

**ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE REJEITOS DE BENEFICIAMENTO DE QUARTZITOS
DO MUNICÍPIO DE GUAPÉ – MG NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS DE PÓS
REATIVOS.**

***STUDY OF THE USE OF QUARTZITE PROCESSING WASTE FROM THE
MUNICIPALITY OF GUAPÉ – MG IN THE PRODUCTION OF REACTIVE POWDER
CONCRETES.***

Eduardo Antônio de Castro Dutra¹; Eduardo Goulart Collares²; Ikenna Jibem Ibeabuchi Silva³;

Ivan Francklin Júnior⁴

1 INTRODUÇÃO

O quartzito é uma rocha ornamental muito usada na construção civil, especialmente em áreas externas, como decks de piscina, revestimentos verticais e fachadas. Em Minas Gerais, São Thomé das Letras é o líder estadual em produção de quartzito, seguido pelo Centro Produtor de Alpinópolis, composto pelos municípios de Alpinópolis, Capitólio, São João Batista do Glória, São José da Barra e Guapé, sendo este último, o foco deste estudo.

O processo produtivo dos quartzitos gera em torno de 90% de rejeitos, que são, em sua maioria, descartados na própria área de extração, o que dificulta a produção e pode causar impactos ambientais, como poluição, assoreamento e supressão da vegetação nativa. Em Guapé há a ocorrência desta situação, onde a produção de quartzito é significativa, ao mesmo tempo em

¹ Discente do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade do Estado de Minas Gerais. E-mail: eduardodutra98@hotmail.com

² Professor do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade do Estado de Minas Gerais . E-mail: eduardo.collares@uemg.br

³ Engenheiro Civil pela Universidade do Estado de Minas Gerais. ikenna.2197660@discente.uemg.br

⁴ Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas. E-mail:ivan.francklin@unis.edu.br

que se há uma alta taxa de geração de rejeitos sendo seu reaproveitamento quase inexistente (Paraguassú et al., 2014; Reis et al., 2020; Collares et al., 2012).

Visto este processo oneroso de descarte de rejeitos e sua baixa reutilização, verifica-se, por outro lado, a potencialidade do seu reaproveitamento com o uso de técnicas e processos industriais inovadores. Este potencial tem motivado pesquisadores a estudar nichos produtivos para a reutilização do rejeito, a princípio para controle de problemas ambientais, e em segundo plano, para criar possibilidades comerciais para suprir possíveis lacunas de um determinado mercado ou até mesmo se obter ganhos tecnológicos e otimização de produtos. Esta argumentação, no caso específico dos quartzitos, pode ser constatada em um conjunto de artigos científicos publicados desde o início dos anos 2000 (Fernandes, 2019; Reys, 2017; Reis, 2019; Barros, 2020; Ribeiro, 2011; Francklin Júnior, 2022), que envolvem componentes reciclados e ou reutilizados, com destaque para a produção de agregados para uso na construção civil.

Mais recentemente, em especial nos últimos dez anos, novas pesquisas vem sendo realizadas com rejeitos desse material rochoso, não só com o propósito de uso alternativo, ou ecológico, mas em busca de finalidades nobres, que possam ser agregadas a componentes de alta tecnologia, como é o caso dos concretos de ultra alto desempenho. Uma pesquisa com estas características foi desenvolvida por Francklin Júnior (2022), utilizando quartzitos de São Tomé das Letras e de Alpinópolis – MG. Tomando esta pesquisa por base, considerou-se desenvolver um estudo sobre a utilização do rejeito de quartzito do município de Guapé na produção de Concretos de Pós Reativos (CPR), considerando suas características mineralógicas, químicas e tecnológicas.

O CPR é considerado um dos materiais mais promissores na área da construção civil na contemporaneidade. Este material é uma classe que pertence ao chamado Concreto de Ultra Alto Desempenho (CUAD), sendo um concreto especial, o qual tem como material constituinte principal, agregado mineral em forma de pó constituído essencialmente de quartzo, o qual substitui o agregado graúdo diferindo-se assim de outros tipos de concreto. Tais características aliadas a produtos e soluções tecnológicas, resultam em um material denso e homogêneo

propiciando estruturas com resistência mecânica altamente superior a do concreto convencional, e com melhorias em outros atributos como durabilidade, porosidade e leveza.

