



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA, CAMPUS CAMPINA GRANDE  
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

ANA REBECA DA COSTA PEREIRA

**CONTROLE TECNOLÓGICO DOS AGREGADOS UTILIZADOS NAS  
EMPRESAS DE PRÉ-MOLDADOS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

CAMPINA GRANDE – PB

2023

ANA REBECA DA COSTA PEREIRA

**CONTROLE TECNOLÓGICO DOS AGREGADOS UTILIZADOS NAS  
EMPRESAS DE PRÉ-MOLDADOS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Campina Grande, como requisito à obtenção do título de Tecnóloga em Construção de Edifícios.

Orientador(a): Professor Dr. Eduardo da Cruz Teixeira

CAMPINA GRANDE – PB

2023

P436c

Pereira, Ana Rebeca da Costa

Controle tecnológico dos agregados utilizados nas empresas de pré-moldados da cidade de Campina Grande – PB / Ana Rebeca da Costa Pereira. - Campina Grande, 2023.

52 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios.) - Instituto Federal da Paraíba, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Cruz Teixeira

1. Engenharia civil - pré-moldados 2. Construção civil - agregados 3. NBR 7211/2019 I. Teixeira, Eduardo da Cruz II. Título.

CDU 624

ANA REBECA DA COSTA PEREIRA

**CONTROLE TECNOLÓGICO DOS AGREGADOS UTILIZADOS NAS  
EMPRESAS DE PRÉ-MOLDADOS DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Construção de Edifícios, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Campina Grande, como requisito à obtenção do título de Tecnóloga em Construção de Edifícios.

Orientador(a): Professor Dr. Eduardo da Cruz Teixeira

**APROVADO EM: 08 / 02 / 2024**

**BANCA EXAMINADORA**



---

**Prof. Dr. Eduardo da Cruz Teixeira**

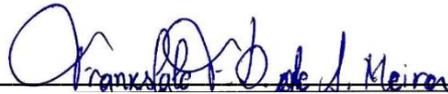
**Instituto Federal da Paraíba Campus Campina Grande (IFPB)  
Orientador**



---

**Profa. Ma. Camila Macedo Medeiros**

**Instituto Federal da Paraíba Campus Campina Grande (IFPB)  
Examinador interno**



---

**Prof. Dr. Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira**

**Instituto Federal da Paraíba Campus Campina Grande (IFPB)  
Examinador interno**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por sempre ser minha força, principalmente das vezes que pensei em desistir, Ele nunca desistiu de mim e em toda minha caminhada foi quem me sustentou.

A minha mãe, que mesmo distante me apoiou. Sempre me incentivando a buscar o melhor da vida.

Também quero agradecer ao meu orientador Eduardo da Cruz Teixeira, pela paciência e persistência comigo.

Agradeço ao meu namorado, Valdenio Souto da Silva que sempre me apoiou e encorajou a persistir, na ajuda com os ensaios e por se manter ao meu lado sempre.

Um agradecimento especial à minha amiga Paula Estafany Pequeno, que durante toda minha trajetória de curso, sempre esteve ao meu lado, me apoiando, ajudando em cada disciplina que passávamos e que vou levar nossa amizade enquanto existirmos.

Ao laboratorista Elnatan Lins da Costa, que mesmo nas férias dos alunos, abria o laboratório para me ajudar nos ensaios para resultado desse trabalho.

E por fim, a Instituição Federal, IFPB campus Campina Grande – PB e todos que fizeram parte de toda minha trajetória, cada ensinamento e contribuição para que eu chegasse até aqui.

