



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS CARAÚBAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

RENATA SAMYLA MATIAS NOGUEIRA

**GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS COMERCIALIZADOS NOS
MUNICIPIOS DA CHAPADA DO APODI/RN – ANÁLISE COMPARATIVA COM A
NORMA NBR 7211/2009**

CARAÚBAS – RN

2019

RENATA SAMYLA MATIAS NOGUEIRA

**GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS COMERCIALIZADOS NOS
MUNICÍPIOS DA CHAPADA DO APODI/RN – ANÁLISE COMPARATIVA COM A
NORMA NBR 7211/2009**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Profa. Dra. Edna Lucia da Rocha Linhares - UFERSA
Coorientadora: Profa. Aline Ribeiro da Silva - UFERSA

CARAÚBAS – RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M433 MATIAS NOGUEIRA, RENATA SAMYLA .
778g GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS
 COMERCIALIZADOS NOS MUNICÍPIOS DA CHAPADA DO
 APODI/RN ? ANÁLISE COMPARATIVA COM A NORMA NBR
 7211/2009 / RENATA SAMYLA MATIAS NOGUEIRA. -
 2019.
 57 f. : il.

 Orientadora: Profa. Dra. Edna Lucia da Rocha
 Linhares.
 Coorientadora: Profa. Aline Ribeiro da Silva .
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2019.

 1. Granítica. 2. Calcária. 3. Agregado Graúdo.
 4. Brita. 5. Granulometria. I. da Rocha Linhares,
 Profa. Dra. Edna Lucia , orient. II. Ribeiro da
 Silva , Profa. Aline , co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

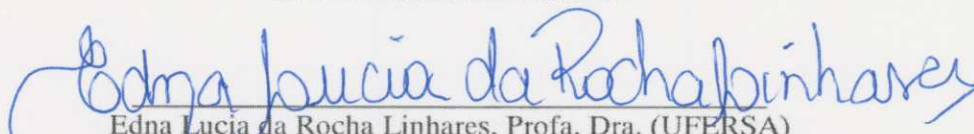
RENATA SAMYLA MATIAS NOGUEIRA

**GRANULOMETRIA DOS AGREGADOS GRAÚDOS COMERCIALIZADOS NOS
MUNICIPIOS DA CHAPADA DO APODI/RN – ANÁLISE COMPARATIVA COM A
NORMA NBR 7211/2009**

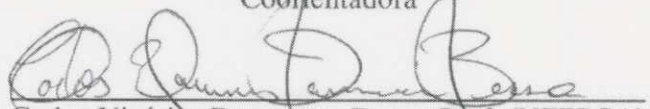
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 18 de março de 2019.

BANCA EXAMINADORA


Edna Lucia da Rocha Linhares, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente


Aline Ribeiro da Silva, Profa. (UFERSA)
Coorientadora


Carlos Vinícius Damasceno Bessa, Prof. (UFERSA)
Membro Examinador

Ao meu irmão José Rodolfo Matias Nogueira (In Memoriam), aos meus avós Maria Gomes Matias (In Memoriam) e Severino Matias (In Memoriam), só tenho a agradecer por terem sido sempre as minhas inspirações e os meus pilares. Vocês sempre estarão presentes na minha vida.

Dedico esse trabalho ao meu filho Rodolfo Samuel Nogueira Holanda, que é o único motivo de eu jamais ter desistido, minha vidinha, meu amor, tudo isso é por você. Te amo muito.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por todas as graças recebidas. Por nunca me deixar desistir, mesmo diante de tantos obstáculos e dos inúmeros momentos difíceis e de desespero, me dando sempre forças para continuar lutando pelos meus sonhos, e não me deixando abalar por pessoas de mal caráter que julgam as outras sem antes saber a sua verdadeira história. Sou grata por sempre ouvir as minhas orações, por sempre cuidar de mim, por toda sabedoria e proteção divina, e por não me deixar endurecer depois de tanto apanhar nessa vida e de tudo de ruim que já passei aqui.

A minha família, razão de minha existência, principalmente aos meus pais por todos os esforços realizados, fazendo o que podiam e não podiam pra me manter aqui, as vezes até passando fome só pra me ver alcançando esse sonho. Obrigada Mainha e Painho por todo esse cuidado exagerado, por cuidar do meu filho, meu maior tesouro, enquanto estou aqui lutando pra dar um futuro pra ele. Obrigada Painho por sempre ter acreditado em mim e ter orgulho de mim.

Agradecer principalmente ao meu filho Rodolfo, o único motivo de eu ainda está aqui, por todo amor a mim dedicado, sendo esse amor o combustível pra me manter aqui e aguentar tudo que já aguentei até hoje. Te amo muito meu filho, vou sempre enfrentar tudo e a todos por você.

A minha orientadora e professora Edna Lúcia, agradeço imensamente por toda ajuda, não só nas pesquisas, mas nos conselhos pessoais, como mãe e não me deixando desistir. Muito obrigada, nunca vou esquecer tudo que fez por mim. Obrigada por toda paciência que teve comigo, sei que não fui uma orientada fácil, obrigada pelo conhecimento transmitido, desculpa pelos momentos de desespero, por todas as vezes que chorei em sua mesa, obrigada pelos seus conselhos e seu carinho, foram muito importantes e essenciais para a conclusão desse desafio.

A Coorientadora, professor Aline Ribeiro, pelo apoio, disponibilidade, dedicação e todos os ensinamentos durante a realização desse trabalho; A Vinícius Bessa por ter aceitado o convite em está na banca. A todos os professores que diretamente ou indiretamente contribuíram para o meu conhecimento, aos que se tornaram além de professores bons amigos nessa caminhada. Ao Técnico do Laboratório de solos da UFERSA, Augusto, por está sempre disponível a me ajudar.

Em especial aos meus amigos que considero irmãos de coração, Jandira Nunes (que sempre procurou me acalmar nos meus momentos de tristeza e desanimo e também de estresse),

Clélio Rodrigo (por sempre me ajudar com a parte técnica e não se estressar com minha burrice, apesar de sua brutalidade), Humberto Farias (por me fazer sorrir com suas brincadeiras e me acalmar com suas palavras), João Gabriel (por cuidar de mim, sempre fazendo comida, massagem e trazendo remédios), Rita (por sempre fazer o que pode e que não pode por mim, ser a mãe que tenho aqui) Jaiana Pinheiro e Yan Jales (pelas orações a mim dedicadas e por me darem forças e sempre me incentivarem a não desistir).

Sou abençoada por tê-los na minha vida, vocês são pessoas maravilhosas iluminadas, com quem posso sempre contar. Obrigada por todos os momentos inesquecíveis e todas as felicidades compartilhadas, tenho que agradecer por cada abraço, por cada gesto de carinho, e ainda será muito pouco para tudo o que vocês merecem, nem sei se mereço tudo isso. Eu amo muito vocês!!

Por fim, mas não menos importantes, a todos os que direta ou indiretamente, colaboraram para a realização desse trabalho: Brito, Victória, João Neto, Ramon, Victor Manoel, Iara, Stackhouse, Maria Lopes e Luan Mota.

“Cada sonho que você deixa pra trás, é um
pedaço do seu futuro que deixa de existir”

STEVE JOABS

RESUMO

A microrregião da Chapada do Apodi no Estado Rio Grande do Norte, se evidencia pelo grande talento em recursos minerais para a indústria da construção civil. Este trabalho objetiva comparar a granulometria dos agregados graúdos: brita e cascalho comercializados, com as normas de ABNT na Chapada do Apodi-RN. As amostras dos tipos de britas e cascalhos foram coletados de acordo com a disponibilidade dos comércios dos quatros municípios estudados: Caraúbas, Apodi, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado. As análises experimentais foram realizadas no laboratório de solos na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, Campus Caraúbas. As análises granulométricas dos tipos das britas e cascalhos foram realizadas em peneiras padronizadas da série *Tyler* ou da série americana. O ensaio de absorção consistiu em submergir 3000g de brita calcária e de brita granítica classificada segundo o comércio por Brita 19mm; e 2000g de brita calcária e de brita granítica classificada segundo a comércio por cascalho; em água à temperatura ambiente por um período de (24 ± 4) h. Constatou-se que na Chapada do Apodi, nos municípios de Caraúbas, Apodi, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado, que as britas disponibilizadas no comércio são brita 19mm e cascalho. A maioria das britas disponibilizadas é de origem granítica compradas na pedreira no município de Caraúbas; nas cidades de Governador Dix-Sept Rosado e Felipe Guerra, também foi encontrado brita e cascalho de origem calcária. Em Governador Dix-Sept Rosado foi encontrado a brita oferecida por 19mm e em Felipe Guerra como cascalho ambas de origem calcária. Em Caraúbas disponibilizam outros tamanhos de britas e de cascalhos de origem granítica nos tamanhos de 25mm e 19mm e os cascalhos por 9mm e 12mm, respectivamente; todos estes tamanhos disponibilizados no comércio não condizem com a classificação granulométrica segundo as normas da ABNT NBR 7211. O ensaio de absorção de água de acordo com a NBR NM 53/2003 foi satisfatório para as amostras graníticas, mas não pras calcárias de acordo com os limites impostos pela norma. Foi observado também que as britas oferecidas como granítica, são britas mais consistentes e com menos absorção de água, sendo assim a mais qualificada na construção civil para os traços, pois as de origem calcária encontradas nos municípios de Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado, absorvem mais água, influenciando no fator água/cimento dos traços, facilitando as manifestações patológicas e problemas na qualidade do concreto. A brita granítica possui um desempenho melhor em relação a calcária.

Palavras-chave: Agregados da construção civil, Granítica, Calcária.

ABSTRACT

The microregion of Chapada do Apodi, in the State of Rio Grande do Norte, is evidenced by the great talent in mineral resources for the civil construction industry. This work aims to compare the granulometry of large aggregates: crushed stone and gravel marketed, with the Brazilian National Standards Organization (BNSO) in the Chapada do Apodi-RN. Samples of crushed stone and gravel types were collected according to the availability of the trades of the four cities studied: Caraúbas, Apodi, Felipe Guerra and Governor Dix-Sept Rosado. The experimental analyses were carried out in the soil laboratory at the Federal Rural Semiarid University - UFRSA, Caraúbas Campus. The granulometric analyzes of crushed stone and gravel types were carried out on standard Tyler or American series screens. The absorption test consisted of submersing 3000g of limestone and granite grit classified commercially by crushed stone 19mm, and 2000g of limestone and granite gravel classified according to gravel trade; in water at room temperature for a period of (24 ± 4) h. Apodi, Felipe Guerra and Governor Dix-Sept Rosado were found in the Chapada do Apodi, in the municipalities of Caraúbas, Apodi, Felipe Guerra and the Governor Dix-Sept Rosado, which are available in the trade are 19mm gravel and gravel. The majority of available Britons are of granite origin purchased at the quarry in the municipality of Caraúbas; in the cities of Governador Dix-Sept Rosado and Felipe Guerra, gravel and gravel of calcareous origin were also found. In Governador Dix-Sept Rosado was found the gravel offered by 19mm and in Felipe Guerra, like gravel, both of calcareous origin. In Caraúbas, other sizes of crushed stone and gravel of granite origin are available in sizes of 25mm and 19mm and gravels by 9mm and 12mm, respectively; all these commercially available sizes do not match the granulometric grading according to ABNT NBR 7211 standards. The water absorption test according to NBR NM 53/2003 was satisfactory for granitic samples, but not for calcareous samples according to limits imposed by the standard. It was also observed that brittle granitic rocks are consistently brittle and with less water absorption, thus being the most qualified in construction for the traces, since limestone found in Felipe Guerra and Governador Dix-Sept Rosado, absorb more water, influencing the water/cement factor of the traces, facilitating the pathological manifestations and problems in the quality of the concrete. Granite gravel has a better performance than limestone.