Desta maneira, o objetivo desta pesquisa é analisar as características tecnológicas do rejeito de quartzito do município de Guapé – MG para utilização na produção de Concretos de Pós Reativos (CPRs). Para se alcançar este intento será realizado um levantamento da geração de rejeitos no município, a coleta de uma amostra, a caracterização do rejeito de quartzito e demais componentes do concreto, a produção do concreto em laboratório, bem como a realização de ensaios mecânicos e físicos nos corpos de prova produzidos a fim de se verificar suas propriedades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para a produção do Concreto de Pós Reativos (CPR) com rejeito de quartzito do município de Guapé – MG foram utilizados os seguintes materiais:

- Rejeito de Quartzito;
- Cimento Portland CPV-ARI da marca Cimento Nacional;
- Areia de rio (quartzosa) de uma lavra da cidade de Ibiraci – MG;
- Água potável;
- Sílica Ativa da marca DOW ® Palmyra do Brasil Indústria e Comércio de Silício Metálico e Recursos Naturais Ltda;
- Aditivo redutor de água tipo 2 (RA2-A) – acelerador de pega ADVA® 458 UHPC da marca GCP Brasil Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda

2.2 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma bateria de ensaios nos agregados constituintes do concreto. Este estudo é necessário para se verificar as propriedades físicas dos agregados e assim elaborar um traço para o concreto.

Os ensaios físicos realizados nos agregados foram:

- Massa Específica do Rejeito de Quartzito - ABNT NBR 16605 (2016);
- Análise Granulométrica Conjunta do Rejeito de Quartzito - ABNT NBR 7181 (2016);
- Massa Específica do Cimento Portland - ABNT NBR 16605 (2016);
- Massa Específica da Areia - ABNT NBR 9776 (1987); e
- Análise Granulométrica da Areia - ABNT NBR NM 248 (2001).

Uma vez ensaiados os materiais constituintes do concreto, foi realizado o estudo de dosagem da mistura, objetivando-se o perfeito empacotamento dos grãos. Para isto foi utilizado o software EMMA Elkem Material Mix Analyser - versão 3.5.2.11, onde que, com base na granulometria e massa específica dos materiais granulares, é verificado, por meio de iterações dinâmicas, a curva de empacotamento da mistura. Onde o objetivo é alcançar-se o melhor empacotamento possível.

Quando constatada as proporções adequadas de cada material através do software de empacotamento, dá-se início a produção do concreto de fato. Esta foi realizada em uma argamassadeira de cuba com capacidade de 5 litros, onde os materiais foram lançados pré-misturados, e homogeneizados com água e aditivo lentamente, por um tempo de aproximadamente 50 minutos, até se alcançar a fluidez da mistura.

Verificada a fluidez da mistura e sua caracterização como CPR, o concreto foi enfim moldado e levado à câmara úmida para um período de pré-cura de 24 h, em seguida, após a desforma, os corpos de prova foram submetidos à um processo de cura térmica pelo tempo de 24h em estufa à temperatura de 100 °C. Finalizado este período, as amostras são levadas novamente à câmara úmida onde permaneceram por mais 28 dias em cura úmida submersa.

Findado o tempo de cura, os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de resistência a compressão simples (ABNT NBR 5739, 2018) e o Ensaio de Massa Específica, Absorção de água e Índice de Vazios do concreto no estado endurecido (ABNT NBR 9778, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados de massa específica para os agregados constituintes do concreto.

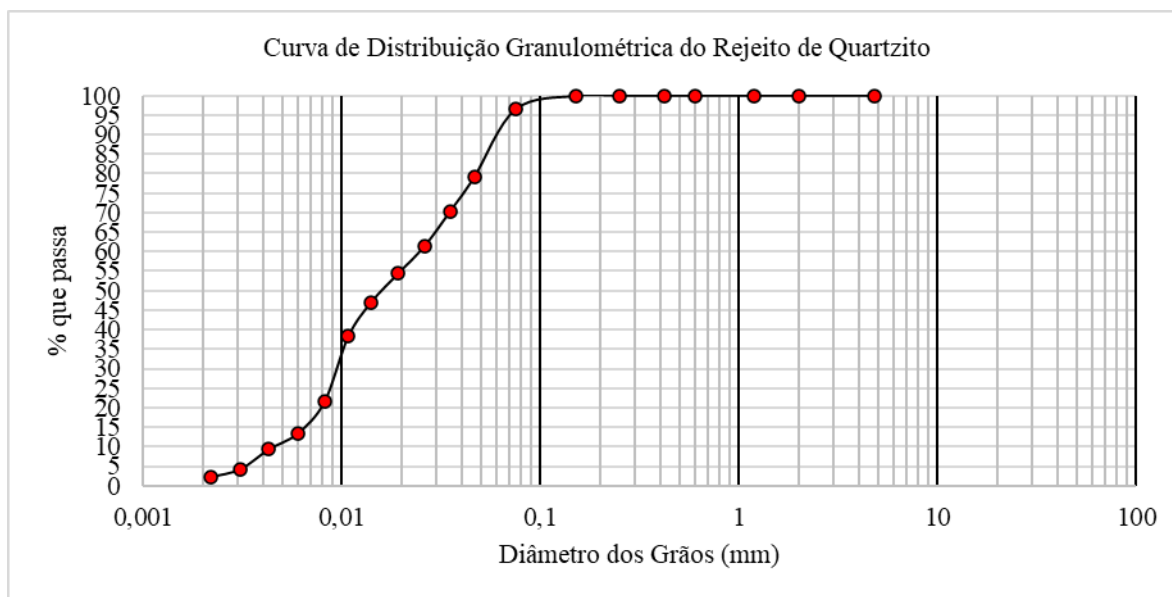
Tabela 1 – Resultados dos ensaios de massa específica.

