades tecnológicas singulares quando são comparadas com as mais comumente encontradas no mercado. Bem como existem estudos que apresentam potencialidades na incorporação e adição de resíduos nesse tipo de material, gerando uma argamassa sustentável e possuindo potencial para gerar inovação e, inclusive, criação de novos produtos.

Na pesquisa realizada por Mendonça *et al.* (2021), por exemplo, incorporou o resíduo do mármore na fabricação de argamassas. As conclusões deste trabalho satisfizeram os parâmetros normativos. No trabalho desenvolvido por Silva *et al.* (2018) ocorreu a incorporação dos resíduos do polimento das placas de mármore e granitos em argamassas do tipo colantes. Em se tratando de argamassas autonivelantes, Araújo *et al.* (2015), incorporou fíler de calcário e o resíduo da biomassa de cana-de-açúcar, onde os autores apontam que os resultados foram satisfatórios.

Para as argamassas autonivelantes, seus constituintes devem possuir características específicas para garantir as suas propriedades adequadas, como por exemplo a fluidez sem que ocorra segregação, proporcionando uma moldagem adequada, isenta de falhas decorrentes de sua aplicação, dada a sua característica de se autonivelar pelo próprio peso, sem depender de aplicação.

Yang, Zhang e Yan (2016) propõem o uso de resíduos minerais finos como uma alternativa sustentável para baratear a argamassa autonivelante, bem como reduzir o consumo de cimento e, por conseguinte, reduzir a emissão de CO₂ em seu processo de fabricação. De acordo com Evaristo, Almeida e Capuzzo (2021), esses resíduos finos, na mistura, se assemelham aos aditivos químicos, atuando como um modificador de viscosidade, garantindo as características de fluidez e trabalhabilidade no estado fresco.

O uso de adições minerais em argamassas autonivelantes pode proporcionar melhor trabalhabilidade, empacotamento das partículas e diminuição da permeabilidade (Uysal e Yilmaz,



2011). Nessa perspectiva, Anjos *et al.* (2020) afirma que o estudo da dosagem para adições minerais que visem dar uma melhor trabalhabilidade em argamassas (no caso das autonivelantes) e redução dos percentuais de cimento se fazem necessários, uma vez que essas estratégias também podem promover um aumento da durabilidade, a depender do teor da adição mineral utilizada.

3. Metodologia

O pó de rocha ornamental é o resíduo oriundo do processo de corte dos blocos de rochas. A coleta do resíduo de RPRO utilizado neste estudo ocorreu na região Seridó do Rio Grande do Norte, no município de Parelhas-RN, na empresa Thor Granitos e Mármore LTDA, em destaque na Figura 02.

Figura 2 – Mapa de localização do município de Parelhas-RN.



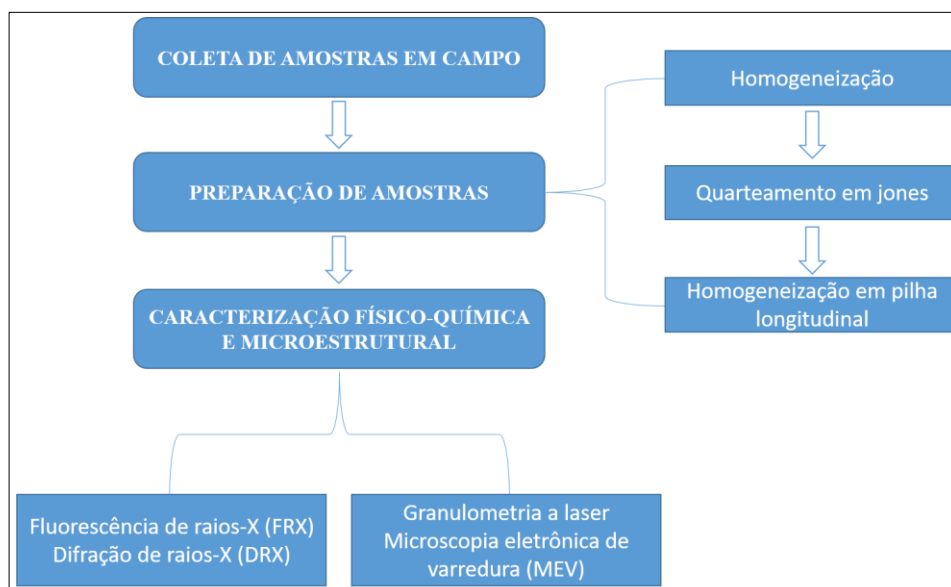
Fonte: Os autores (2023).