## RESUMO

Agregados de Construção Civil são materiais com forma e volume aleatórios que auxiliam na elaboração do concreto e argamassa, devido determinar características variadas, como a resistência na argamassa, pré-moldados e para o concreto além da boa resistência, evita a retração (De Sá Sena et al 2022). Vários ensaios são realizados para caracterizar os agregados e influenciar o controle tecnológico desses insumos, afim de identificar propriedades do material fabricado, o bom empacotamento dos grãos, estabelecendo que o material produzido seja de boa qualidade. A ABNT NBR 7211 (2019) determina os limites técnicos para que os agregados sejam utilizados corretamente no concreto e pré-moldado. Também determina a granulometria essencial, onde é identificado os problemas que podem influenciar na durabilidade do concreto ou produto pré-moldado final. Para realização deste trabalho foram realizadas coletas de agregados de cinco empresas de pré-moldados da cidade de Campina Grande – PB. Após a coleta foram realizados ensaios no laboratório do IFPB, campus Campina grande – PB, com o intuito de identificar a conformidade dos agregados com as normas técnicas através dos ensaios de granulometria, massa específica, absorção de água e índice de forma. Os resultados encontrados conforme a caracterização, conclui-se que de acordo a análise granulométrica, as cinco empresas não estão em conformidade com a norma, exceto o agregado miúdo (areia) da empresa 3 e o agregado graúdo (brita) da empresa 4 que estão adequados para uso conforme a norma. É identificado também nos demais ensaios, a influência que os agregados podem trazer quando não são adequados às normas técnicas e a importância que o controle tecnológico traz ao identificar esses fatores.

**Palavras-chaves:** agregados; construção civil; pré-moldados; controle tecnológico.

## ABSTRACT

Civil Construction Aggregates are materials with random shape and volume that help in the preparation of concrete and mortar, due to determining varied characteristics, such as resistance in mortar, precast and concrete, in addition to good resistance, it prevents shrinkage (From Sá Sena et al 2022). Several tests are carried out to characterize the aggregates and influence the technological control of these inputs, in order to identify properties of the manufactured material, good packaging of the grains, establishing that the material produced is of good quality. ABNT NBR 7211 (2019) determines the technical limits for aggregates to be used correctly in concrete and precast. It also determines the essential granulometry, where problems that may influence the durability of the concrete or final precast product are identified. To carry out this work, aggregates were collected from five precast companies in the city of Campina Grande – PB. After collection, tests were carried out in the IFPB laboratory, campus Campina Grande – PB, with the aim of identifying the conformity of aggregates with technical standards through particle size, specific mass, water absorption and shape index tests. The results found according to the characterization, it is concluded that according to the granulometric analysis, the five companies are not in compliance with the standard, except the fine aggregate (sand) from company 3 and the coarse aggregate (crushed stone) from company 4 which are suitable for use in accordance with the standard. The influence that aggregates can bring when they are not suitable to technical standards and the importance that technological control brings when identifying these factors is also identified in other tests.

**Keywords:** aggregates; construction; precast; technological control.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Linha do tempo da história do pré-moldado.....	18
<b>Figura 2</b> – Distribuição da Produção Mineral nos EUA (1998).....	19
<b>Figura 3</b> – Classificação dos agregados conforme sua origem.....	21
<b>Figura 4</b> – Classificação dos agregados conforme sua massa específica.....	22
<b>Figura 5</b> – Tipos de areia.....	23
<b>Figura 6</b> – Tipos de britas.....	24
<b>Figura 7</b> – Projeção da forma perfeita da partícula.....	29
<b>Figura 8</b> – Localização dos pontos de amostragem das coletas dos agregados no município de Campina Grande no estado da Paraíba.....	31
<b>Figura 9</b> – Separação dos Agregados.....	34
<b>Figura 10</b> – Ensaio de Granulometria dos Agregados.....	35
<b>Figura 11</b> – Massa específica método de Chapman.....	36
<b>Figura 12</b> – Preparação das amostras para o ensaio de massa específica.....	37
<b>Figura 13</b> – Remoção da água das amostras.....	37
<b>Figura 14</b> - Ensaio de Índice de Forma.....	38