Ensaio	Resultados
Massa Específica do Rejeito de Quartzito	2,78 g/cm ³
Massa Específica do Cimento Portland	3,10 g/cm ³
Massa Específica da Areia	2,659 g/cm ³

Fonte: Os Autores (2024).

A Figura 1 apresenta o gráfico de distribuição granulométrica do rejeito de quartzito empregado.

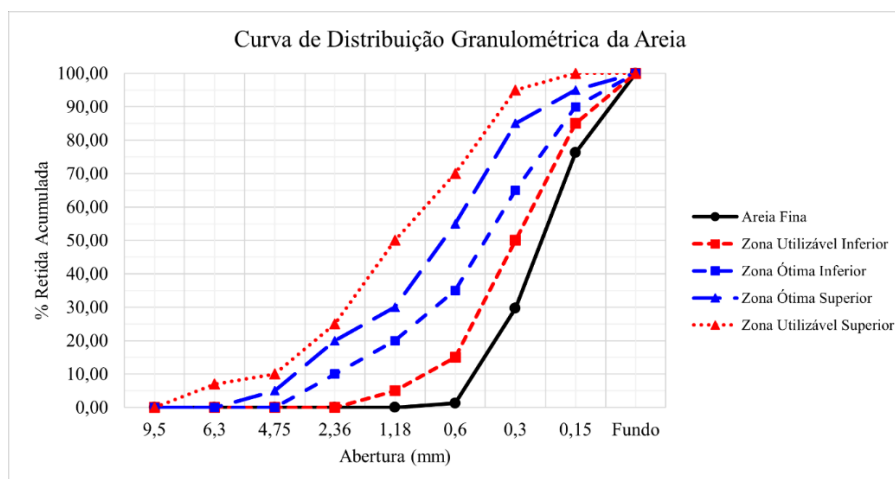
Figura 1 – Curva de distribuição granulométrica do rejeito de quartzito.



Fonte: Os Autores (2024).

A Figura 2 apresenta o gráfico de distribuição granulométrica do agregado miúdo, a areia de rio da lavra de Ibiraci – MG, onde também é mostrado as zonas do material, ressaltando sua propriedade de finura.

Figura 2 – Curva de distribuição granulométrica da areia.



Fonte: Os Autores (2024).

Com base nas iterações desenvolvidas no software EMMA Elkem Material Mix Analyser alcançou-se um traço de 1:1,15:0,25:0,19:0,25 onde os índices representam respectivamente, a o consumo de cimento, areia, rejeito de quartzito, sílica ativa e a relação água/cimento, sendo empregado ainda um consumo de 3% de aditivo superplastificante em relação a massa de cimento.

Foram produzidos dez corpos de prova de CPR, dos quais oito foram submetidos ao ensaio de resistência a compressão e dois ao resultado de massa específica, índice de vazios e absorção de água.

O Quadro 1 apresenta os resultados para o ensaio de massa específica, índice de vazios e absorção de água.

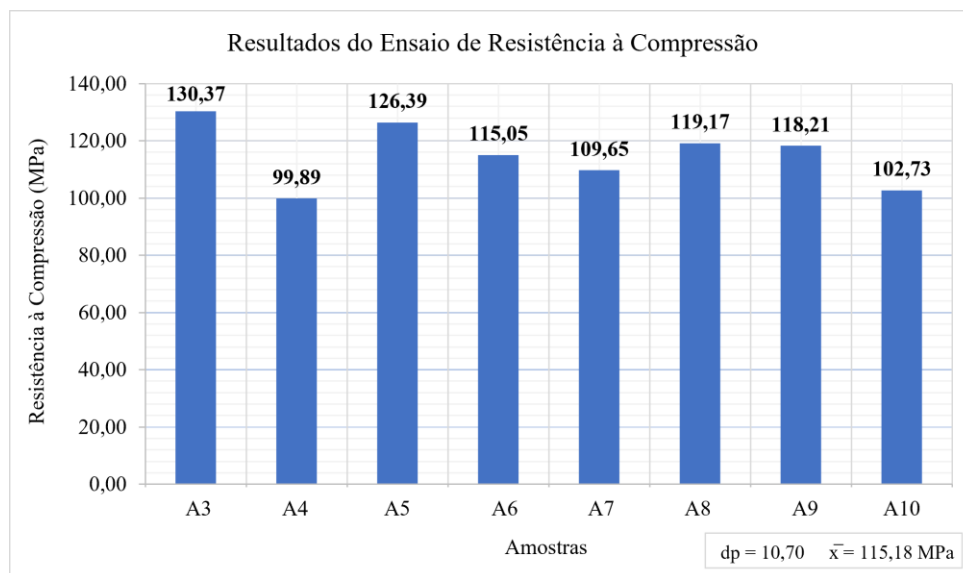
Quadro 1 – Resultado do ensaio de massa específica, índice de vazios e absorção de água.

