

## ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE QUARTZO EM CONCRETO ALTERNATIVO

Larissa Santana Batista (Universidade Federal de Campina Grande, [larisantanabatista@gmail.com](mailto:larisantanabatista@gmail.com)), Bruno Souza dos Santos, Denn's Santana Perônica, Igor Guilherme Rodrigues, Palloma Karolayne Santos

### RESUMO

Nos dias atuais, há uma enorme e crescente perturbação no meio ambiente que está diretamente relacionada aos resíduos gerados pelo setor da construção civil e pelas mineradoras, onde as mesmas depositam de forma inadequada esses resíduos sólidos na natureza, provocando impactos ambientais significativos. Torna-se então necessário a procura e o estudo de aplicações alternativas para esses detritos, com o intuito de reduzir as perturbações ambientais proveniente do lançamento inapropriado dos mesmos. Uma alternativa econômica e ecologicamente viável muito utilizada atualmente é o reaproveitamento desses rejeitos na produção de materiais de construção, como argamassas e concretos. Entre os resíduos empregados para essa finalidade, encontra-se o pó de quartzo, oriundo da britagem de rochas que apresentam grande quantidade de quartzo em sua formação. Devido a sua granulometria fina, o mesmo pode atuar como substituto do agregado miúdo na composição do concreto. Diante disso e visando o equilíbrio entre a busca de materiais alternativos e o reaproveitamento de resíduos, o presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento e as características do concreto que contém em sua composição o pó de quartzo como substituto parcial do agregado miúdo natural, a areia, nas proporções de 10%, 20% e 30%, com idades de cura: 7, 14 e 28 dias. Assim, para se obter maiores informações dos materiais a serem utilizados, foi realizado inicialmente a caracterização dos mesmos: granulometria, massa unitária e específica, módulo de finura e absorção de água. Logo após a mistura dos materiais constituintes e obtenção do concreto alternativo fresco, foi efetuado o slump teste, com o intuito de analisar a consistência do mesmo. Em seguida, realizou-se a moldagem dos corpos de prova, seguindo os passos e procedimentos regidos pela ABNT NBR 5738/15. Foram realizados os ensaios de resistência a compressão simples e tração por compressão diametral, a fim de analisar e comparar os resultados do concreto alternativo com o concreto sem a presença do resíduo estudado, para então comprovar a efetividade e desempenho da substituição em análise, bem como sua contribuição para a sustentabilidade no ramo da construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto alternativo, pó de quartzo, construção sustentável, resíduo.

### INTRODUÇÃO

De acordo com Souza (2017) as atividades desenvolvidas na execução da mineração geram uma quantia expressiva de resíduos de minerais silicatos. O montante de resíduos gerados ao ser disposto incorretamente, causam impactos ambientais significativos, tanto ao meio físico, como poluição do solo, ar e água, quanto ao meio biótico, que são os impactos à vizinhança e sociedade, através de incômodos visuais e dificuldade o tráfego nas vias públicas.

O conceito de Construção Sustentável é hoje um tema em evidência e vem despertando o interesse de muitos países desenvolvidos do globo. Sua relevância se justifica frente aos enormes benefícios que a sustentabilidade proporciona. Os critérios da sustentabilidade também podem e devem ser atendidos pela construção civil, levando-a a atuar de forma ambientalmente responsável, socialmente ética e economicamente viável, considerando não somente a etapa de execução das edificações como também a sua operação pelos futuros moradores (BACARJI et al., 2013).

Dentre os inúmeros resíduos existentes que são lançados na natureza de forma inadequada, se destaca o pó de quartzo, resultante do beneficiamento de rochas com alto teor de quartzo, que é um dos minerais silicatos mais presentes na crosta terrestre. Diante disso, há uma crescente necessidade de se estudar e encontrar destinos alternativos e sustentáveis para esses rejeitos, e assim, minimizar os impactos advindos da extração de recursos minerais e da inapropriada deposição dos mesmos.

Um dos destinos alternativos mais utilizados atualmente para emprego dos resíduos é a incorporação dos mesmos em materiais construtivos. E dentre esses materiais destaca-se o concreto, que é um dos materiais mais utilizados no ramo da construção civil. Logo, a incorporação desses rejeitos contribui de maneira considerável para o desenvolvimento sustentável na construção civil.

### OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise detalhada das características físicas do pó de quartzo, sendo este um resíduo obtido a partir dos rejeitos da mineração de rochas que contém quartzo em boa parte de sua constituição,

e avaliar o desempenho de sua aplicação no processo de fabricação do concreto alternativo, em substituição parcial do agregado miúdo natural, e propondo, desta forma, uma nova destinação para o resíduo e a redução dos impactos ambientais causados pelo descarte inadequado do mesmo na natureza.

## METODOLOGIA

Com a finalidade de se obter informações sobre a geração de impactos a partir do beneficiamento e acomodação inapropriada do resíduo de quartzo, assim como a obtenção do conhecimento das técnicas e métodos de incorporação dos mesmos em concretos alternativos, foi realizado, primeiramente, uma pesquisa bibliográfica.

Após a análise inicial, foi feita a coleta dos materiais (cimento Portland CP II Z 32, areia lavada do tipo média/grossa, brita 1 e resíduo de quartzo) a serem analisados, e em seguida realizou-se a caracterização física destes materiais, que serão utilizados no traço do concreto. Executou-se os ensaios de granulometria e massa unitária para os agregados utilizados e para o resíduo de quartzo. Obteve-se a absorção de água dos agregados graúdos através dos seus respectivos ensaios, e o módulo de finura do aglomerante, de acordo com o ensaio de finura.

Ao fim da caracterização dos materiais, foi determinado o traço a ser utilizado, com o objetivo de obter os valores mínimos exigidos de resistência a compressão simples (20 MPa) e resistência à tração por compressão diametral (2,46 MPa).

Logo em seguida, iniciou-se a produção dos corpos de prova, com a utilização do pó de quartzo como substituto parcial da areia nas proporções de 10%, 20% e 30%, com idades de cura de 7, 14 e 28 dias. Posteriormente, foram realizados os ensaios mecânicos de compressão simples e resistência à tração por compressão diametral para análise do comportamento e efetividade do material. Os ensaios descritos acima foram executados com base em normas brasileiras do DNIT e ABNT. Segue logo abaixo, na figura 1, o fluxograma das atividades desenvolvidas:

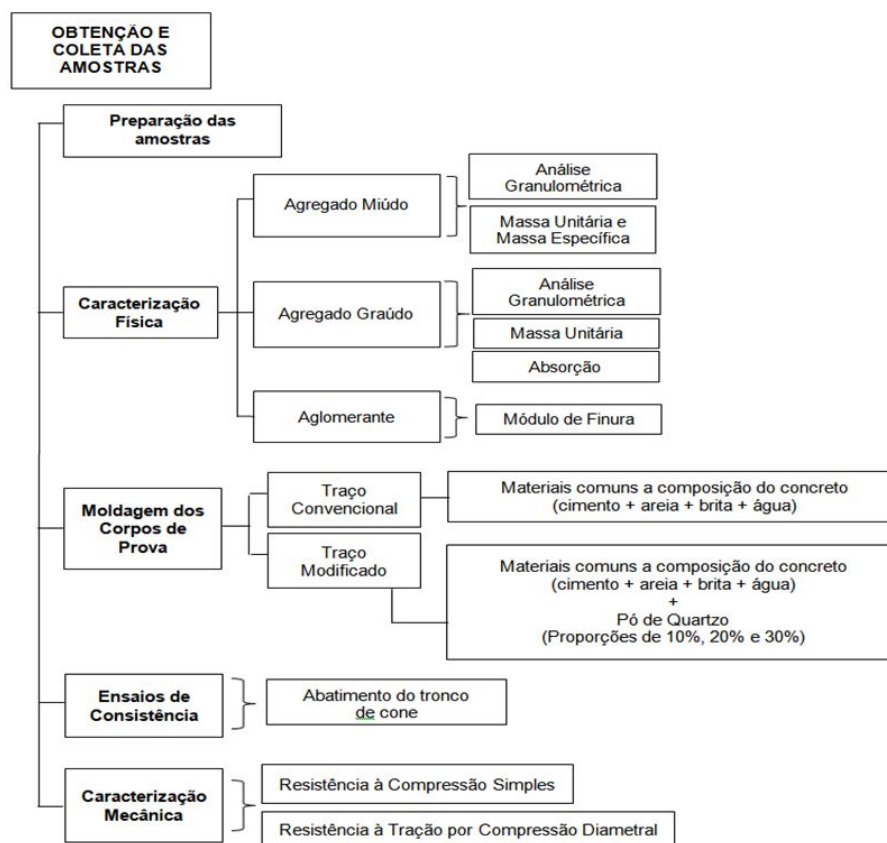


Figura 1: Fluxograma das atividades desenvolvidas. Fonte: Autor do Trabalho.