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Caracterização das empresas do setor de pré-moldados de concreto da cidade de Campina Grande.....	32
<b>Tabela 2</b> – Agregados analisados fisicamente conforme as normas citadas.....	33
<b>Tabela 3</b> – Valores dos módulos de finura e dimensão máxima dos agregados das empresas.....	42
<b>Tabela 4</b> – Massa específica do agregado miúdo.....	43
<b>Tabela 5</b> – Massa específica do agregado graúdo.....	43
<b>Tabela 6</b> – Taxa de absorção de água do agrado graúdo.....	44
<b>Tabela 7</b> – Índice de forma do agrado graúdo.....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 1.....	39
<b>Gráfico 2</b> – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 2.....	40
<b>Gráfico 3</b> – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 3.....	40
<b>Gráfico 4</b> – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 4.....	41
<b>Gráfico 5</b> – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 5.....	41

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**NBR** – Norma Brasileira

**CBIC** – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

**ABCIC** – Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto

**BNH** – Banco Nacional da Habitação

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**USGS** – United States Geological Survey

**ACI** – American Concrete Institute

**N<sub>i</sub>** – É o número de grãos a serem medidos na fração *i*

**F<sub>i</sub>** – É a porcentagem de massa retida individual da fração *i*

**F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> + ... F<sub>i</sub> ... F<sub>n</sub>** – É a soma das porcentagens, retidas individuais, em massa, das frações obtidas

**I** – É o índice de forma do agregado

**C<sub>médio</sub>** – É o comprimento médio

**e<sub>médio</sub>** – É a espessura média

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
<b>1.2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DO PRÉ-MOLDADO.....	16
2.2 AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	19
2.2.1 Classificação.....	21
2.2.2 Agregado miúdo.....	22
2.2.3 Agregado graúdo.....	24
2.3 CONTROLE TECNOLÓGICO.....	25
2.4 CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE AGREGADOS.....	26
2.4.1 Composição Granulométrica.....	26
2.4.1.1 Módulo de finura.....	27
2.4.1.2 Dimensão máxima do agregado.....	27
2.4.2 Massa Específica.....	28
2.4.3 Índice de forma.....	28
2.4.4 Absorção.....	30
2.5 EMPACOTAMENTO DOS GRÃOS.....	30
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS.....	33
3.1.1 Composição Granulométrica.....	33
3.1.2 Massa específica do agregado graúdo e miúdo e absorção de água do agregado graúdo.....	35
3.1.3 Índice de forma.....	37
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>

4.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA.....	39
4.2 MASSA ESPECÍFICA DO AGREGADO GRAÚDO E MIÚDO E TAXA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA DO AGREGADO GRAÚDO.....	43
4.3 ÍNDICE DE FORMA.....	44
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da Construção Civil é vem evoluindo ao longo dos anos devido ao desenvolvimento sócio econômico não apenas no Brasil, como no mundo inteiro. Com a inovação constante da tecnologia, o setor da Construção Civil vem se modificando respectivamente às condições favoráveis para construções inovadoras, as quais buscam otimizar os processos de produção, como o aumento da produtividade, a qualidade dos materiais e segurança, um exemplo desse processo considerado inovador, são empresas de pré-moldados.

Em 2013, o consumo de cimento no Brasil chegou a quase 71 milhões de toneladas, sendo que nos próximos anos houve queda no consumo deste material e no ano de 2015 esse consumo chegou a 65 milhões toneladas (CBIC, 2023), onde 419,6 mil toneladas foram utilizadas pelas empresas de pré-moldados (ABCIC, 2014), sendo apenas 0,6% do total.

No ano de 2015 as empresas de pré-moldados tiveram uma queda nesses números de consumo, sendo consumido 347,3 mil toneladas de cimento (ABCIC, 2016). Com a queda dos números nas estatísticas nota-se que mesmo com o crescimento da tecnologia e desenvolvimento do processo construtivo, ainda que seja considerado a crise econômica do país, deve-se considerar a falta de investimento nesta área.