Keywords: Construction aggregates, Granite, Limestone.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS

NBR – NORMA BRASILEIRA

UFERSA – UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO

RN – RIO GRANDE DO NORTE

EPI – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

EPC – EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO COLETIVA

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Agregado miúdo.	23
Figura 2 - Agregado graúdo.....	23
Figura 3 - Mapa da Microrregião da chapada do Apodi – RN.....	29
Figura 4 - Peneiras padronizadas da série Tyler ou da série americana.	30
Figura 5 - Pesagem da amostra.....	31
Figura 6 - Mostras separadas por granulometria após o peneiramento	32
Figura 7 - Brita calcária submersa em água.	33
Figura 8 - Cascalho calcário e brita granítico submersos em água	33
Figura 9 - Secagem do cascalho em um pano absorvente	34
Figura 10 - Pesagem da brita submersa.	34
Figura 11 - Amostras de brita e cascalho na estufa para secagem.	35
Figura 12 - Pesagem da brita seca.	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva granulométrica da brita comercializada - brita 19mm (granítica) na cidade Apodi – RN.....	38
Gráfico 2 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho (granítico) na cidade de Apodi- RN.	39
Gráfico 3 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (granítica) no município de Felipe Guerra – RN.	40
Gráfico 4 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho (granítico) no município de Felipe Guerra - RN.	41
Gráfico 5 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho (calcário) no município de Felipe Guerra - RN.	42
Gráfico 6 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (granítica) município de Governado Dix-Sept Rosado – RN.	43
Gráfico 7 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 12mm (granítico) no município de Governado Dix-Sept Rosado - RN.	44
Gráfico 8 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (calcária) no município de Governador Dix-Sept Rosado – RN.	45
Gráfico 9 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (granítica) no município de Caraúbas – RN.....	47
Gráfico 10 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 25mm (granítica) no município de Caraúbas – RN.....	48
Gráfico 11 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 12mm (granítico) do município de Caraúbas – RN.....	49
Gráfico 12 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 9mm (granítico) no município de Caraúbas – RN.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais Utilizações dos Agregados.	26
Quadro 2 - Identificação dos tipos de agregados graúdos (brita) disponibilizados nos comércios da Chapada do Apodi -RN.	36
Quadro 3 - Identificação dos tipos de agregados graúdos (cascalho) disponibilizados nos comércios da Chapada do Apodi -RN.	37
Quadro 4 - Resultado em massa do ensaio de absorção dos agregados graúdos (brita) disponibilizados na Chapada do Apodi -RN.	51
Quadro 5 - Resultado em massa do ensaio de absorção dos agregados graúdos (cascalho) disponibilizados na Chapada do Apodi -RN.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.	24
Tabela 2 – Limites granulométricos de agregado graúdo.....	24
Tabela 3: Limites da composição granulométrica do agregado graúdo.	25
Tabela 4 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (granítica) na cidade Apodi -RN.	38
Tabela 5 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por Cascalho (granítico) na cidade de Apodi- RN.	39
Tabela 6 - Resultado da análise granulométrica comercializada por Brita 19mm (granítica) no município de Felipe Guerra -RN.	40
Tabela 7 - Resultado da análise granulométrica comercializado por Cascalho (granítico) no município de Felipe Guerra -RN.	41
Tabela 8 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por Cascalho (calcário) no município de Felipe Guerra -RN.....	42
Tabela 9 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (granítica) no município de Governado Dix-Sept Rosado -RN.	43
Tabela 10 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por Cascalho 12mm (granítico) no município de Governado Dix-Sept Rosado -RN.	44
Tabela 11 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (Calcária) no município de Governador Dix-Sept Rosado -RN.....	45
Tabela 12 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (granítica) no município de Caraúbas -RN.....	46
Tabela 13 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 25mm (granítica) no município de Caraúbas -RN.....	47
Tabela 14 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 12mm (granítico) do município de Caraúbas -RN.	48

Tabela 15 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 9mm (granítico) no município de Caraúbas -RN.	49
--	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	19
1.1 Objetivos.....	21
1.1.1.Objetivo Geral	21
1.1.2 Objetivos Específicos	21
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Granulometria	22
2.2 Agregados da Construção Civil.....	22
2.3 Agregados Naturais e Artificiais	26
2.4 Britas.....	26
2.5 Cascalho.....	27
2.6 Influência da granulometria do agregado na trabalhabilidade do concreto	28
2.7 Problemas causados por uso incorreto da granulometria do agregado.	28
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 Local.....	29
3.2 Caracterização do estudo.....	30
3.3 Coleta de dados e análise.	30
3.4 Equipamentos e materiais.....	30
3.5 Procedimentos	31
3.5.1 Análise granulométrica.....	31
3.5.2 Ensaio de massa específica e de absorção de água.....	32
3.5.3 Determinação do módulo de finura e diâmetro máximo.	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1 Coleta	36
4.2 Ensaio de composição granulométrica	37
4.2.1 Agregados coletados no município de Apodi-RN.....	38
4.2.2 Agregados coletados no município de Felipe Guerra – RN.	40
4.2.3 Agregados coletados no município de Governado Dix-Sept Rosado – RN.....	43
4.2.4 Agregados coletados no município de Caraúbas – RN	46
4.3 Ensaio de absorção da brita.....	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

A microrregião da Chapada do Apodi no estado Rio Grande do Norte se destaca pelo potencial de recursos minerais. Possui mineradoras de pequeno e médio porte, mas pode-se observar um grande potencial para a extração de diversos recursos minerais, sendo eles: água mineral, argila, areia, pedra de brita, rocha calcária, petróleo e gás natural. Os governos municipais que formam a Chapada do Apodi não têm uma noção da riqueza que existe em seus territórios e algumas delas desconhecem algumas atividades de exploração de recursos minerais, assim não tendo um controle da economia e das contribuições de impostos, dessa forma paralisa o desenvolvimento socioeconômico dos municípios. A atividade de mineração, embora bastante necessária, altera a paisagem e degrada o meio ambiente, então é importante a busca de um plano de manejo e recuperação de áreas degradadas após a extração desses minerais; necessidade de fiscalizações municipais e licenciamentos ambientais junto aos órgãos competentes, visando buscar a conscientização do uso dos equipamentos de EPI's e EPC's, melhorias técnicas, mitigação das vulnerabilidades do meio ambiente, de forma que os impactos negativos sejam minimizados e obtenham uma exploração dos recursos minerais dentro do desenvolvimento sustentável (PINHEIRO, 2018).

Embora a Chapada do Apodi detenha um grande potencial de recursos minerais para a indústria da construção civil, há uma dificuldade no território na padronização dos agregados da construção civil comercializada e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), principalmente no que diz respeito ao agregado graúdo, como as britas. Essa ausência nos padrões dos agregados, aumenta a preocupação na garantia da qualidade dos materiais e a aplicação dos mesmos. Esta preocupação evidência ainda mais quando se trata dos agregados graúdos que compõe diretamente combinações e nas etapas imprescindíveis na construção civil. Um dos entraves e vulnerabilidades na qualidade das obras é a aplicação inadequada dos materiais comercializados sem seguir devidamente as normas legais estabelecidas pela ABNT.

De acordo com a NBR 7211 – Agregados para concreto – Especificação, os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto.

Os agregados são classificados quanto à sua origem, dimensões dos grãos e pelo peso específico aparente. Quanto à origem, podem ser: naturais (material encontrado na natureza já

em forma particulada, sem passar por processos industriais), industrializados (material natural que sofre processos industriais para fragmentação) e industriais (material que sofreu algum tipo de processo químico-físico, geralmente resíduos, oriundos de processos industriais) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2009).

Quanto às dimensões, os agregados são classificados em miúdos e graúdos. Os agregados miúdos são aqueles cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 μ m. Os agregados graúdos são aqueles cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 14,75 mm (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 2009).

As principais características do concreto às quais relacionam os agregados miúdos são resistência à compressão, durabilidade e trabalhabilidade. A resistência à compressão do concreto pode alterar de um agregado para outro em função de sua granulometria. Agregados com elevado teor de finos tendem a causar um maior índice de vazios no concreto. A trabalhabilidade do concreto, além do fator A/C, depende do formato característico dos grãos do agregado. A forma dos grãos é a característica que mais afeta a trabalhabilidade de um concreto se mantidas inalteradas as demais variáveis do traço (BAUER, 1995).

De forma geral, o uso do agregado graúdo (brita) proporciona uma maior resistência ao concreto e um maior enchimento da massa. É importante o uso conjunto de agregados em diferentes granulometrias, de forma que os menores encham os espaços vazios dos maiores. Ou seja, os vazios visíveis a olho nu serão enchidos pelo agregado miúdo, enquanto os vazios restantes (minúsculos) serão preenchidos pelo cimento molhado.

A influência da granulometria na qualidade do concreto está diretamente relacionada a quantidade total de agregados existentes no traço e sua exclusiva granulometria. O tamanho das partículas do agregado influencia no fator água/cimento, ou seja, a água necessária para a consistência do traço, quanto maior a dimensão do agregado, menor será o teor de areia, e consequentemente, menor consumo de água. Se a quantidade de brita aumentar amplamente, a falta de argamassa gerará vazios na mistura, permitindo o atrito direto das britas, resultando em grande perda da plasticidade e ficando com dificuldades para o adensamento, esses são os principais aspectos associados aos agregados que afetam a ruína do concreto.

Diante disso e a questão sobre todos os problemas que o uso errado na granulometria do agregado pode causar em uma obra, sugere-se a análise das características do agregado graúdo (brita e cascalho) a fim de corrigir possíveis manifestações patológicas em obras na construção civil.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Comparar a granulometria dos agregados graúdos comercializados com as normas da ABNT na Chapada do Apodi-RN.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os tipos dos agregados graúdos (brita e cascalho), disponibilizados no comércio;
- Analisar a granulometria dos agregados graúdo (brita e cascalho), segundo as normas da ABNT;
- Analisar o índice de absorção dos agregados graúdos (brita e cascalho);

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Granulometria

A Granulometria ou Análise Granulométrica dos solos é um estudo da distribuição das dimensões dos grãos de um solo; ou seja, é a determinação das dimensões das partículas do agregado e de suas respectivas porcentagens de ocorrência. O principal objetivo é conhecer a distribuição granulométrica do agregado e representá-la através de uma curva. Possibilitando assim a determinação geral de suas características físicas. O conhecimento das propriedades dos sólidos particulados é fundamental para o estudo de muitas operações unitárias como a fragmentação, o peneiramento, a fluidização, a mistura, o armazenamento, as separações mecânicas, o escoamento de fluidos através de leitos granulares e a adsorção. De todas as formas e tamanhos em que podem ser encontrados os sólidos, a mais importante, do ponto de vista da Engenharia, são as partículas pequenas. É necessário conhecer as características dos sólidos em forma de partículas para desenhar os processos e os equipamentos em que intervêm tais sólidos (OLIVEIRA & BRITO, 2002).

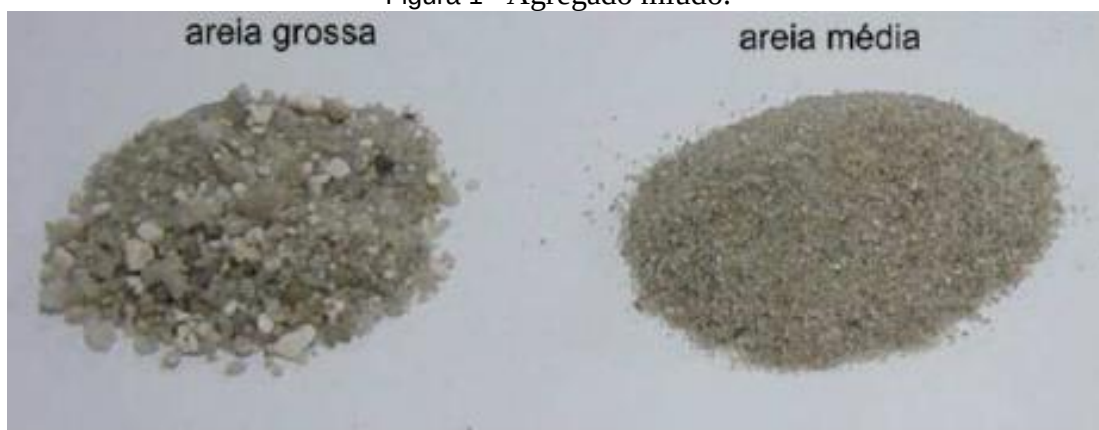
2.2 Agregados da Construção Civil

Agregado é todo material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inerte de dimensões e propriedades adequadas para a engenharia. Os agregados conjuntamente com os aglomerados, especificamente o cimento, formam o principal material de construção; o concreto. Eles desempenham um importante papel nas argamassas e concretos, quer do ponto de vista econômico, quer do ponto de vista técnico, e exercem influência benéfica sobre algumas características importantes, como: retração, aumento da resistência ao desgaste, etc., sem prejudicar a resistência aos esforços mecânicos, pois os agregados de boa qualidade têm resistência superior à da pasta do aglomerante (PETRUCCI, 1982).