Em uma pilha de resíduos, a amostra foi coletada em diferentes pontos *in loco* a fim de obtê-la de maneira representativa, a qual foi identificada como RPRO-PAR. Posteriormente, foi encaminhada para o Laboratório de Tecnologia Mineral e Materiais (LT2M) do IFRN *Campus* Natal-Central.



Após coletada, o procedimento experimental se deu em três etapas, a saber: homogeneização e quarteamento da matéria-prima, com objetivo de se obter alíquotas representativas para as etapas posteriores, caracterização físico-química com análises de fluorescência de raios-X (FRX) e difração de raios X (DRX) e caracterização microestrutural com análises de granulometria a laser e microscopia eletrônica de varredura (MEV). A Figura 3 apresenta o Fluxograma do procedimento experimental.

Figura 3 – Fluxograma do procedimento experimental.



Fonte: Os autores (2023).

De modo a garantir uma amostragem acurada e precisa (Oleira e Aquino, 2007), realizou-se a homogeneização da amostra e posterior quarteamento em quarteador do tipo jones com 3/8" de abertura construída em chapa de aço galvanizado, dividindo a amostra em 50%. Em seguida, uma das frações foi homogeneizada através do procedimento de pilha longitudinal, conforme apresenta a Figura 4. Ao final, obteve-se uma fração de 5g de RPRO-PAR para os ensaios de caracterização.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 4 – Pilha longitudinal da amostra.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Em seguida, realizou-se o ensaio de fluorescência de raios X (FRX) através do equipamento FRX portátil Thermo Scientific Niton XL3T. Acondicionadas em um saco plástico, a amostra foi enviada ao Laboratório de Caracterização Mineral e Resíduos (Lacamm) do IFRN para as análises de difração de raios X (DRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), e para a granulometria a laser a amostra foi enviada para o Laboratório de Pesquisa em Petróleo (Lapet) da UFRN.

O DRX ocorreu através do equipamento Diffractometer X-RAY XDR-7000 por meio de um método não destrutivo; a leitura se deu com angulação de 10 a 80°. Para o MEV a amostra foi metalizada e a análise ocorreu no equipamento Tescan VEGA 3 com um aumento de 5 mil vezes. Já a granulometria, ocorreu por meio do equipamento Cilas modelo 1064.

4. Resultados

O resultado da fluorescência de raios X foi obtido após análise em um FRX do tipo portátil. O Quadro 1 apresenta o resultado da análise realiza.



Quadro 1 – Análise de FRX do resíduo pó de rocha ornamental de Parelhas/RN.

Óxidos	SiO ₂	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	CaO	TiO ₂	SO ₃	MnO	MgO
Percentuais (%)	72,93	8,72	6,16	4,00	3,63	3,19	0,66	0,37	0,32	< LOD

Fonte: Os autores (2023).

Assim, é possível identificar que a amostra de RPRO-PAR é composta, em sua maioria, por óxido de silício, com teores menores de óxido de potássio, óxido de ferro, óxido de fósforo, óxido de alumínio e óxido de cálcio. E, ainda, com teores menores que 1%, apareceu os óxidos de titânio, enxofre, manganês e o óxido de magnésio, sendo este último presente na amostra, mas não quantificado pelo método de análise realizado.

Com um alto percentual em relação ao todo, nota-se o percentual de 72,93% de óxido de silício, indicando a presença de silicatos, como por exemplo o quartzo. Apresenta também elementos do grupo dos feldspatos com percentuais superiores a 10%, que são o potássio (K₂O) e a alumina (Al₂O₃).