Um cenário positivo para esse processo construtivo dos pré-moldados e que reflete no produto final, é o controle tecnológico dos agregados. Segundo Pereira (2008) a indústria da construção civil concentra-se apenas ao setor produtivo e com a falta de cobrança dos usuários dos produtos adquiridos a qualidade adequada, prorrogam-se a implantação do controle tecnológico que é essencial na qualidade dos materiais fabricados. O controle tecnológico de materiais é essencial para garantir o padrão de qualidade conforme as normas técnicas e é através do controle tecnológico que pode prever e identificar incompatibilidades que pode constar no produto (Via Técnica, 2014).

Vários ensaios são realizados para caracterizar os agregados com a finalidade de identificar sobre o material fabricado com o traço definido, o bom empacotamento dos grãos, estabelecendo que o material produzido é de boa qualidade. Identificado a uniformidade e propriedades dos agregados, na qual esse processo reflete na importância da indústria dos pré-moldados e os benefícios que determinada caracterização pode trazer para área da Construção devido o controle tecnológico.

Ao longo dos últimos anos a análise de empacotamento de partículas se tornou importante em diferentes áreas da engenharia, na qual esse interesse surgiu devido uma grande parte dos materiais industriais ou naturais utilizados na área, contêm partículas de formas e tamanhos diferentes (Castro; Ferreira, 2016). Não apenas para o concreto, mas também para os pré-moldados, na qual o empacotamento faz toda diferença nos produtos fabricados, tendo influência na resistência desses produtos.

Segundo a ABNT NBR 7211 (2019) estabelece os limites técnicos para que os agregados sejam utilizados adequadamente no concreto, que conseqüentemente podendo ser atribuída para o pré-moldado. Ela determina a granulometria essencial, na qual é identificado os problemas que podem influenciar a durabilidade do concreto ou produto pré-moldado fabricado. Essa caracterização ajuda na correção apropriada para fabricação desses materiais para a construção civil. A ABNT NBR NM 248 (2003) prescreve o método para a determinação da composição da granulometria dos agregados graúdo e miúdo.

O estudo a ser apresentado tem o objetivo de identificar a uniformidade dos agregados nos materiais das 5 empresas de pré-moldados no município de Campina Grande – PB, através do controle tecnológico, com a finalidade de informar aos empreendedores se o material escolhido para produção dos pré-moldados é de qualidade, ou não e qual o impacto que pode causar, caso seja identificado adversidades. As empresas são identificadas como empresa 1, 2, 3, 4 e 5, onde os resultados adquiridos auxiliam na solução do problema identificado no material gerado com os agregados estabelecidos por cada empresa.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Os agregados são materiais que auxiliam na elaboração do concreto, argamassa e pré-moldados, devido determinar características variadas, como a resistência para argamassa, assim como nos pré-moldados e também no concreto como trabalhabilidade da resistência, e prevenindo a retração. O agregado graúdo escolhido para realizar a produção do concreto, interfere diretamente em suas propriedades, sendo ele no estado fresco ou endurecido (De Sá Sena et al 2022).

O agregado graúdo influencia também na estabilidade volumétrica, resistência e no custo final (Mendes, 2002). Ou seja, não apenas o agregado graúdo, mas o agregado miúdo, são de grande importância para a fabricação não apenas do concreto, mas da argamassa e pré-

moldados. Com isso a escolha desses materiais são de grande importância para o resultado final do produto fabricado, na qual influencia nas propriedades e resistências desses produtos.

A ausência de trabalho nesta área é um fator crucial que implica na qualidade final do produto. A importância de identificar se determinado material está de acordo com as normas técnicas é essencial para o crescimento das empresas de pré-moldados da cidade local, pois com os empreendedores obtendo o conhecimento de que deve haver estudos para o controle tecnológico dos materiais, a escolha dos fornecedores será mais seletiva, afim de fornecer pré-moldados de qualidade.