## RESULTADOS

A pesquisa baseou-se na caracterização do resíduo do pó de quartzo e dos outros materiais que foram utilizados na confecção do concreto. Levando-se em consideração a substituição parcial do agregado miúdo, realizou-se um comparativo entre os grãos do resíduo e da areia através dos resultados obtidos do ensaio granulométrico, como mostrado

na figura abaixo, que além de conter as curvas granulométricas do resíduo e da areia, contém os limites inferiores e superiores.

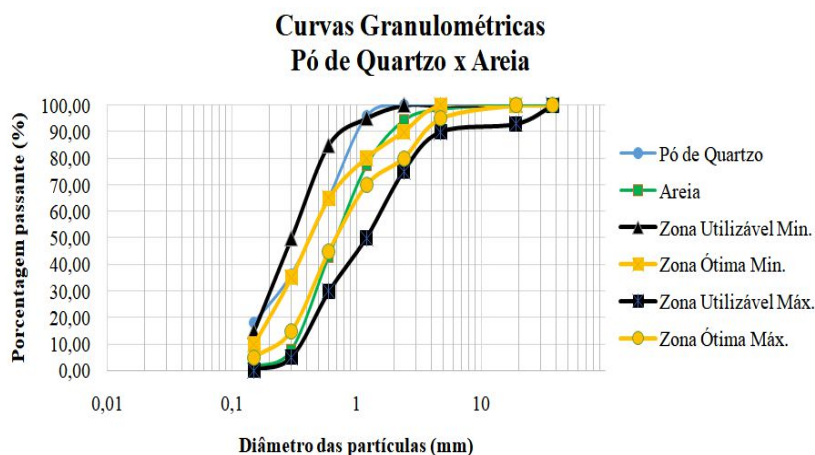


Figura 2: Curvas Granulométricas dos agregados e limites. Fonte: Autor do Trabalho.

A partir da análise granulométrica, percebe-se que o agregado miúdo natural apresentou distribuição granulométrica dentro da zona utilizável, conforme a NBR 7211/2009. No entanto, sua curva granulométrica aproxima-se da zona ótima, apresentando valores menores somente na peneira 2,36mm com 5,81% da massa retida acumulada, enquanto que o limite inferior é de 10%. É possível analisar também que nas peneiras de 0,3 e 0,15mm a areia demonstrou valores de 92,38 e 98,80%, respectivamente, maiores que o limite superior ao da porcentagem, em massa, retida, da zona ótima, que é 85 e 95% na mesma ordem.

Do mesmo modo, o pó de quartzo demonstrou uma granulometria que se enquadra na zona utilizável como agregado miúdo, contudo, sua granulometria também está aproximada da zona ótima, havendo divergência na peneira de 1,18mm em que o limite inferior é 20% e o apresentado pelo resíduo é 5,00%, como também na peneira de 2,36mm, cujo limite inferior estabelecido pela NBR 7211/2009 para a zona ótima é 10% enquanto que o resíduo da mineração não apresentou material retido nessa peneira. Além disso, na peneira de 0,15mm o limite superior é 95% e o rejeito da mineração possui 100% da porcentagem, em massa, retida acumulada nessa abertura.

Embora a curva granulométrica da areia esteja integralmente na zona utilizável como agregado miúdo para concreto, quando se analisa o seu valor de módulo de finura, vê-se que se encaixa no intervalo para a zona ótima, que varia de 2,20 a 2,90, conforme apresentado pela NBR 7211/2009. Já o pó de quartzo, possui um módulo de finura dentro das especificações da zona utilizável inferior que vai de 1,55 a 2,20, segundo a mesma norma. A partir da dimensão máxima característica (DMC) e módulo de finura dos agregados miúdos, nota-se que a DMC do pó de quartzo é 75,16% quando comparado a areia natural e em relação ao módulo de finura, também observa-se uma inferioridade no valor do resíduo, correspondendo a 33,81% de diferença.

De forma geral, quanto menor a dimensão do agregado, maior a área superficial por unidade de volume que precisa ser coberta pela pasta de cimento, ou seja, maior número de grãos por unidade de volume. Logo, torna-se necessário elevar a quantidade de água para contornar todos os grãos do pó de quartzo e garantir melhor trabalhabilidade, porém, dependendo do teor de água adicionado, pode-se reduzir a resistência do concreto. Com base nisso, vê-se que o resíduo de mineração em questão possui características próximas ao agregado miúdo natural analisado, possuindo distribuição granulométrica que satisfaz os requisitos prescritos pela norma em vigor, proporcionando assim, a sua utilização como agregado miúdo em substituição a areia na produção do concreto.