Analisando o Quadro 2 o qual apresenta o percentual em óxido dos elementos que compõem os materiais pozolânicos (classe E) e o RPRO-PAR, foi observado que o resíduo pó de rocha ornamental pode ser classificado como um material pozolânico de classe E por possuir a soma dos elementos SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ igual a 83,04%, de acordo com a NBR 12653 (ABNT, 2014).

Quadro 2 – Percentual de elementos químicos para materiais pozolânicos.

PROPRIEDADES	Classe de material pozolânico	RPRO
	E	E
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	≥ 50%	82,72
SO ₃	≤ 5%	0,37

Fonte: Adaptado ABNT NBR 12653 (2014).

O resultado da análise de difração de raios X do resíduo pó de rocha ornamental do município de Parelhas-RN se encontra na Figura 5.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

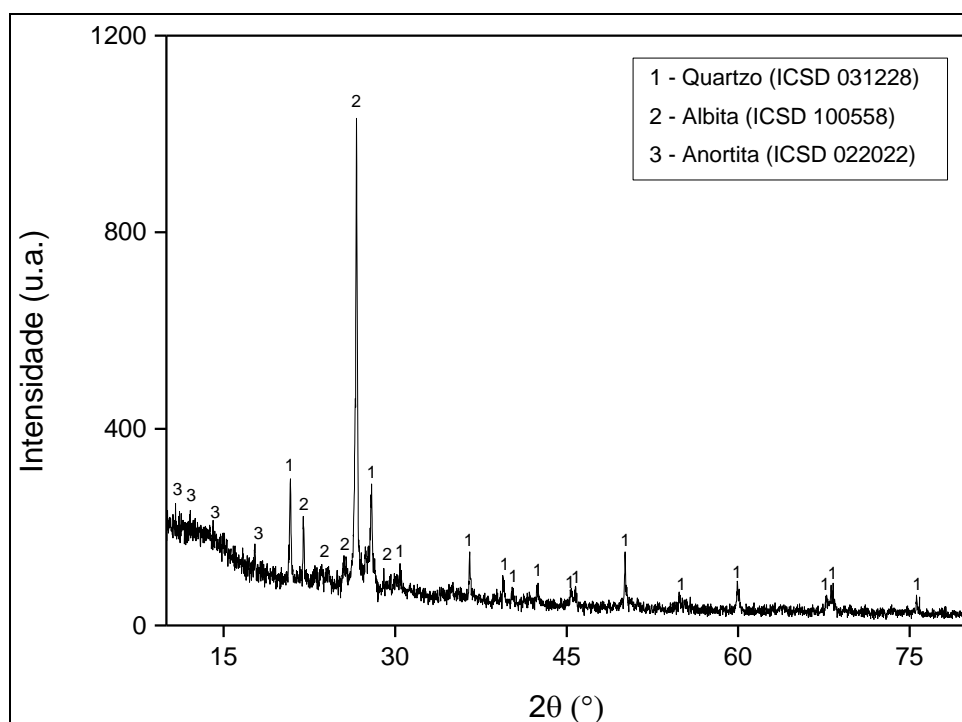
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 5 – Difratoograma do resíduo pó de rocha ornamental (RPRO)



Fonte: Os autores (2023).

O difratograma do RPRO-PAR apresenta predominantemente a fase cristalina, com picos característicos de quartzo, albita e anortita, representando a estrutura mineralógica do material. Ainda, destaca-se a conformidade com o resultado da análise de fluorescência de raios X realizada. O difratograma do resíduo aponta que a mineralogia é constituída por quartzo, o qual é oriundo predominantemente de rochas graníticas (Dantas, 2017). Além disso, o ensaio de DRX auxiliou na avaliação da reatividade do material através da identificação de fases amorfas e cristalinas dos minerais. Há intensa quantidade de picos (fases cristalinas), ao contrário da fase amorfa que se caracteriza por apresentar curvas com ausência de picos, o que indicaria uma maior reatividade do material.