Composição granulométrica é a distribuição das partículas dos materiais granulares entre várias dimensões, e é usualmente expressa em termos de porcentagens acumuladas maiores ou menores do que cada uma das aberturas de uma série de peneiras, ou de porcentagens entre certos intervalos de abertura das peneiras (MEHTA & MONTEIRO, 1994).

Segundo a definição da NBR 7225/1993, agregado é o material natural, de propriedades adequadas ou obtido por fragmentação artificial de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 100mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075mm. Inclui, portanto, agregado graúdo e agregado miúdo. A NBR 7211/2009 fixa as características exigíveis na recepção e produção de agregados, miúdos e graúdos, de origem natural, encontrados fragmentados ou resultantes da britagem de rochas. Dessa forma, define agregado miúdo (Figura 1) como os agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 μ m. Define ainda agregado graúdo (Figura 2) os agregados cujos grãos passam por uma peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira de 4,7mm.

Figura 1 - Agregado miúdo.



Fonte: ASSUNÇÃO, 2009.

Figura 2 - Agregado graúdo



Fonte: ASSUNÇÃO, 2009.

Ambos os tipos de agregados (miúdo e graúdo), existem faixas granulométricas utilizáveis. A distribuição granulométrica, determinada segundo a NBR NM 248:2003 - Agregados - Determinação da composição granulométrica para agregado miúdo deve atender aos limites estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1: Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada			
	Limites inferiores		Limites superiores	
	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
9,5 mm	0	0	0	0
6,3 mm	0	0	0	7
4,75 mm	0	0	5	10
2,36 mm	0	10	20	25
1,18 mm	5	20	30	50
600 µm	15	35	55	70
300 µm	50	85	85	95
150 µm	85	90	95	100

NOTAS

- 1 O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.
- 2 O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.
- 3 O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.

Fonte: NBR 7211:2009.

Para os agregados graúdos, existe ainda uma classificação, em brita 0, 1, 2, 3, 4 e 5. A distribuição granulométrica, determinada segundo a NBR NM 248:2003 - Agregados - Determinação da composição granulométrica para agregado graúdo deve atender aos limites estabelecidos na Tabela 2.

Tabela 2 – Limites granulométricos de agregado graúdo.

Graduação	Porcentagem retida acumulada, em peso, nas peneiras de abertura nominal, em mm.												
	152	76	64	50	38	32	25	19	12,5	9,5	6,3	4,8	2,4
0	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0-10	-	80-100	95-100
1	-	-	-	-	-	-	0	0-10	-	80-100	92-100	95-100	-
2	-	-	-	-	-	0	0-25	75-100	90-100	95-100	-	-	-
3	-	-	-	0	0-30	75-100	87-100	95-100	-	-	-	-	-
4	-	0	0-30	75-100	90-100	95-100	-	-	-	-	-	-	-
5 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ As porcentagens são fixadas de acordo com o indicativo em 1,4.

Fonte: NBR 7211:2009.

A distribuição granulométrica, determinada segundo a ABNT NBR NM 248, deve atender aos limites indicados para o agregado graúdo constantes na Tabela 3.

Tabela 3: Limites da composição granulométrica do agregado graúdo.

Peneira com abertura de malha (ABNT NBR NM ISO 3310-1)	Porcentagem, em massa, retida acumulada				
	Zona granulométrica d/D1)				
	4,75 - 12,5	9,5 - 25	19 - 31,5	25 - 50	37,5 – 75
75 mm	-	-	-	-	0-5
63 mm	-	-	-	-	5-30
50 mm	-	-	-	0-5	75-100
37,5 mm	-	-	-	5-30	90-100
31,5 mm	-	-	0-5	75-100	95-100
25 mm	-	0-5	5-25 ²	87-100	-
19 mm	-	2-15 ²	65 ² -95	95-100	-
12,5 mm	0-5	45 ² -65 ²	92-100	-	-
9,5 mm	2 - 15 ²	80 ² -100	95-100	-	-
6,3 mm	40 ² -65 ²	92-100	-	-	-
4,75 mm	80 ² -100	95-100	-	-	-
2,36 mm	95-100	-	-	-	-

1) Zona granulométrica correspondente à menor (d) e à maior (D) dimensões do agregado graúdo.

2) Em cada zona granulométrica deve ser aceita uma variação de no máximo cinco unidades percentuais em apenas um dos limites marcados com 2). Essa variação pode também estar distribuída em vários desses limites.

Fonte: NBR 7211:2009.

Como pelo menos três quartas partes do volume do concreto são ocupadas pelos agregados (Quadro 1), não surpreende que a sua qualidade seja de considerável importância. O agregado não só pode influenciar a resistência do concreto, pois agregados com propriedades indesejáveis podem não apenas produzir um concreto pouco resistente, mas também podem comprometer a durabilidade e o desempenho estrutural do concreto (NEVILLE, 1997).

Abreu 2014, no seu estudo comparativo de brita granítica e calcária encontrou que, a brita calcária não atende ao limite imposto para o resultado do ensaio de material pulverulento, conforme NBR NM 46/2001, em que a mesma possui um percentual maior do que o limite máximo de 1%, enquanto a brita granítica atendeu a esse limite máximo. No entanto, para os ensaios granulométricos (NBR NM 248/2003), os resultados foram para os limites impostos. Apesar da brita calcária possuir valores excludentes quanto ao material pulverulento, sendo que, a mesma atende melhor a análise granulométrica do índice de forma do que a brita granítica. No entanto, a brita granítica possui um desempenho melhor em relação aos outros ensaios, em que a mesma absorveu menos água, possui menos material pulverulento e um menor desgaste abrasão.

Quadro 1 - Principais Utilizações dos Agregados.

Areia Artificial e Areia Natural	Assentamento de bloquetes, tubulações em geral, tanques, embolso, podendo entrar na composição de concreto e asfalto.
Pedrisco	Confecção de pavimentação asfáltica, lajotas, bloquetes, intertravados, lajes, jateamento de túneis e acabamentos em geral.
Brita 1	Intensivamente na fabricação de concreto, com inúmeras aplicações, como na construção de pontes, edificações e grandes lajes
Brita 2	Fabricação de concreto que exija maior resistência, principalmente em formas pesadas
Brita 3	Também denominada pedra de lastro utilizada nas ferrovias
Brita 4	Produto destinado a obras de drenagem, como drenos sépticos e fossas.
Rachão, pedra de mão ou pedra marroada	Fabricação de gabiões, muros de contenção e bases.
Brita graduada	Em base e sub-base, pisos, pátios, galpões e estradas.

Fonte: KULAIF, Yara (2001).

2.3 Agregados Naturais e Artificiais

Em relação à origem, podem ser classificados como naturais e artificiais. Os naturais ocorrem na natureza, praticamente prontos para utilização, necessitando, no máximo, de um rápido processamento de lavagem e classificação, como as areias, grânulos e cascalhos provenientes de depósitos sedimentares. Os artificiais são os que necessitam de beneficiamento, ou seja, brita, areia artificial, etc. O termo artificial refere-se ao modo de obtenção e não ao material propriamente dito. No entanto, existem autores que classificam como artificiais aqueles agregados que são obtidos por processos industriais como escória de alto forno, argila expandida, etc. (CAVALCANTI & PARAHYBA, 2012).

2.4 Britas

Material classificado como agregado de origem artificial, de tamanho graúdo. Tendo como área fonte as pedreiras, que exploram rochas cristalinas com solos pouco espessos de cobertura, no estado físico sem muita alteração, de preferência aquela contendo rochas quartzo – feldspáticas como os granitos, gnaisses. Porém, às vezes, rochas como o basalto e calcários microcristalinos, também são explorados para essa finalidade. A textura da rocha fonte deve ser coesa e não muito grossa, com baixa porosidade, ausência de plano de fraqueza ou estrutura

isotrópica. Não é recomendável utilizar rochas xistosas, com acamamento, foliações finas, micro fraturas (CHIOSSI, 1979). Considerada um agregado artificial, as britas são materiais que são extraídos em forma de blocos de rocha e precisam passar por processos de fragmentação, podendo ser considerada a brita propriamente dita ou, ainda, areia britada, de granulometria mais fina. (ALECRIM, 1982). Como agregados artificiais podem ser produzidas em qualquer lugar da crosta terrestre onde haja uma fonte. A extração destes materiais em sua área fonte (pedreira, depósito sedimentar) depende basicamente de três fatores: a qualidade do material, o volume de material útil e o transporte, ou seja, a localização geográfica da jazida. (CHIOSSI, 1979).

O granito é uma rocha plutônica ácida, com aproximadamente 75% de sílica; cristais de 1 a 5 mm, ou maiores; de cor cinza. Sua taxa de ruptura sob compressão é de aproximadamente 90 MPa. Esta rocha geralmente fornece agregados de excelente qualidade, pois são resistentes, tem baixa porosidade e absorção de água e não reagem com os álcalis do concreto de cimento Portland. As rochas graníticas possuem uma grande diversidade de tipos e cores, destacando-se o preto, branco, azul, marron, amarelo e verde, além dos movimentados. Algumas rochas produzidas no estado da Paraíba são conhecidas com os seguintes nomes comerciais: Preto São Marcos, Azul Sucuru, Green Space, Bordeaux Fuji, Branco Fuji, Marron Madeira, Juparaná Florença, Róseo Picuí, Gold Fuji e Branco Floral (PARAHYBA, 2009).

As rochas calcárias são formadas a partir do mineral calcita, composta por carbonato de cálcio. A origem do carbonato varia desde fósseis de organismos vivos, até por precipitação química (DPM/Unesp, 2012). As reservas destas rochas são encontradas em todos os continentes, porém menos de 10% das reservas são compostas exclusivamente por carbonato de cálcio (SAMPAIO & ALMEIDA, 2009).

2.5 Cascalho

O cascalho é a denominação genética de seixos, originários de fragmentos de rochas preexistentes e se enquadram numa faixa granulométrica, variável de 2 a 256mm de diâmetro, segundo as subdivisões de Wentworth. É definido como depósito, nível ou acumulação de fragmentos de rochas e/ou minerais mais grossos do que areia, principalmente com tamanho de seixos. É um agregado de origem natural e tamanho graúdo (ALECRIM, 1982). Cascalho pertence ao grupo dos Agregados para construção civil (areia, brita e cascalho) que ocupam 1º lugar em quantidade e 2º em valor no mundo. Os baixos preços unitários resultam da relação entre limites de distância de distribuição (uso local) e larga distribuição de pequenos

empreendimentos. Na produção e comércio predominam o improvisado e a informalidade. É encontrado principalmente em barras de rios, e às vezes em camadas de rochas sedimentares com baixa coesão, intemperização de rochas cristalinas, ou resultante do beneficiamento da areia. (CHIOSSI, 1979).

2.6 Influência da granulometria do agregado na trabalhabilidade do concreto

A composição granulométrica, isto é, a proporção relativa expressa em forma de porcentagem (%) em que se encontram os grãos de certos agregados, tem importante influência sobre a qualidade dos concretos, agindo na compactidade e resistência (HELENE & TERZIAN, 1992).

Um dos parâmetros-chave que influenciam a trabalhabilidade de uma mistura de concreto fresco é a característica dos agregados empregados na produção dos concretos. A quantidade total de agregados presente no traço, as proporções relativas de agregados miúdo e graúdo, a respectiva granulometria, a forma e a textura superficial das partículas são os principais fatores relacionados aos agregados que afetam o abatimento do concreto (CASTRO & LIBORIO, 2003).