Porém, o resíduo do pó de quartzo se apresenta um pouco mais pesado quando comparado com a areia, pois sua massa específica é 1,92% maior que a areia, como apresentado na tabela 1. Logo, o resíduo estudado detém uma superfície específica superior à do agregado natural, exigindo maior consumo de pasta de cimento. Essa superfície tem proporção direta com a união entre o agregado e aglomerante e conseqüentemente na agregação das moléculas.

O valor a massa unitária da areia obtida (tabela 1) é 2,12% menor em relação a massa unitária do resíduo do pó de quartzo. Isso permite compreender que todos os espaços vazios, internos e externos, entre os grãos de areia e pó de quartzo são praticamente os mesmos.

Tabela 1. Valores da massa unitária e específica dos agregados miúdos.  
Fonte: Autor do Trabalho.

Amostra	Massa Unitária (g)	Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )	Módulo de Finura
Areia	1,41	2,60	2,78
Pó de Quartzo	1,44	2,65	1,84

Os resultados dos ensaios mecânicos de resistência à compressão são apresentados na tabela 2.

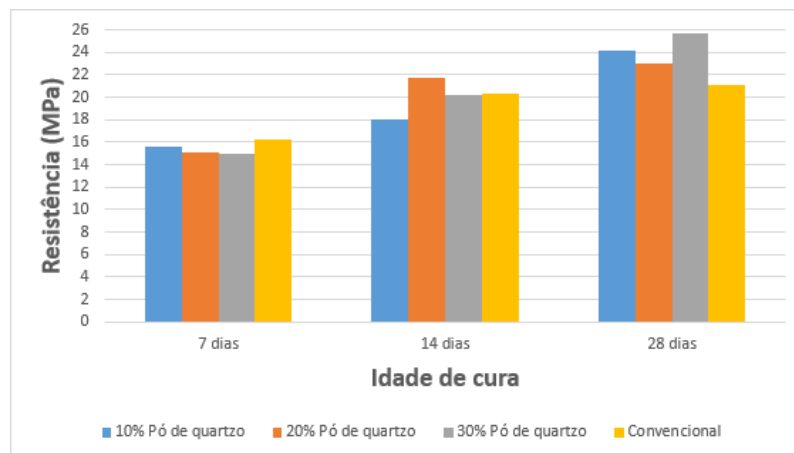
**Tabela 2. Resultados do ensaio de compressão simples.**

**Fonte: Autor do Trabalho.**

Traço	Resistência (MPa)		
	7 dias	14 dias	28 dias
Concreto Convencional	16,24	20,34	21,08
Pó de Quartzo – 10%	15,59	18,01	24,21
Pó de Quartzo – 20%	15,07	21,79	22,97
Pó de Quartzo – 30%	14,96	20,16	25,76

Dentre as composições estudadas, a substituição parcial do agregado miúdo por resíduo de pó de quartzo mostrou-se bastante favorável, tendo em vista que aos 28 dias de cura, os três teores de substituição atingiram resistências superiores ao mínimo exigido pela norma, sendo assim este resíduo possivelmente pode ser utilizado na fabricação de concretos armados para fins estruturais. Desses resultados pode-se analisar que, o teor de 30% de substituição é o considerado como ótimo, por apresentar uma resistência 28,8% superior ao mínimo exigido pela norma.

A figura 3 exibe os resultados do ensaio à compressão simples do concreto convencional e dos teores de substituição: 10%, 20% e 30%, nas três idades de curas estudadas: 7, 14 e 28 dias.



**Figura 3: Valores de resistência à compressão simples. Fonte: Autor do Trabalho.**

A figura a seguir, mostra os valores obtidos através do ensaio de tração por compressão diametral, dos corpos de prova nas 3 idades estudadas, 7, 14 e 28 dias, respectivamente.