Através da análise realizada de DRX e, também, da literatura (Chaves, 2019), o resultado aponta para um resíduo que não apresenta atividade pozolânica, à princípio. Portanto, observa-se que apesar do grande percentual de óxido (ABNT, 2014) assinalando-o como material pozolânico, o resíduo apresenta pouca fase amorfa, podendo ser classificado inicialmente como fíler, conforme Barluenga e Hernández-Olivares (2010).

A Figura 6 apresenta a micrografia do resíduo o gráfico de distribuição do tamanho de partícula.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

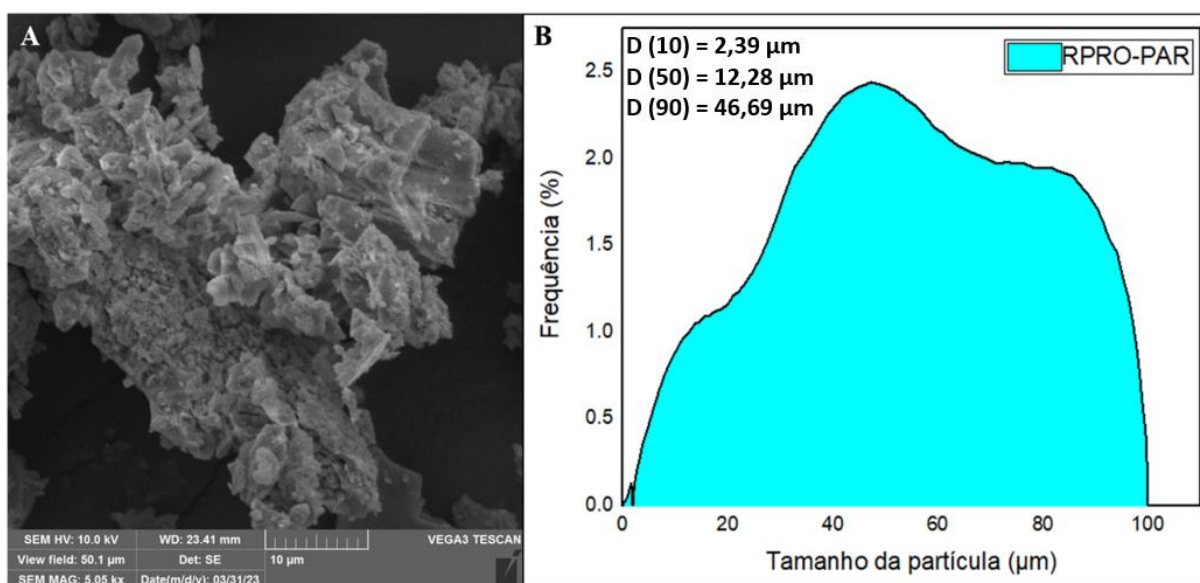
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 6 – Microscopia eletrônica de varredura do resíduo (A) e distribuição do tamanho de partícula (B).



Fonte: Os autores (2023)

Através da micrografia, é possível observar que as partículas apresentam diâmetros variados, distribuindo-se de maneira heterogênea, com morfologia irregular e angular. Com relação ao tamanho de partícula, a amostra apresentou tendência de comportamento trimodal, com distribuição de tamanhos $D(10) = 2,62 \mu\text{m}$; $D(50) = 15,10 \mu\text{m}$; $D(90) = 59,06 \mu\text{m}$ e uma partícula média de $23,84 \mu\text{m}$.

Com tais características, o resíduo estudado possivelmente pode influenciar no preenchimento dos poros em argamassas, proporcionando maior compacidade na estrutura cimentícia (Chaves, 2019). Possui características de efeito filer quando adicionados em argamassas autonivelantes, em conformidade ao que foi apresentado por Mendes, Effting e Schackow (2020).