Portanto, a importância do acompanhamento do controle tecnológico dos agregados é fundamental, pois de acordo com estudos é evidente que todo material escolhido para fabricar um produto final deve estar em conformidades com as normas técnicas para não gerar prejuízo para as empresas. Estudos voltado para o controle tecnológico identifica não apenas desconformidades do material, mas também otimiza a qualidade final do produto analisado.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Estudo do controle tecnológico dos agregados utilizados na indústria dos pré-moldados na cidade de Campina Grande – PB.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar fisicamente os agregados;
- Analisar os agregados, com o intuito de melhorar o empacotamento dos grãos para a qualidade dos pré-moldados.
- Verificar se os agregados estão em conformidade com as normas técnicas
- Analisar os resultados dos ensaios e identificar a influência da caracterização dos agregados nos pré-moldados.
- Destacar a importância do controle tecnológico em relação à produção de produtos fabricados com agregados adequados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DO PRÉ-MOLDADO

Na história da indústria do pré-moldado não se tem uma data exata. O nascimento do concreto armado ocorreu conseqüentemente através da moldagem de elementos, na qual era realizada fora do local de seu uso. É possível afirmar que a pré-moldagem deu início a invenção do concreto armado, com isso podemos considerar o início da pré-moldagem (Vasconcelos, 2002).

De acordo com Revel (1973), a pré-moldagem é de uso muito antigo, retornando a mais alta antiguidade, pois nos tempos mais longínquo, os homens geravam paralelepípedos com argila para obter tijolos, para a construção de muros. Desta maneira, observa-se que não se trata de um termo atual, devido a ser muito utilizado nos anos seguintes à Segunda Guerra Mundial.

Após a Segunda Guerra Mundial na Europa em 1942, a necessidade de construir unidades habitacionais e infraestrutura, causou no surgimento de sistemas construtivos brusco, para aumento da produtividade. Diante deste ocorrido, iniciou-se a otimização ao desenvolvimento tecnológico do processo construtivo, ou seja, a industrialização da Construção Civil. Nesse cenário a pré-moldagem em concreto se tornou o meio mais apregoado para a industrialização da Construção Civil (Gutstein, 2012).

Elliot (2002) acrescenta, uma terceira geração de sistemas pré-fabricados, para edifícios e edificações, na qual é adotada condições elevadas de especificações e que vem evoluindo nos últimos 20 anos na Europa, devido muitos projetistas europeus perceberem que cada vez mais as oportunidades de alta qualidade dos acabamentos nos elementos de pré-moldados. Contudo, existem necessidades de mudança na conformação tradicional de elaboração e de projeto dos sistemas de pré-moldados de concreto no meio desse novo sistema construtivo tecnológico.

Vasconcelos (2002), sanciona que a primeira grande obra a ser utilizados elementos pré-moldados no Brasil, decorreu em hipódromo da Gávea no Rio de Janeiro. Devido no Brasil não haver devastações decorrente à Segunda Guerra Mundial, não transcorreu a necessidade de construções em grande demanda, como aconteceu na Europa, por este motivo, o uso do pré-moldado no Brasil não é antigo e conseqüentemente a evolução deste processo construtivo ainda é lento.

Todavia, a preocupação com a defesa e a industrialização de sistemas construtivos iniciou-se no final da década de 50. Segundo Vasconcelos (2002), neste tempo, na cidade de São Paulo, a Construtora Mauá, especializada em construções industriais, efetuou vários galpões pré-moldados no próprio canteiro de obras.

Além disso, na década de 50, com o crescimento da população urbana atingia índices jamais vistos e com o crescimento exagerado, gerava protuberantes problemas de carência habitacional, havendo a necessidade de criação por parte do governo, do BNH, na qual o objetivo deu-se para diminuir a carência e estimular o setor da Construção Civil, onde sustinha na época 5% do PIB do país de acordo com o IBGE – 1987 (Pigozzo et al., 2006).