2.7 Problemas causados por uso incorreto da granulometria do agregado.

A brita ou pedra britada é um dos principais componentes do concreto. Seu papel de agregado graúdo influencia diretamente na compactação, custo e desempenho do concreto. As propriedades individuais da brita afetam o concreto por completo, sua granulometria, por exemplo, é responsável pelo preenchimento dos vazios deixados pelos demais componentes. Quando presente no concreto, a mesma é totalmente envolvida por uma camada de argamassa cimentícia que é responsável por unificar os elementos dando forma e resistência à estrutura. Essa unificação faz com que concreto deixe de ser um conjunto de elementos dispersos e se torne um único elemento maciço e resistente (HELENE & TERZIAN, 1992).

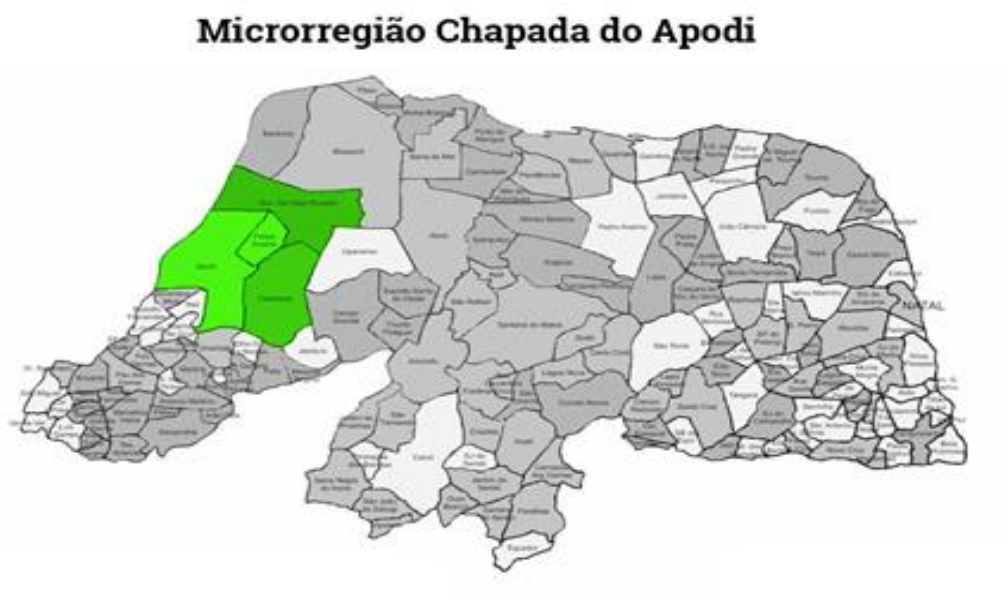
O uso de agregados inadequados tem causado rápida deterioração de concreto de cimento PORTLAND em condições severas de temperatura. Pelo mesmo motivo, o material ligante em pavimento asfáltico pode se descolar das partículas dos agregados, provocando rápida deterioração do pavimento. Portanto, uma seleção adequada dos agregados é essencial para atingir a uma desejada performance da estrutura. (VALVERDE, 2001).

3. METODOLOGIA

3.1 Local

O estudo foi realizado em municípios da microrregião da Chapada do Apodi, situada na mesorregião do Oeste Potiguar no estado do Rio Grande do Norte-RN. A microrregião da Chapada do Apodi é pertencente a mesorregião Oeste Potiguar, com uma superfície 4.095,443 km², constituído por quatro municípios, sendo eles Caraúbas, Apodi, Governador Dix-Sept Rosado e Felipe Guerra (Figura 3). A microrregião tem as seguintes microrregiões limítrofes: Baixo Jaguaribe (CE), Médio Oeste, Mossoró, Pau dos Ferros, Serrado Pereiro (CE), Umarizal; é dividida nos municípios de Apodi, Felipe Guerra, Caraúbas e Governador Dix-Sept Rosado. O município de Apodi de acordo com a estimativa realizada pelo IBGE em 2014, sua população é de 36.120 habitantes, uma área territorial de 1.602 km²; o município de Felipe Guerra, tem uma população de 5.734 habitantes, área territorial de 268 km², (IBGE 2010); o município de Governador Dix-Sept Rosado segundo estimativa do IBGE no ano de 2014, sua população é de 12.992 habitantes, e a área territorial é de 1.129 km², e o município de Caraúbas apresenta uma área 1.132,860 km², densidade 18,15 hab./km² e uma população de 20.636 hab. (IBGE/2016).

Figura 3 - Mapa da Microrregião da chapada do Apodi – RN.



Fonte: IBGE, 2016.

3.2 Caracterização do estudo

Os procedimentos metodológicos utilizados para o estudo foram: bibliográficos e visitas aos centros comerciais. Assim, utilizou-se uma pesquisa bibliográfica acerca do tema proposto, baseando-se em trabalhos realizados anteriormente e sobre a granulometria dos agregados graúdos. Foi realizado um levantamento nos comércios da cidade por agregados graúdos da construção civil (brita e cascalho), onde também foram identificados os materiais e sua classificação estabelecida em cada comercio.

3.3 Coleta de dados e análise.

As amostras dos tipos de britas e cascalhos coletados foram de acordo com a disponibilidade dos comércios dos quatros municípios estudados, ou seja, em cada estabelecimento com sua variedade de tipos. As análises experimentais foram realizadas no laboratório de solos na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Campus Caraúbas.

3.4 Equipamentos e materiais

As analises granulométricas dos tipos das britas e cascalhos foram realizadas em peneiras padronizadas da série *Tyler* ou da série americana (Figura 4). Em cada uma das séries de peneiras, o diâmetro do fio e o tamanho da malha, ou o número de aberturas por polegada linear, são ajustados de modo que a razão entre a dimensão dos furos de quaisquer 2 peneiras consecutivos é uma constante de série, e constitui uma progressão geométrica para o tamanho dos furos. Foram utilizados também uma balança com precisão de três casas decimais, e uma pá de ferro.

Figura 4 - Peneiras padronizadas da série Tyler ou da série americana.



Fonte: Roza, 2016.

3.5 Procedimentos

3.5.1 Análise granulométrica

O procedimento utilizado foi o peneiramento, que consiste em empilhar uma série de peneiras padrão formando uma pilha, colocando a peneira de abertura de malha menor no fundo e a de abertura de malha maior na parte superior. Sob a bandeja do fundo é inserida uma bandeja “cega”.

A análise iniciou separando uma quantidade de amostras de acordo com a NBR NM 26 e NM 27 e pesando (Figura 5), amostras essas que foram secas ao ar livre.

Figura 5 - Pesagem da amostra.



Fonte: Próprio autor, 2019.

As amostras foram colocadas nas peneiras mais grossas e constatou-se em qual peneira o material começava a ser retido, a retenção do material começou na peneira 19mm. Utilizou-se uma amostra de 5000g nos ensaios, quantidade recomendada pela NBR NM 248. As peneiras foram encaixadas, previamente limpas, de modo a formar um único conjunto de peneiras, com abertura de malha em ordem crescente da base para o topo. Em seguida foi feito a agitação manual do conjunto, por um tempo razoável de 10 a 20 minutos para permitir a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grão da amostra (Figura 6); a agitação das peneiras foram feitas em movimentos laterais e circulares alternados, tanto no plano horizontal

quanto inclinado. As partículas que passaram pela peneira mais fina foram recolhidas no coletor existente no fundo da pilha de peneiras.

Figura 6 - Mostras separadas por granulometria após o peneiramento



Fonte: Próprio autor, 2019.

Os resultados de uma análise por peneiramento são apresentados inicialmente dessa forma tabular para indicar a fração de massa sobre cada peneira em função do intervalo do tamanho da malha entre as peneiras. (SAMPAIO, 1991). Ao final do ensaio pesou-se a massa da amostra retida em cada peneira e na panela do fundo, somou-se as massas para obter a massa total da amostra, sendo possível assim calcular as frações mássicas ou porcentagens retidas nas peneiras.

3.5.2 Ensaio de massa específica e de absorção de água

A determinação da massa específica e absorção de água para os agregados graúdos: brita calcária e granítica, ocorreu conforme ABNT NBR NM 53/2009. O ensaio consistiu em submergir 3000g de brita calcária (Figura 7) e de brita granítica classificada segundo o comércio por Brita 19mm; e 2000g de brita calcária e de brita granítica classificada segundo a comércio por cascalho (Figura 8); em água à temperatura ambiente por um período de (24 ± 4) h.

Figura 7 - Brita calcária submersa em água.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Figura 8 - Cascalho calcário e brita granítico submersos em água



Fonte: Próprio autor, 2019.

O peso da coleta da amostra foi estabelecido após descobrir a sua dimensão máxima no ensaio de granulometria e seguindo o procedimento estabelecido na NM 26 reduzi-la de acordo com a NM 27. Posteriormente foi retirado as amostras da água e envolvida em um pano absorvente (Figura 9) até que toda a água visível foi eliminada, mesmo a superfície das partículas apresentando-se úmida.

Figura 9 - Secagem do cascalho em um pano absorvente



Fonte: Próprio autor, 2019.

Os fragmentos grandes foram limpos individualmente. Em seguida foi determinado imediatamente o peso das amostras com precisão de 1 g (m_s = agregado saturado com superfície seca) e colocado a amostra no cesto de arame (Figura 10), submerso em água mantida a $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e pesado em água utilizando a balança hidrostática com precisão de 1 g (m_a = massa em água).

Figura 10 - Pesagem da brita submersa.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Após este processo as amostras foram colocadas na estufa a $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ (Figura 11) até secar, ou seja, ficando a massa constante, deixou-se esfriar em temperatura ambiente durante 1h a 3 h, onde o agregado ficou a uma temperatura que permitia sua manipulação. (aproximadamente 50°C) e pesado com precisão de 1 g (m = agregado seco) (Figura 12)

Figura 11 - Amostras de brita e cascalho na estufa para secagem.



Fonte: Próprio autor, 2019.

Figura 12 - Pesagem da brita seca.



Fonte: Próprio autor, 2019.

3.5.3 Determinação do módulo de finura e diâmetro máximo.

A dimensão máxima do agregado é, convenientemente, designada pela dimensão da abertura da peneira, na qual ficam retidos 15 por cento ou menos das partículas do agregado. Em geral, quanto maior a dimensão máxima do agregado, menor será a área superficial por unidade de volume, que tem de ser coberta pela pasta de cimento, para uma dada relação água/cimento (MEHTA & MONTEIRO, 1994).

O cálculo do módulo de finura segundo a NBR 7211/2009 afirma que, a soma dos percentuais acumulados em todas as peneiras da série normal, dividida por 100. Quanto maior o módulo de finura, mais grosso será o solo. Os resultados das análises foram sistematizados e apresentados em Quadros, Tabelas e Gráficos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Coleta

No Quadro 2 estão apresentados os tipos de brita disponibilizados nos comércios dos quatros municípios estudados na Chapada do Apodi. Em todos os municípios encontramos agregados graúdos provenientes de rochas magmáticas de origem granítica, e somente no município de Governador Dix-Sept Rosado encontramos agregados provenientes das rochas sedimentares de origem calcária, brita branca, como é conhecida e oferecida no comércio.

Com relação aos tipos de britas disponibilizadas nos comércios, encontramos em todos os municípios a brita disponibilizada (vendida) como sendo brita 19mm, exceto no município de Caraúbas que disponibilizam também a brita como 25mm.

Quadro 2 - Identificação dos tipos de agregados graúdos (brita) disponibilizados nos comércios da Chapada do Apodi -RN.