Com essas características, o resíduo pó de rocha ornamental de Parelhas-RN pode ser considerado como uma adição mineral de preenchimento de vazios, de acordo com o que foi apresentado por Sato, Galina e Teixeira (2018). Através do efeito de preenchimento na mistura cimentícia, o resíduo passa a se assemelhar aos aditivos químicos, atuando como um modificador de viscosidade, garantindo as características de fluidez e trabalhabilidade no estado fresco (Zhi; Huang; Guo, 2017).



5. Conclusões

Através da caracterização físico-química e microestrutural do resíduo oriundo do corte de blocos de rochas ornamentais, o resíduo pó de rocha ornamental, foi possível compreender as suas características e, conseqüentemente, inferir que podem ser aplicados como adição mineral em argamassas autonivelantes através do preenchimento de vazios, atuando com efeito fíler.

Com relação a análise de fluorescência de raios-X, apresenta composição predominante de sílica (SiO_2), e elementos como óxido de potássio, óxido de fósforo, óxido de ferro, óxido de alumina e óxido de cálcio. O difratograma possui fase mineralógica cristalina, sendo possível inferir que não reagem ao cimento quando utilizados como adição mineral em argamassas, além de proporcionar aceleração nas reações de hidratação.

No que se refere a microscopia eletrônica de varredura, a imagem com aumento de 5000x apresenta partículas com morfologia irregular de formato angular, além de tamanhos variados, distribuindo-se de forma heterogênea. O gráfico de distribuição do tamanho de partícula apresentou tendência de curva trimodal.

Com a conjuntura exposta, tem-se o resíduo pó de rocha ornamental como uma matéria-prima para a indústria de construção civil, mais especificamente para a formulação de argamassas, pois a sua aplicação nesse material irá auxiliar na mitigação dos impactos ambientais adversos decorrentes da indústria de rocha ornamental e, em paralelo, reduzir a emissão de CO_2 ao ambiente oriundo do processo de fabricação do cimento pois, com a adição mineral em argamassas, ocorre a diminuição do consumo de cimento, uma vez que o material cimentício passa a conter uma maior quantidade de materiais finos.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Grupo de Pesquisa em Processamento Mineral do IFRN *Campus* Nata-Central, ao Laboratório de Tecnologia Mineral e Materiais (LT2M) e Laboratório de Caracterização Mineral e de Materiais (Lacamm) do IFRN e ao Laboratório de Pesquisa em Petróleo (Lapet) da UFRN.

7. Referências bibliográficas

ANJOS, Marcos A.s.; CAMÕES, Aires; CAMPOS, Pedro; AZEREDO, Givanildo A.; FERREIRA, Ruan L.s.. Effect of high volume fly ash and metakaolin with and without hydrated lime on the properties of self-compacting concrete. **Journal Of Building Engineering**, [S.L.], v. 27, p. 100985, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100985>.

ARAÚJO, Tomaz Rodrigues de et al. Efeitos da Incorporação do Fíler Calcário e do Resíduo da Biomassa da Cana-De-Açúcar em Argamassas Autonivelantes. In: SIMPÓSIO



BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 11., 2015, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBTA, 2015. p. 1-15.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12653: Materiais pozolânicos. Rio de Janeiro: **Abnt**, 2014.

BARLUENGA, G.; HERNÁNDEZ-OLIVARES, F. Self-levelling cement mortar containing grounded slate from quarrying waste. **Construction And Building Materials**, [S.L.], v. 24, n. 9, p. 1601-1607, set. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.033>.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia. Centro de Tecnologia Mineral. Mineração e desenvolvimento sustentável: desafios para o Brasil. Editor Maria Laura Barreto. Rio de Janeiro: **CETEM**; MCT, 2001.

CALMON, J. L. et al. Aproveitamento do Resíduo de Corte de Granito Para a Produção de Argamassas de Assentamento. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia Das Argamassas, 2., Salvador, 1997. **Anais [...]** Salvador: ANTAC, 1997.

CHAVES, P.S. Argamassa autonivelante com adição mineral (filler) de resíduo de beneficiamento de mármore e granito. Dissertação de mestrado. **Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil**. Universidade Federal do Pará, 2019.