CP	A (%)	I _v (%)	ρ _r (g/cm ³)
A1	1,48%	3,40%	2,37
A2	1,29%	2,95%	2,36
Média:	1,38%	3,17%	2,37

Fonte: Os Autores (2024).

A Figura 3 apresenta o gráfico com o resultado do ensaio de resistência à compressão para as oito amostras ensaiadas.

Figura 3 - Gráfico com os resultados do Ensaio de Resistência à Compressão.



Fonte: Os Autores (2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Têm-se como conclusões desta pesquisa as considerações expostas a seguir:

- É possível produzir Concreto de Pós Reativos com a utilização da fração fina do rejeito de quartzito proveniente da atividade de beneficiamento da rocha. Os agregados selecionados

para utilização nesta pesquisa na produção do CPR mostraram-se propícios para uso na mistura sem a necessidade de pré-processamentos complexos, foram necessários apenas pequenos ajustes de granulometria para se alcançar um empacotamento adequado.

- Tanto os resultados dos ensaios mecânicos quanto os resultados dos índices físicos mostraram similaridade com a pesquisa de referência, que utilizou materiais similares e da região aqui estudada.
- Os resultados referentes aos índices físicos dos concretos atestaram as propriedades de durabilidade característica do material, indicando características de baixa porosidade, o que é primordial para se evitar o ataque de agentes agressivos;
- Os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão mostraram-se condizentes com a referência mecânica de CPRs apresentada pela literatura, apesar do resultado médio das amostras ensaiadas ser ligeiramente inferior ao limite apresentado.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira De Norma Técnicas. **ABNT NBR 16605**: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da Massa Específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

Associação Brasileira De Norma Técnicas. **ABNT NBR 7181**: Solo – Análise Granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. **ABNT NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. **ABNT NBR 9776**: Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. **ABNT NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. **ABNT NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

Barros, G. H. A. **Utilização de rejeitos de quartzito do município de Guapé – MG como agregado na produção de telhas de concreto.** Varginha: Centro Universitário do Sul de Minas, 2020.

Collares, E.; Francklin Junior, I.; Castro, L. A. **Evaluation of the Aggregate Produced From Wastes of Quartzite Mining Sites to Use in Concrete.** Soils & Rocks, v.35, p.27-36, 2012.

Fernandes, Hemilly Cristine Lobo. **Utilização de resíduos de quartzito na construção rodoviária.** Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019.

Francklin Junior, I. **Rejeitos de quartzitos do Sul de Minas Gerais:** Estudo da fração fina para a produção de concretos de pós reativos e diagnóstico da reação álcali-agregado. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-15022023-145023/pt-br.php>. Acesso em: 16 fev. 2023.

Paraguassú, A. B.; Rodrigues, J. E.; Ribeiro, R. P.; Frazão, E. B. **Indústria da Pedra:** Da extração à aplicação final. São Carlos: EESC/USP, 2014.

Reis, F. M. D.; Ribeiro, R. P.; Reis, M. J. **Physical-mechanical Properties of soil-cement bricks with the addition of the fine fraction from the quartzite mining tailings (State of Minas Gerais-Brazil).** Bulletin of Engineering and Environment, p. 1-10, 2020.

Reis, Fernanda Medeiros Dutra. **Estudo do comportamento físico-mecânico de tijolos solo-cimento com adição de rejeitos de minerações de quartzito.** Dissertação de mestrado. São Carlos: EESC/USP, 2019.

Reys, Samuel Souza. **Utilização do rejeito de quartzito como agregado graúdo no concreto de cimento Portland.** Varginha: Centro Universitário do Sul de Minas, 2017.

Ribeiro, Wagner Souza. **Reaproveitamento dos rejeitos de quartzito na elaboração de cerâmica vermelha na região de Seridó-PB.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2011.