Municípios	Origem da rocha	Tipo de rocha	Conforme disponibilizado nos comércios
Apodi	Granítica	Magmática	Brita 19mm – Redecom
	Granítica	Magmática	Brita 19mm - Sítio Campo de Varas
Felipe Guerra	Granítica	Magmática	Brita 19mm - Bolinhas construções
	Granítica	Magmática	Brita 19mm – Construtintas
Governador Dix-Sept Rosado	Granítica	Magmática	Brita 19mm - Daniel Madeiras
	Calcária	Sedimentar	Brita 19mm - construção Diniz
Caraúbas	Granítica	Magmática	Brita 25mm – Pedreira
	Granítica	Magmática	Brita 19mm – Pedreira

Fonte: Próprio autor, 2019

A identificação dos tipos de agregados graúdos (cascalho), disponibilizados nos municípios de Apodi, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado e Caraúbas, estão apresentados no Quadro 3. Apenas no município de Felipe Guerra foi encontrada cascalho proveniente de rocha sedimentar, nos demais municípios todos são provenientes de rochas magmáticas.

Nos municípios de Apodi e Governador Dix-Sept Rosado foram encontrados apenas um comercio que disponibilizada um tipo de cascalho, comercializado no tamanho de 12mm. No município de Felipe Guerra encontramos dois tipos de cascalhos de origem granítica e calcária, ambas de 12mm; e em Caraúbas encontramos cascalho disponibilizados no comércio nos tamanhos de 12mm e 9mm.

Quadro 3 - Identificação dos tipos de agregados graúdos (cascalho) disponibilizados nos comércios da Chapada do Apodi -RN.

Municípios	Origem da rocha	Tipo de rocha	Conforme disponibilizado nos comércios
Apodi	Granítica	Magmática	Cascalho 12mm - Sítio Campo de Varas
Felipe Guerra	Granítica	Magmática	Cascalho 12mm – Construtintas
	Calcária	Sedimentar	Cascalho 12mm - Construtintas/ Poço Tilon
Governador Dix-Sept Rosado	Granítica	Magmática	Cascalho 12mm - Daniel Madeiras
Caraúbas	Granítica	Magmática	Cascalho 12mm – Pedreira
	Granítica	Magmática	Cascalho 9mm – Pedreira

Fonte: Próprio autor, 2019.

4.2 Ensaio de composição granulométrica

Realizou-se ensaios da análise granulométrica da brita granítica através do peneiramento, para poder obter o resultado, em que as amostras tenham seus valores de percentagem retida individualmente a não diferir de mais de 4% entre peneiras da mesma abertura de malha, conforme determina o item 6.1.1 da NBR NM 248/2003.

O conhecimento da curva granulométrica do agregado graúdo e miúdo, é muito importante para o estabelecimento da dosagem dos concretos e argamassas, pois influi diretamente no fator água cimento relacionado a resistência. A trabalhabilidade de um concreto totalmente confeccionado de acordo com os fatores estabelecidos pelas normas, o que resultará na obtenção de um concreto mais econômico.

Porcentagem retida: é a porcentagem de material retido em uma determinada peneira. Porcentagem retida acumulada: é a soma das porcentagens retidas em uma determinada peneira

e nas outras que lhe ficam acima da numeração. Porcentagem passante acumulada: é a porcentagem de material passante em uma determinada peneira.

4.2.1 Agregados coletados no município de Apodi-RN

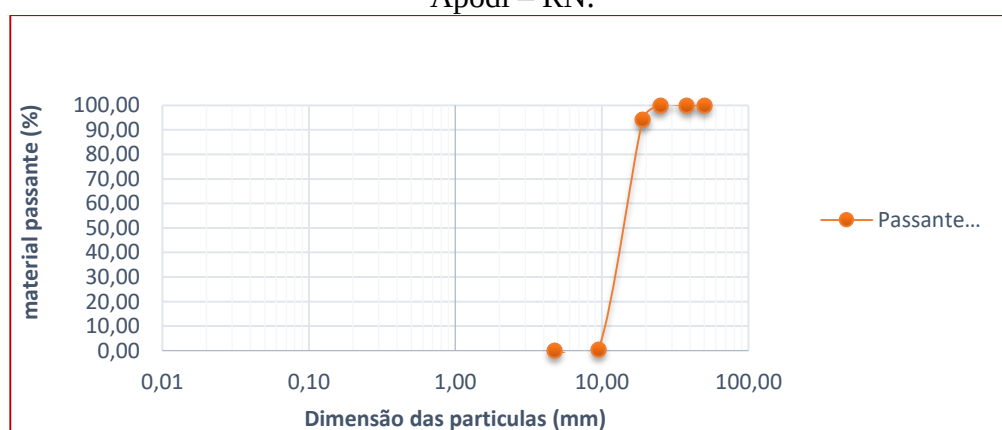
Os resultados obtidos dos ensaios estão apresentados em Tabelas e Gráficos por municípios estudados. Nas Tabela 4, Tabela 5 e Gráfico 1 e Gráfico 2 estão apresentados a granulometria da brita e cascalho comercializados no município de Apodi, respectivamente.

Tabela 4 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (granítica) na cidade Apodi -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	294,50	5,91	5,91	94,09
9,50	4651,60	93,42	99,33	0,67
4,75	33,20	0,67	100,00	0,00
Fundo	0,00	-	-	-
Total	4979,30	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 1 - Curva granulométrica da brita comercializada - brita 19mm (granítica) na cidade Apodi – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 4 e o Gráfico 1 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Brita 19mm (granítica) na cidade Apodi –RN. Como pode ser observado, 5,91% desta brita fica retida na peneira 19mm, ou seja, partículas estas que têm dimensões superiores a 19mm e

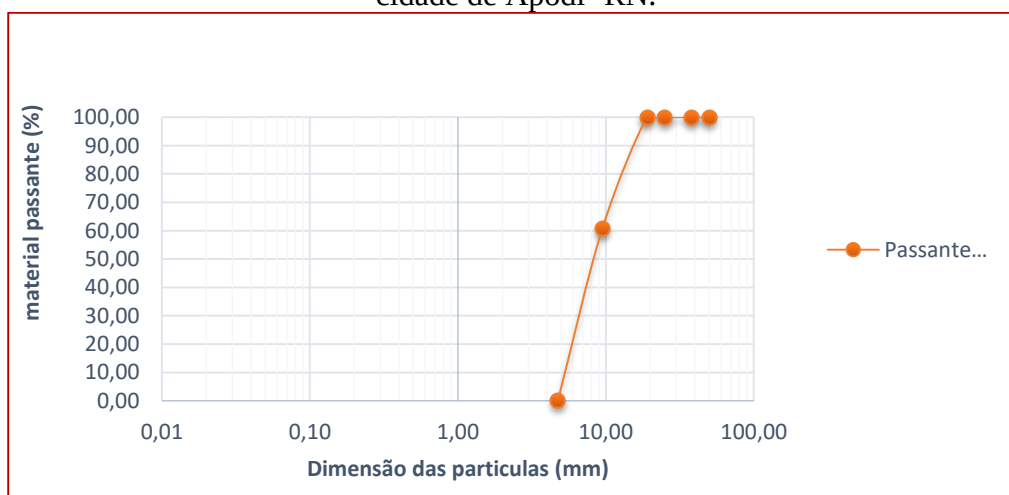
93,42% desta mesma brita passa pela peneira 19mm e apenas 0,67% passa na peneira 9,5mm. Portanto, em sua maioria, esta brita apresenta partículas de dimensões menores ou iguais a 19mm e maiores que 9,5mm. De acordo com a NBR 7211, esta pode ser classificada como brita 1. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 1,05 e $D_{m\acute{a}x} = 19\text{mm}$.

Tabela 5 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por Cascalho (granítico) na cidade de Apodi- RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	1816,30	39,25	39,25	60,75
4,75	2811,80	60,75	100,00	0,00
Fundo	359,20	-	-	-
Total	4628,10	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 2 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho (granítico) na cidade de Apodi- RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 5 e o Gráfico 2 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Cascalho (granítico) na cidade de Apodi- RN. Como pode-se observar, 39,25% da amostra ficou retida na peneira 9,5mm e 60,75% ficou retido na peneira 4,75mm. Para o cascalho, pode-se concluir que trata-se de um agregado mais grosso que a brita 0, porém mais fino que a brita 1, podendo desta forma tratar-se de uma mistura de ambos os materiais. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 0,39 e $D_{m\acute{a}x} = 9,5\text{mm}$.

Desta forma, para os agregados coletados no município de Apodi – RN, pode-se constatar que, a brita analisada, possui em sua maioria partículas de tamanhos menores que 19,00mm, porém com uma porcentagem pequena de partículas maiores que estas. Já para o cascalho, este possui em sua maioria partículas de tamanhos menores ou iguais a 9,5mm, tendo, porém, uma porcentagem de partículas menores que esta. Porcentagem passante na peneira 4,75mm é considerado agregado miúdo.

4.2.2 Agregados coletados no município de Felipe Guerra – RN.

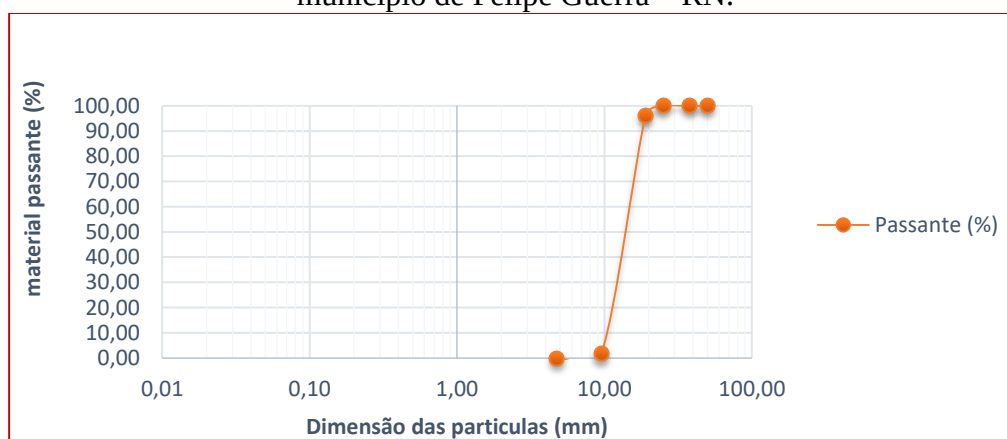
Na Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8, Gráfico 3, Gráfico 4 e Gráfico 5 estão apresentados a granulometria dos ensaios da brita, cascalho granítico e cascalho calcário comercializados no município de Felipe Guerra, respectivamente.

Tabela 6 - Resultado da análise granulométrica comercializada por Brita 19mm (granítica) no município de Felipe Guerra -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	196,70	3,81	3,81	96,19
9,50	4885,40	94,58	98,39	1,61
4,75	83,40	1,61	100,00	0,00
Fundo	0,00	-	-	-
Total	5165,50	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 3 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (granítica) no município de Felipe Guerra – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

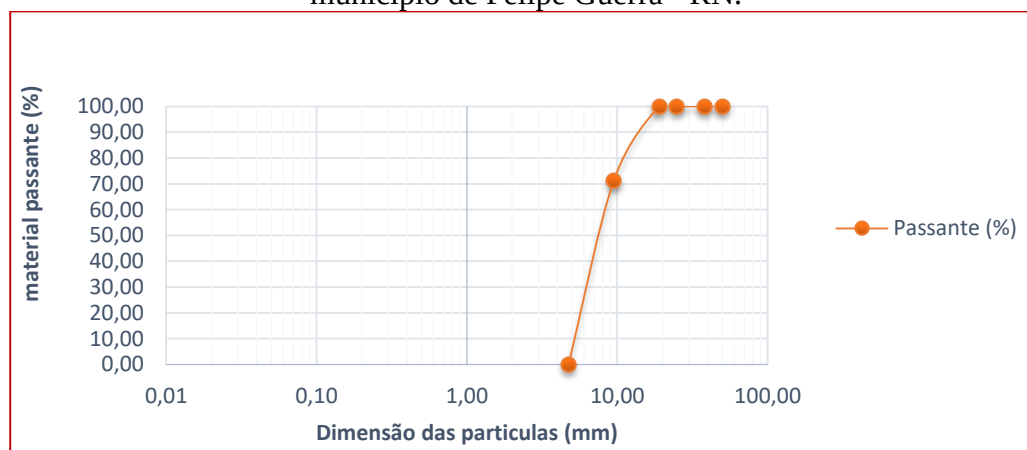
A Tabela 5 e o Gráfico 2 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Brita 19mm (granítica) na cidade de Felipe Guerra - RN. Como pode-se observar, 3,81% da amostra ficou retida na peneira 19mm, 94,58% na peneira 9,5mm e 1,61% retido na peneira de malha 4,75mm. Pode-se concluir que se trata de uma brita tipo 1 de acordo com a NBR 7211. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 1,02 e $D_{máx} = 19,00\text{mm}$.