DANTAS, Alexandre Ranier. Petrografia e litoquímica de rochas ferríferas na região central do estado do Rio Grande do Norte (domínio rio piranhas-seridó, NE da Província Borborema. 2017. 170 f. Dissertação (Mestrado) - **Curso de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica**, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

DANTAS, Eugênio Pacelli; PEREIRA, Ludmila Bernardo Farias; LIMA, Maria Angélica Batista (org.). Rochas Ornamentais do Estado do Rio Grande Do Norte: mapa de potencialidades. Natal: **CPRM**, 2020. (Série Rochas e Minerais Industriais, N° 27).

EVARISTO, Wilson Flexeiras de Oliveira; ALMEIDA, Victor Ludovico de; CAPUZZO, Valdirene Maria Silva. Influência do aditivo modificador de viscosidade nas propriedades do concreto autoadensável. **Matéria (Rio de Janeiro)**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 1-17, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620210003.13050>.

MENDES, Gabriela Azambuja; EFFTING, Carmeane; SCHACKOW, Adilson. Argamassa autonivelante com adição de resíduos de mármore e granitos: propriedades físicas e mecânicas. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 403-418, jul. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212020000300436>.



MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves Duarte et al. Utilização do resíduo de mármore na produção de argamassa. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 7, n. 5, p. 44238-44247, maio 2021.

MITTRI, S. H. M. et al. Assessment of the pozzolanic activity of ornamental stone waste after heat treatment and its effect on the mechanical properties of concretes. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, São Paulo: SciELO - Scientific Electronic Library Online, ano 2018, 18 abr. 2018. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952018000600004>.

OLIVEIRA, G. A. G., LANGE, L. C. Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Industriais na Área Mineira da Bacia Hidrográfica do Médio São Francisco. **Saneamento Ambiental Brasileiro**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2005. p. 1-13.

OLIVEIRA, M. L. M; AQUINO, J. A.. Amostragem. IN: Tratamento de Minérios: práticas laboratoriais. Rio de Janeiro: **CETEM/MCTI**, 2007. p. 3-34.

PONTES, Julio Cesar de; LIMA, Vera Lúcia Antunes de; SILVA, Valdenildo Pedro da. Impactos ambientais no desmonte de rochas com foco na transição para a economia circular. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 1240-1251, 2020. *BJAER - Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv3n3-042>.

RIO GRANDE DO NORTE. **SEDEC/ASSECOM**. (org.). Mineração. Disponível em: <http://sedec.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=15440&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=Minera%E7%E3o>. Acesso em: 14 ago. 2021.

SATO, V. Y.; GALINA, A. P. L.; TEIXEIRA, J. E. S. L.. Contribution to the rheological study of cementitious pastes with addition of residues from the processing of ornamental rocks. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1284-1307, dez. 2018. *FapUNIFESP (SciELO)*. <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952018000600007>.

SILVA, Luzilene Souza et al. Incorporação de resíduos de polimento de placas de mármore e granito em argamassas colantes industrializadas AC-I. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Boa Vista, v. 4, n. 5, p. 1-16, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.18227/rct.v4i7.5113>.

United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. ONU. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>. Acesso em: 30 de jul. de 2022.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

UYSAL, Mucteba; YILMAZ, Kemalettin. Effect of mineral admixtures on properties of self-compacting concrete. **Cement And Concrete Composites**, [S.L.], v. 33, n. 7, p. 771-776, ago. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2011.04.005>.

VINCO, Luís Gustavo Fiorese *et al.* Viabilidade técnica e econômica de argamassas de revestimento produzidas com incorporação de resíduos de rochas ornamentais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre: SciELO - Scientific Electronic Library Online, ano 2017, 25 nov. 2016. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212017000400191>.

YANG, Lin; ZHANG, Yunsheng; YAN, Yun. Utilization of original phosphogypsum as raw material for the preparation of self-leveling mortar. **Journal of Cleaner Production**, Online, ed. 127, p. 204-213, 20 jul. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.054>.