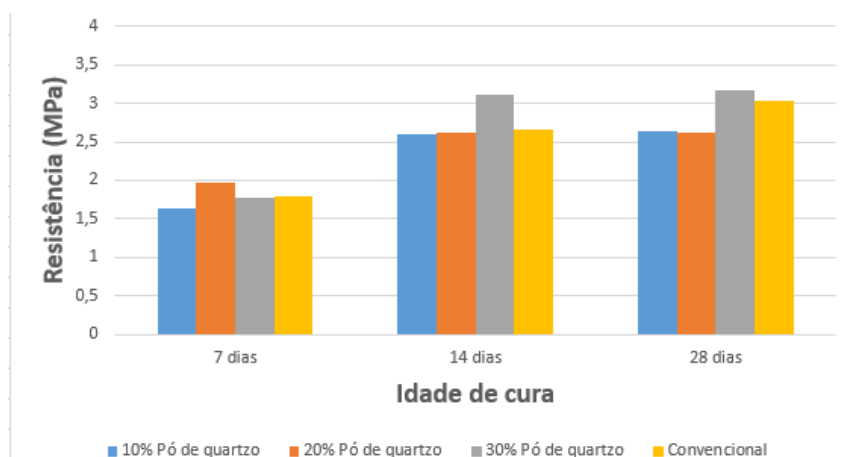


Figura 4: Valores de resistência à tração por compressão diametral. Fonte: Autor do Trabalho.

Pode-se observar que a resistência dos concretos com adição de pó de quartzo foi superior a resistência do concreto convencional nas 3 idades estudadas. Aos 7 dias o traço com 20% de pó de quartzo apresentou resultado superior a todos os outros concretos com a mesma idade de cura, aproximando-se dos 2 MPa. Em seguida, o traço com 30% de pó de quartzo foi bem superior aos outros traços nos 14 dias e um pouco melhor aos 28 dias, quando comparado com o concreto convencional, como também se comparado aos demais concretos em estudo.

A NBR 6118/2014, estabelece que aos 28 dias a resistência à tração por compressão diametral mínima exigida é de 2,46 MPa, valor obtido por todos os traços estudados. O traço que obteve os melhores resultados foi o com maior porcentagem de substituição da areia pelo pó de quartzo, mostrando sua eficiência frente ao uso da areia.

Portanto, o traço com 30% de substituição de areia por pó de quartzo, apresentou resultados superiores aos do concreto convencional nos 2 ensaios comparativos, demonstrando assim, ser uma opção bastante viável na escolha do traço ideal em uma determinada obra.

## CONCLUSÕES

É notável que o assíduo e desenfreado crescimento das atividades industriais contribuiu, de maneira negativa, para o alastre da poluição, causando significativos impactos na qualidade de vida das pessoas e principalmente no meio ambiente. A incorporação de resíduos da mineração no campo da construção civil, além de possibilitar a redução dos custos de algumas atividades, permite dar uma disposição final, ambientalmente correta, a estes materiais que, de outra forma, seriam causadores da degradação ambiental.

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que a análise granulométrica do resíduo inclui o mesmo na zona utilizável para fins de construção civil. Além disso, a utilização do resíduo influenciou no aumento da trabalhabilidade do material, isso porque o pó de quartzo apresenta uma quantidade de finos superior à quantidade presente na areia. Por outro lado, o fato da massa específica do pó de quartzo ser também superior à da areia, ocasionou a presença de um maior número de vazios na mistura, influenciando o processo de hidratação da massa e, desta forma, contribuindo para um maior consumo da pasta de cimento.

Quando analisados os resultados obtidos no ensaio de compressão simples ao qual o concreto foi submetido, é perceptível que a substituição parcial do agregado miúdo pelo resíduo de pó de quartzo é potencialmente favorável, uma vez que, os três teores de resíduo utilizados na mistura apresentaram valores de resistência superiores aos exigidos pela norma aos 28 dias de cura. Além disso, é possível observar que o teor de 30% de pó de quartzo incorporado à mistura pode ser considerado como ótimo, pois apresenta o maior valor de resistência à compressão simples.

Desta forma, é notório que a utilização do pó de quartzo em substituição parcial do agregado miúdo torna-se tecnicamente viável, tendo em vista que os valores de resistência obtidos são superiores aos exigidos em norma, atendendo assim aos requisitos estabelecidos para utilização do mesmo na fabricação do concreto. Ademais, por se tratar de um material cujo custo é relativamente baixo, a opção pelo mesmo contribui para diminuição dos gastos das obras de construção civil, como também para redução da presença deste resíduo no meio ambiente e dos impactos negativos causados pelo mesmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**, Rio de Janeiro, RJ, 2015.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação**, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
3. BACARJI, E. et al. **Análise do efeito de adição de diferentes teores de pó de granito nas propriedades mecânicas do micro concreto**. Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia, Goiânia, v. 4, n. 1, p.11-24, 2013.
4. SOUZA, I. N. C. **Impactos causados pelos resíduos procedentes da construção civil e demolição: uma análise conceitual dos procedimentos para minimizá-los**. Instituto Tocantinense Antônio Carlos Porto, Tocantins, 2017.