Tabela 7 - Resultado da análise granulométrica comercializado por Cascalho (granítico) no município de Felipe Guerra -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	1320,10	28,77	28,77	71,23
4,75	3268,00	71,23	100,00	0,00
Fundo	405,50	-	-	-
Total	4588,10	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 4 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho (granítico) no município de Felipe Guerra - RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 7 e o Gráfico 4 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por cascalho (granítica) no município de Felipe Guerra - RN. Para este agregado, notou-se uma grande porcentagem retida na peneira 9,5mm (28,77%) e o restante da amostra retida na peneira 4,75mm (71,23%), e também material passante na peneira 4,75mm. Desta forma, o cascalho comercializado, quando confrontado com a tabela de classificação da NBR 7211, este fica entre

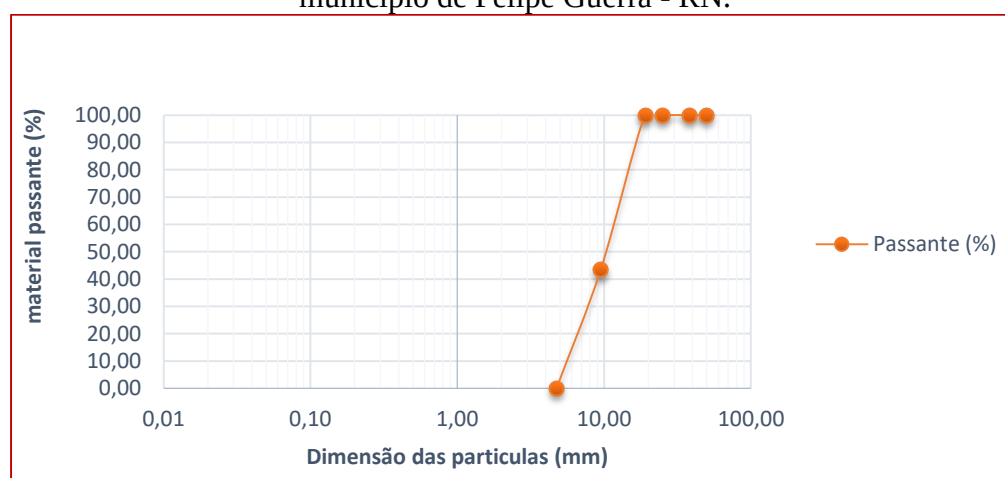
as classificações 0 e 1, sendo este mais grosso que a brita 0 e mais fino que a brita 1, podendo assim se tratar de uma mistura de materiais. De acordo com a NBR NM 248/2003 se obtém o módulo de finura = 0,28 e $D_{máx} = 9,5\text{mm}$.

Tabela 8 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por Cascalho (calcário) no município de Felipe Guerra -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	2691,40	56,61	56,61	43,39
4,75	2063,30	43,39	100,00	0,00
Fundo	239,80	-	-	-
Total	4754,70	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 5 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho (calcário) no município de Felipe Guerra - RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 8 e o Gráfico 5 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Cascalho (calcário) na cidade de Felipe Guerra - RN. Como pode-se observar, 56,61% da amostra ficou retida na peneira 9,5mm e 43,39% ficou retida na peneira 4,75mm. Para o cascalho, como já foi dito anteriormente, pode-se concluir que trata-se de um agregado mais grosso que a brita 0, porém mais fino que a brita 1, podendo desta forma tratar-se de uma mistura de ambos materiais. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 0,56 e $D_{máx} = 9,5\text{mm}$.

Desta forma, para os agregados coletados no município de Felipe Guerra – RN, pode-se constatar que, a brita analisada, possui em sua maioria partículas de tamanhos iguais ou menores que 19mm, tamanho esse no qual elas são disponibilizadas no comércio, porém também existe uma porcentagem de partículas maiores que estas. Já para o cascalho, este possui em sua maioria partículas de tamanhos menores ou iguais a 9,5 mm, tendo, porém, uma porcentagem de partículas maiores, existindo também uma porcentagem passante na peneira 4,75mm, a partir daí classificado como agregado miúdo.

4.2.3 Agregados coletados no município de Governado Dix-Sept Rosado – RN.

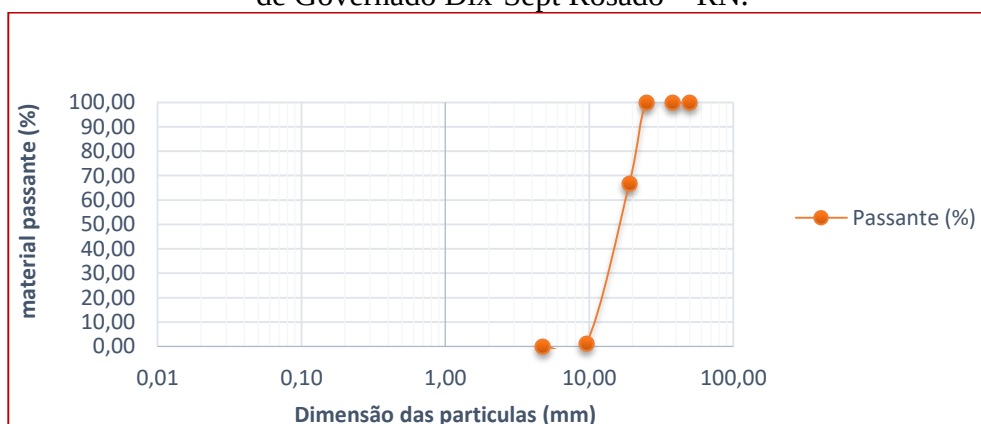
Nas Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11, Gráfico 6, Gráfico 7 e Gráfico 8 estão apresentadas as análises granulométricas da brita, cascalho granítico e cascalho calcário comercializados no município de Governado Dix- Septe Rosado, respectivamente.

Tabela 9 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (granítica) no município de Governado Dix-Sept Rosado -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	1650,50	33,17	33,17	66,83
9,50	3267,80	65,68	98,85	1,15
4,75	57,00	1,15	100,00	0,00
Fundo	0,00	-	-	-
Total	4975,30	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 6 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (granítica) município de Governado Dix-Sept Rosado – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

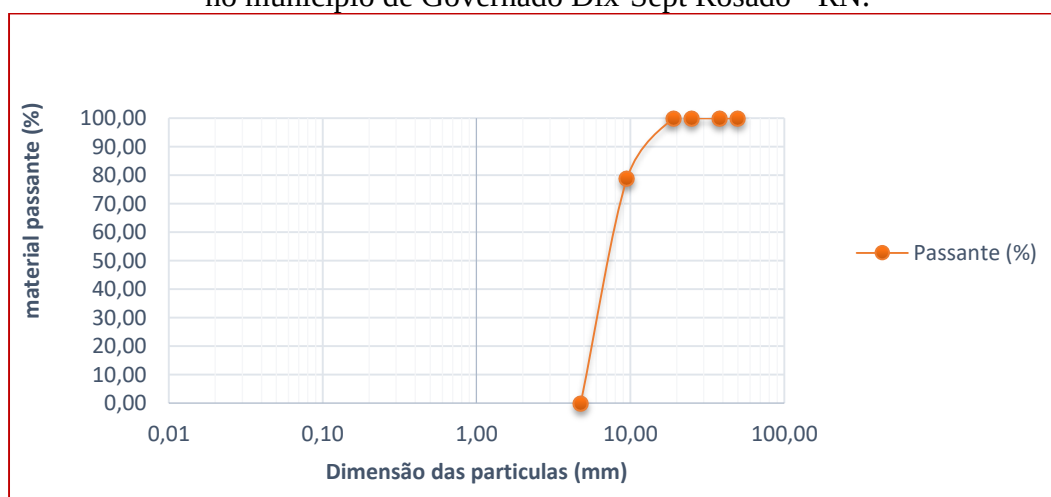
A Tabela 9 e o Gráfico 6 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Brita 19mm (granítica) na cidade de Governador Dix-Sept Rosado – RN. Como pode ser observado, 33,17% fica retida na peneira 19mm, 65,68% desta mesma brita fica retida na peneira 19,5mm e apenas 1,15% na peneira 4,75mm. De acordo com a NBR 7211, esta pode ser classificada por brita 1. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 1,32 e $D_{máx} = 19,00\text{mm}$.

Tabela 10 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por Cascalho 12mm (granítico) no município de Governado Dix-Sept Rosado -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	871,80	21,15	21,15	78,85
4,75	3249,90	78,85	100,00	0,00
Fundo	871,50	-	-	-
Total	4121,70	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 7 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 12mm (granítico) no município de Governado Dix-Sept Rosado - RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 10 e no Gráfico 7 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por cascalho 12mm (granítico) no município de Governado Dix-Sept Rosado - RN. Para este agregado, notou-se uma grande porcentagem retida na peneira 9,5mm (21,15%) e o restante da

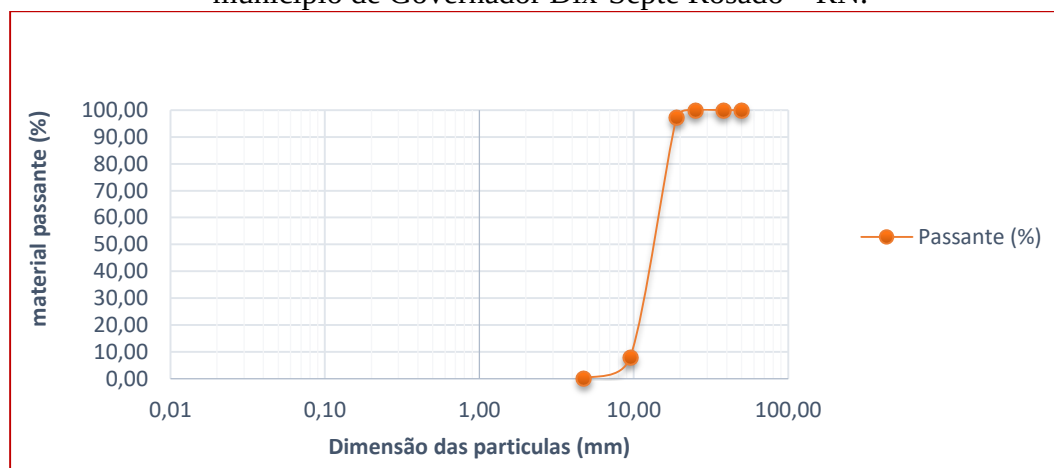
amostra retida na peneira 4,75mm (78,85%), desta forma, o cascalho comercializado, quando confrontado com a tabela de classificação da NBR 7211, este fica entre as classificações 0 e 1, sendo este mais grosso que a brita 0 e mais fino que a brita 1, podendo assim se tratar de uma mistura de materiais. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 0,21 e $D_{máx} = 9,5\text{mm}$.

Tabela 11 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (Calcária) no município de Governador Dix-Sept Rosado -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	129,40	2,60	2,60	97,40
9,50	4445,50	89,48	92,08	7,92
4,75	393,50	7,92	100,00	0,00
Fundo	0,00	-	-	-
Total	4968,40	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 8 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (calcária) no município de Governador Dix-Sept Rosado – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 11 e o Gráfico 8 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Brita 19mm (granítica) na Governador Dix-Sept Rosado –RN. Como pode ser observado, 2,60% desta brita fica retida na peneira 19mm, ou seja, partículas estas que têm dimensões superiores a 19mm e 89,48% desta mesma brita passa pela peneira 19mm e apenas 7,92% passa

na peneira 9,5mm. Portanto, em sua maioria, esta brita apresenta partículas de dimensões menores ou iguais a 19 mm e maiores que 9,5mm. De acordo com a NBR 7211, esta pode ser classificado brita 1. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 0,94 e $D_{máx} = 19,00\text{mm}$.