Segundo Oliveira (2002) no começo de sua atuação o BNH acatou uma política de desincentivo ao pré-fabricado na área da habitação, na espera positiva de estimular serviços de mão-de-obra especializada no canteiro de obra. De acordo com a ABCI – 1980, esse ocorrido negativo poderia ter causado atraso no sistema de industrialização, caso empresários não percebesse as probabilidades do pré-moldado no futuro.

A criação de novas tecnologias, como o processo construtivo com elementos pré-moldados de concreto na metade da década de 70, deu-se através do banco BNH, nos quais foram adotadas diretrizes para a área, a fim de incentivar a industrialização da construção por meio do pré-moldado (Pigozzo et al., 2006).

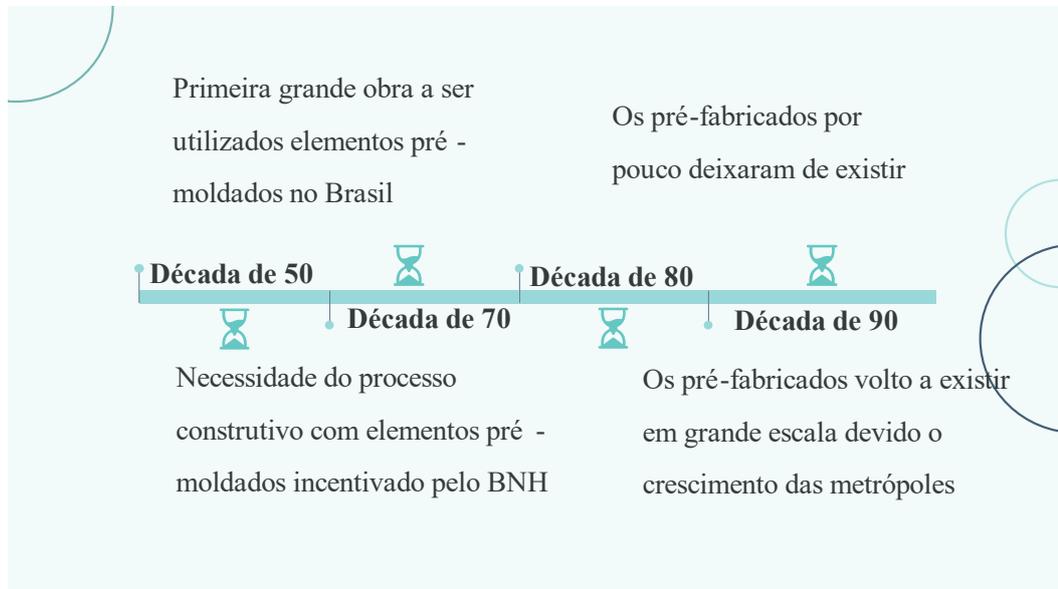
De acordo com Oliveira (2002), à procura de melhorias no processo construtivo para a construção habitacional, os intermediários do BNH realizaram patrocínio para pesquisa, na busca do crescimento em técnicas construtivas com a finalidade de utilizar em elementos pré-fabricados e planejaram a introdução de canteiros temporários, nas quais teve como experiências o Narandiba, localizado na Bahia no ano de 1978; o Jardim São Paulo, em São Paulo, no ano de 1981; e o Carapicuíba VII, localizado na cidade de São Paulo em 1980. Entretanto, a construção desses edifícios mostrou muitos problemas patológicos e de ordem funcional, acrescentando em um custo elevado as manutenções e por este motivo alguns desses edifícios sucedeu-se à demolição.

Conforme Sabbatini (1989), uma das principais razões do fracasso desses experimentos deu-se a situação de que os processos para desenvolver essas técnicas construtivas não foram apropriados conforme um controle tecnológico adequado.

Após acontecimentos como este, na década de 80 os pré-fabricados por pouco deixaram de existir, onde na década de 90 voltou a existir, respectivamente ao crescimento da cidade de São Paulo, na qual passou a receber vários investimentos no setor de serviços, que provocou um aumento na construção da metrópole. Estes investimentos obteve a necessidade de rapidez

na execução e venda (Pigozzo et al., 2006). Conforme a Figura 1, podemos observar a linha do tempo da história do pré-moldado.