Verifica-se que para os agregados coletados no município de Governador Dix-Septre Rosado – RN a maior quantidade de brita granítica foi retida na peneira de 9,50mm, porém também existe uma porcentagem de partículas maiores que estas, apresentando também uma discrepância no tamanho que é identificada e vendida no comércio. Já para o cascalho, este possui em sua maioria partículas de tamanhos menores ou iguais a 9,5mm, tendo, porém, uma porcentagem de partículas maiores, existindo também uma porcentagem passante na peneira 4,75mm, a partir daí classificado como agregado miúdo.

4.2.4 Agregados coletados no município de Caraúbas – RN

Na Tabela 12, Tabela 13,

Tabela 14, Tabela 15, Gráfico 9,

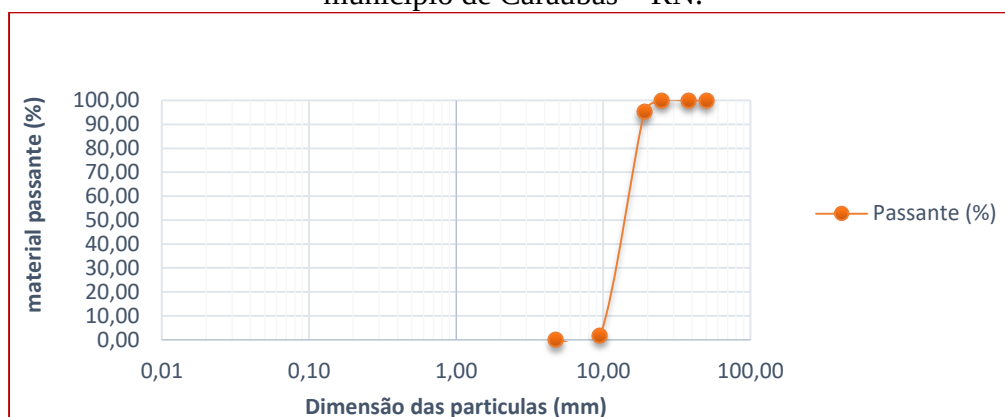
Gráfico 10, Gráfico 11 e Gráfico 12, estão apresentados as britas e os cascalhos comercializados no município de Caraúbas, respectivamente.

Tabela 12 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 19mm (granítica) no município de Caraúbas -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	245,80	4,83	4,83	95,17
9,50	4752,40	93,46	98,29	1,71
4,75	86,80	1,71	100,00	0,00
Fundo	0,00	-	-	-
Total	5085,00	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 9 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 19mm (granítica) no município de Caraúbas – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

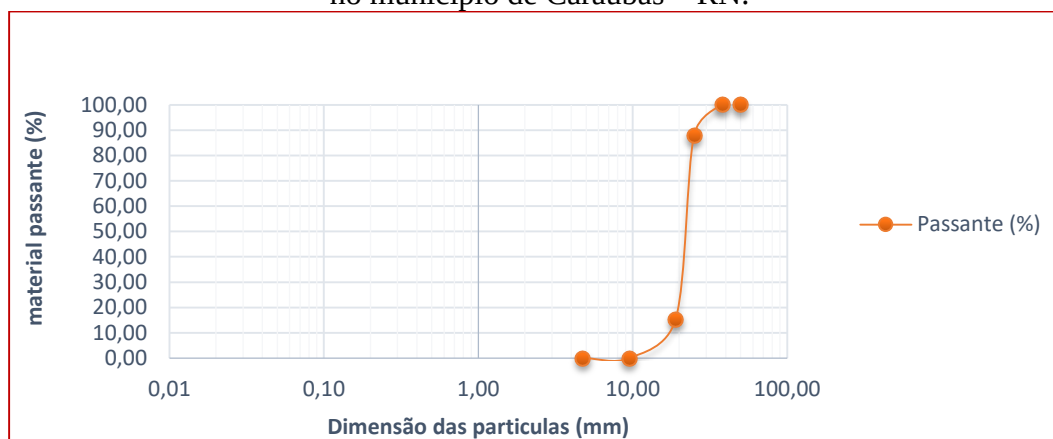
A Tabela 12 e Gráfico 9 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Brita 19mm (granítica) na cidade Caraúbas –RN. Como pode ser observado, 4,83% desta brita fica retida na peneira 19mm, ou seja, partículas estas que têm dimensões superiores a 19 mm e 93,46% desta mesma brita passa pela peneira 19 mm e apenas 1,71% passa na peneira 9,5mm. Portanto, em sua maioria, esta brita apresenta partículas de dimensões menores ou iguais a 19 mm e maiores que 9,5mm. De acordo com a NBR 7211, esta pode ser classificado, segundo as normas da ABNT como brita 1. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 1,03 e $D_{máx} = 19,00\text{mm}$.

Tabela 13 - Resultado da análise granulométrica da brita comercializada por Brita 25mm (granítica) no município de Caraúbas -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	595,20	11,96	11,96	88,04
19,00	3616,40	72,66	84,62	15,38
9,50	765,50	15,38	100,00	0,00
4,75	0,00	0,00	100,00	0,00
Fundo	0,00	-	-	-
Total	4977,10	-	-	-

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 10 - Curva granulométrica da brita comercializada por brita 25mm (granítica) no município de Caraúbas – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 13 e

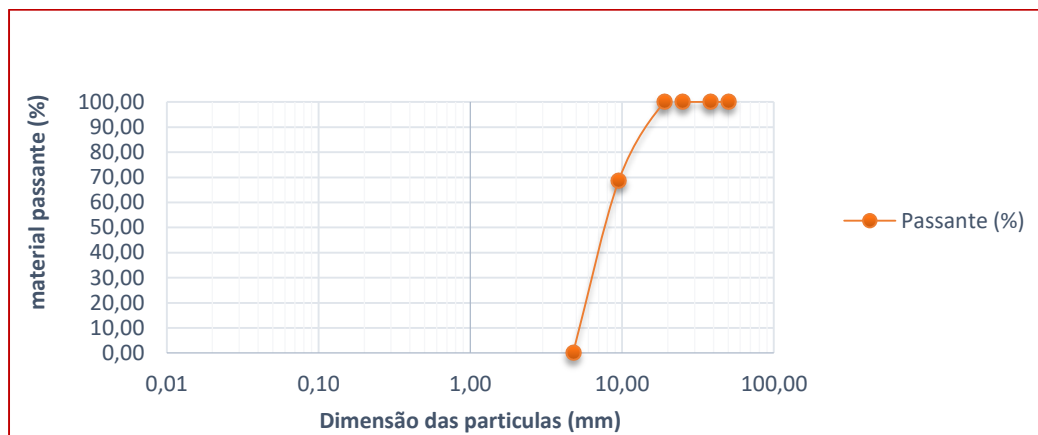
Gráfico 10 mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por Brita 25mm (granítica) na cidade Caraúbas – RN. Como pode ser observado, 11,96% desta brita fica retida na peneira 25mm, ou seja, partículas estas que têm dimensões superiores a 25 mm e 72,66% desta mesma brita passa pela peneira 25 mm e apenas 15,38% passa na peneira 19mm. Portanto, em sua maioria, esta brita apresenta partículas de dimensões menores ou iguais a 25 mm e maiores que 19mm. De acordo com a NBR 7211, esta pode ser classificado como britas (1 e 2). De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 1,96 e $D_{máx} = 25,00\text{mm}$.

Tabela 14 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 12mm (granítico) do município de Caraúbas -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	1496,00	31,30	31,30	68,70
4,75	3283,30	68,70	100,00	0,00
Fundo	202,90			
Total	4779,30			

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 11 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 12mm (granítico) do município de Caraúbas – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A

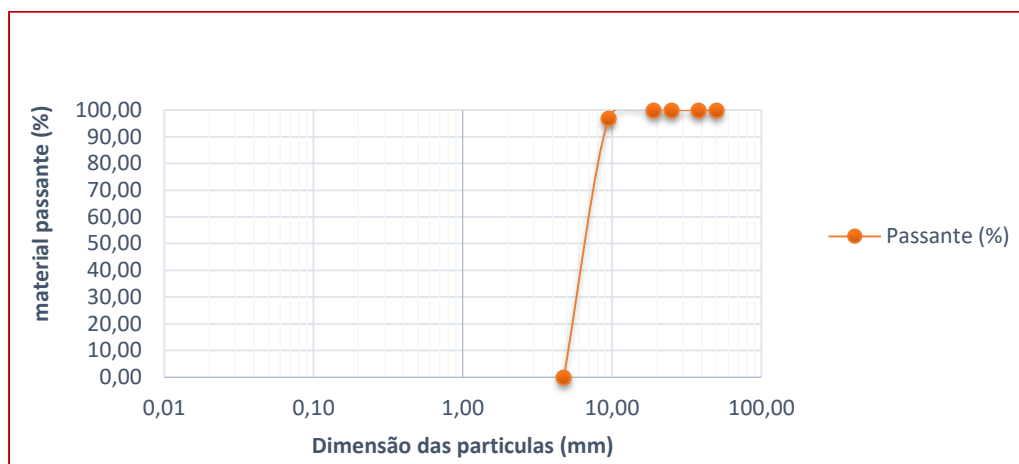
Tabela 14 e Gráfico 11, mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por cascalho 12mm (granítico) no município de Caraúbas - RN. Para este agregado, notou-se uma grande porcentagem retida na peneira 9,5mm (31,30%) e o restante da amostra retida na peneira 4,75mm (68,70%), desta forma, o cascalho comercializado, quando confrontado com a tabela de classificação da NBR 7211, este fica entre as classificações 0 e 1, sendo este mais grosso que a brita 0 e mais fino que a brita 1, podendo assim se tratar de uma mistura de materiais. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 0,31 e $D_{máx} = 9,5\text{mm}$,

Tabela 15 - Resultado da análise granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 9mm (granítico) no município de Caraúbas -RN.

Tipo de Peneira (mm)	Material retido (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Percentual passante acumulado (%)
50,00	0,00	0,00	0,00	100,00
38,00	0,00	0,00	0,00	100,00
25,00	0,00	0,00	0,00	100,00
19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
9,50	106,60	3,14	3,14	96,86
4,75	3290,50	96,86	100,00	0,00
Fundo	1587,10			
Total	3397,10			

Fonte: Próprio autor, 2019.

Gráfico 12 - Curva granulométrica do cascalho comercializado por cascalho 9mm (granítico) no município de Caraúbas – RN.



Fonte: Próprio autor, 2019.

A Tabela 15 e Gráfico 12, mostram a análise granulométrica do agregado comercializado por cascalho 9mm (granítico) no município de Caraúbas - RN. Para este agregado, notou-se uma pequena porcentagem retida na peneira 9,5mm (3,14%) e o restante da amostra retida na peneira 4,75mm (96,86%), desta forma, o cascalho comercializado, quando confrontado com a tabela de classificação da NBR 7211, este fica entre as classificações 0 e 1, sendo este mais grosso que a brita 0 e mais fino que a brita 1, podendo assim se tratar de uma mistura de materiais. De acordo com a NBR NM 248/2003, se obtém o módulo de finura = 0,03 e $D_{máx} = 9,5\text{mm}$.

Observou-se que a brita disponibilizada por 19mm no comercio, quando analisada segundo as normas técnicas, constatou que a quantidade maior na amostra condiz com a brita 9,50mm; e a brita disponibilizada como 25mm, a maior quantidade condiz segundo a norma técnica com a brita 19,00mm, seguido da 9,50mm e somente 11,96% como é identificada e disponibilizada no comércio. O cascalho que é disponibilizado no comercio como 12mm foi verificado tecnicamente que são classificados em 68,7% como 4,75mm e 31,3% como 9,50 mm; já o cascalho disponibilizado no comércio de 9mm foi constatado que 96,86% são segundo as normas técnicas de 4,75mm.

Portanto, foi verificado que a granulometria da brita 19mm disponibilizada nos comércios dos quatro municípios, identificamos britas classificadas conforme ABNT nos municípios de Apodi, Felipe Guerra, Governador e Caraúbas no tamanho convencionado de brita 1. E a brita de 25mm disponibilizada no comercio do município de Caraúbas, classificada conforme a ABNT nos tamanhos da brita 1 e 2. Isso reporta um grande desencontro de informações técnicas e uma grande preocupação para a engenharia civil; que utiliza materiais disponibilizados no comércio

sem veracidade e fora dos padrões da ABNT, fragilizando a qualidade dos serviços nas construções.

Os cascalhos disponibilizados também na chapada do Apodi, em todos os comércios nos quatros municípios são classificados em pó de brita, brita 0 e 1. Sendo este mais grosso que a brita 0 e mais fino que a brita 1, podendo assim se tratar de uma mistura de materiais. Essas informações reportam preocupações e as complicações na falta de conhecimento técnico na qualidade e credibilidade nas obras das construções civis.

4.3 Ensaio de absorção da brita

No Quadro 4 estão apresentados em massa do ensaio de absorção dos agregados graúdos (brita) disponibilizados nos comércios na Chapada do Apodi.

Quadro 4 - Resultado em massa do ensaio de absorção dos agregados graúdos (brita) disponibilizados na Chapada do Apodi -RN.

Municípios	Brita 19mm Massa				
	Amostra seca	Após 24h imerso (MS)	Imerso em água (MA)	Após 24h na estufa (M)	Origem
Felipe Guerra	3004,6g	3006,7g	1879,0g	2992,5g	Granítica
Caraúbas	3002,7g	3003,5g	1869,7g	2988,2g	Granítica
Governador Dix-Sept Rosado	3002,2g	3032,2g	1876,6g	2982,2g	Calcária
Governador Dix-Sept Rosado	3001,0g	2995,6g	1870,5g	2980,3g	Granítica
Apodi	3000,7g	2996,5g	1871,0g	2986,9g	Granítica
Brita 25mm Massa					
Caraúbas	4007,8g	4004,4g	2489,6g	3989,1g	Granítica

Fonte: Próprio autor, 2019.

Calculou-se a percentagem de absorção de água presente na brita conforme item 7.2.1 da NBR NM 53/2003 pra brita oferecida por 25mm, e resultou em 0,383%. Para a brita calcária oferecida por 19mm, resultou em 1,67%, E a oferecida por 19mm granítica, resultando em 0,455%, obtido através da média entre os valores, conforme determina o item 8.1.1 da NBR NM 53/2003.

Portanto a brita de origem calcária disponibilizada no município de Governador Dix-Sept Rosado, apresentou maior absorção de água após 24h imersa (3024,2g), enquanto as demais britas de origem granítica dos municípios de Felipe Guerra e Caraúbas pouco aumentaram com relação ao seu peso seco; e as britas de Governador Dix-Sept Rosado e Apodi perderam peso.

No Quadro 5, estão os dados correspondentes em massa do ensaio de absorção dos cascalhos disponibilizados no comercio na Chapada do Apodi.

Quadro 5 - Resultado em massa do ensaio de absorção dos agregados graúdos (cascalho) disponibilizados na Chapada do Apodi -RN.

Municípios	Cascalho 12mm Massa				
	Amostra seca	Após 24h imerso (MS)	Imerso em água (MA)	Após 24h na estufa (M)	Origem
Caraúbas	2001,3g	1982,9g	1231,0g	1965,7g	Granítica
Felipe Guerra	2003,8g	2046,2g	1245,9g	1986,6g	Calcária
Felipe Guerra	2002,7g	2000,4g	1237,9g	1982,8g	Granítica
Governador	2001,0g	2008,6g	1250,1g	1989,9g	Granítica
Apodi	2007,5g	2007,4g	1246,8g	1990,1g	Granítica
Cascalho 9mm Massa					
Caraúbas	2002,8g	2004,6g	1239,6g	1982,7g	Granítica

Fonte: Próprio autor, 2019.

Calculou-se a percentagem de absorção de água presente no cascalho conforme item 7.2.1 da NBR NM 53/2003 oferecido por 9mm granítico, e resultou em 1,104%. Para o cascalho calcário oferecido por 12mm, resultou em 3,0%, E o oferecida por 12mm granítica, resultando em 0,892%, obtido através da média entre os valores, conforme determina o item 8.1.1 da NBR NM 53/2003.

Os cascalhos de tamanho 12mm se comportaram semelhantes ao peso após 24h imersos, exceto o cascalho de origem calcária que obteve o maior valor (20146,2 g). O cascalho de Apodi obteve o peso após 24 na estufa, 1990,1g, mostrando maior consolidação no material.

Os valores em acesso, provam que há uma diferença notável no resultado dos ensaios de absorção, tanto na brita oferecida por 19mm quanto na cascalho, em ambas, a absorção da rocha calcária é maior que a da granítica, isso se deve ao fato da rocha calcária em sua composição possuir uma maior quantidade de microporos, tornando-a assim mais absorvente. Isto nos leva a concluir que um concreto confeccionado com brita calcária, deverá possuir uma relação

água/cimento superior ao mesmo traço confeccionado por uma brita granítica, para que possa ser corrigido a trabalhabilidade do mesmo.

Portanto, a determinação da absorção de água e uma seleção adequada dos agregados, é importante para a caracterização física da brita, visando seu emprego em concretos e argamassas, o uso de agregados inadequados pode causar diversas manifestações patológicas na área civil. Como a rápida deterioração em uma estrutura, prejudicando assim sua performance. Por isso só através de ensaios iremos especificar as características dos agregados, para que o uso do agregado errado, seja ele na granulometria, na absorção, ou em outra característica, não possa influenciar a habilidade de um sistema em cumprir suas funções previstas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que na Chapada do Apodi, nos municípios de Caraúbas, Apodi, Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado, que as britas disponibilizadas no comércio são brita 19mm e a cascalho. A maioria das britas disponibilizadas são de origem granítica compradas na pedreira no município de Caraúbas. Nas cidades de Governador Dix-Sept Rosado e Felipe Guerra, também foram encontradas brita e cascalho de origem calcária. Em Caraúbas disponibilizam outros tamanhos de britas e de cascalhos de origem granítica; as britas nos tamanhos de 25mm, e os cascalhos de 9mm.

Verificou-se que os tamanhos disponibilizados de britas no comércio da Chapada do Apodi, de acordo com os ensaios feitos, para os agregados em estudo, realizados conforme determina a NBR 7211/2009 (Agregados para concreto-Especificação) e os ensaios de análise granulométrica realizado de acordo com a NBR NM 248/2003 (Agregados - Determinação da composição granulométrica) os resultados não foram satisfatórios para britas e cascalhos tanto graníticas quanto calcárias, a forma como foram disponibilizadas no comércio não está em acordo com a norma, tendo várias discrepâncias, pois nas britas oferecidas no comércio após o ensaio de peneiramento, encontrou-se mais de uma brita em uma mesma amostra, classificando-as assim como mistura de materiais.

O ensaio de absorção de água de acordo com a NBR NM 53/2003 (Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água), foram satisfatórios para as amostras graníticas, mas não para as calcárias de acordo com os limites impostos pela norma. As de origem calcária, observou-se que absorvem mais água, influenciando no fator água/cimento dos traços, facilitando as manifestações patológicas e problemas na qualidade do concreto, caso essa diferença não seja levada em consideração. Já as britas oferecidas como granítica, são mais consolidadas, de alta densidade, com menos absorção de água, sendo assim a mais indicada na construção civil nos traços. A brita granítica possui um desempenho melhor em relação a calcária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Ana Cristina Fernandes. **Análise comparativa dos agregados graúdos, britas calcárias e granítica, e dos agregados miúdos, resíduos de borracha de pneu e areia, para utilização em concreto.** Trabalho de Conclusão de Curso, UFERSA, Mossoró, 2014.

ALECRIM, José Duarte (1982). **Recursos minerais do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: METAMIG.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR NM 46:2003 - **Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem.** Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 7211: **Agregados para concreto – especificação.** [S.I], 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - BR NM 248/2003 - **Agregados - Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR NM 53/2003- **Agregado graúdo - Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água.** Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7181 – **Análise Granulométrica de Solos.** Rio Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Materiais de pedra e agregados naturais:** NBR 7225. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Rochas e solos:** NBR 6502. Rio de Janeiro, 1995.

ASSUNÇÃO, J. W. Dosagem Racional do Concreto. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAeGYAH/dosagem-concreto>>. Acesso em: 01 outubro. 2018.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora S/A, 1995. 529p.

CASTRO, A. L. de; LIBORIO, J. B. L. **A Influência dos agregados sobre o comportamento do concreto de alto desempenho no estado fresco**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

CHIOSSI, Nivaldo José (1979). **Geologia aplicada à Engenharia**; 2ª ed.; pp. 103 – 110.

DPM UNESP 2012, Departamento de Petrologia e Metalogenia da Universidade Estadual de São Paulo. Museu de Minerais e Rochas Heinz Ebert, Portal Campus Rio Claro. <http://www.rc.unerp.br/museudpm> Acesso em março de 2019

DURAN, A. Paula; FRACARO, D. **Verificação das propriedades básicas do concreto industrializado fornecido em embalagens de 30kg**. 2011. 64p. Monografia (Graduação). Curso de Tecnologia em Concreto. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

EFFTING, C. **Materiais de Construção II: Agregados**. Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC: Joinville, 24 de fevereiro de 2014

FIORIO, Vivian. **Como é feito o concreto**. Disponível em: <<https://www.industriahoje.com.br/como-e-feito-o-concreto>>. Acesso em: 28 setembro. 2018.

HELENE, P. R. L.; TERSIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: PINI; Brasília: SENAI, 1992. 349p.

JÚNIOR, Ribeiro. E. **Propriedades dos materiais constituintes do concreto**. Revista Especialize, 1-15p, dezembro de 2015.

MARTINS, P. B. M. **Influência da granulometria do agregado miúdo na trabalhabilidade do concreto**. 2008. 93p. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana. 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994. 573p.

MME. **A indústria de agregados para construção civil na região metropolitana de Fortaleza**. Disponível em: <<http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-sustentabilidade/a-industria-de-agregados-na-rmf>> Acesso em: 05 de março de 2019

NEVILLE, A. M., **Propriedades do Concreto**. São Paulo: PINI, 1997. 828p.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. 1ªed, 3ªreimpressão, São Paulo, 2002.

PEREIRA, Caio. **Tipos de concretos utilizados na construção civil**. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-concreto/>>. Acesso em: 01 agosto. 2018.

PETRUCCI, E. **Concreto de cimento Portland**. Porto Alegre: Ed. Globo, 1982. 307p.

PINHEIRO, Jaiana de Araújo. **Mineração na microrregião da Chapada do Apodi: estudo de caso das potencialidades, desafios do setor e consequências ambientais**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFERSA, Caraúbas, 2018.

SAMPAIO Et A. L. **Análise granulométrica a seco de materiais cerâmicos**. 2007 GOMIDE, R. Operações unitárias 2º ed. v. 1. São Paulo: Gomide, 1991.

SAMPAIO, J. A, ALMEIDA, S. L. M., 2009. **Calcário e Dolomito** – Capítulo16, in Rochas & Materiais industriais: Usos e Especificações, Ed. Adão Benvindo da Luz e Fernando A. Freitas Lins.

SANTOS, R. A.; LIRA, Belarmino Barbosa; RIBEIRO, Ana Carolina Marinho. **Argamassa com substituição de agregado natural por resíduo de britagem de granito**. HOLOS, v. 5, 2012.

SILVA, C. M. M. A. et al. **Influência da granulometria do agregado miúdo nas propriedades do concreto**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 1-9p, novembro de 2016.

TECNOSIL. **Agregados para concreto: o que são e para que servem?** Disponível em: <<https://www.tecnosilbr.com.br/agregados-para-concreto-o-que-sao-e-para-que-servem/>>. Acesso em: 28setembro. 2018.

VALVERDE, Fernando Mendes. Agregados para construção civil. **Balanço mineral brasileiro**, 2001. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/agregados-para-contrucao-civil.pdf>> Acesso em: 05 de março de 2019.