**Figura 1** – Linha do tempo da história do pré-moldado



**Fonte:** Autoral (2023)

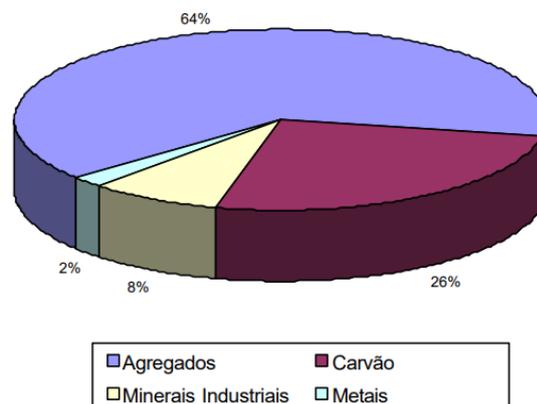
Segundo a engenheira civil Íria Doniak, presidente-executiva da ABCIC, em entrevista a Santos (2021), relatou que nos últimos 20 anos quase dobrou a participação da pré-fabricação no mercado, indo de 4 a 5% para 8 a 10%, considerando o percentual sobre estruturas, destacado fundações e fachadas. Íria alega que os valores são apenas prognósticos, na qual ainda não existe um dado confiável. Comparando-se a Europa, onde a taxa varia de 30% a 90%, sendo os índices mais altos nos países localizados no Norte, como a Holanda e Bélgica, o Brasil possui um índice bastante baixo, onde o crescimento vai depender do retorno de investimentos nacionais e internacionais e também deve-se considerar a maneira que o governo administra a economia em geral. São esses fatores essenciais que influenciam no crescimento da industrialização do pré-moldado.

## 2.2 AGREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com Valverde (2001, p. 1), “os agregados para a indústria da construção civil são os insumos minerais mais consumidos no mundo.”

Conforme o serviço Geológico Americano (USGS), no geral o total de agregados consumidos para a construção civil pelos americanos em média transpassa 7.500 kg, na qual 75% desse consumo médio de bens minerais, foram agregados para a construção civil. No século anterior a produção total de agregados nos Estados Unidos dispôs de um aumento considerado de 58 milhões de toneladas em 1900 para 2,76 bilhões de toneladas no ano de 2000 (Valverde, 2001). Abaixo a figura 2 apresenta a distribuição da produção mineral americana e a participação dos agregados.

**Figura 2 - Distribuição da Produção Mineral nos EUA (1998)**



**Fonte:** Valverde (2001)

Valverde (2001), continua a relatar que comparando o nível de consumo nos Estados Unidos com países industrializados, os dados se repetem. Na Europa Ocidental a utilização de agregados por habitante varia de 5.000 kg a 8.000 kg. No Canadá, exatamente na Província de Ontário, na década de 80, o consumo chegou a 15 toneladas por pessoa devido o desenvolvimento da economia na região.

O termo “agregados para a Construção Civil” é conceituado no Brasil com a finalidade de identificar a área mineral que fabrica elementos mineral que favorece emprego na indústria da Construção Civil, o qual sucintamente a areia e a rocha britada (Valverde, 2001).

Conforme Almeida e Luz (2009), o solo brasileiro conta com características geológicas diversificadas, decorrendo de degradação enormes de rochas que podem ser classificadas como agregado, na qual pode modificar de acordo com a disponibilidade na região e localização.

A maioria dos agregados são encontrados na natureza em formato de rochas ou solos sedimentares, por esse motivo é necessário o processamento para desenvolvimento de suas propriedades, um exemplo desse processo é do agregado graúdo, que ao ser retirado da rocha necessita de britagem para padronizar o material triturado, e a areia que após a retirada é realizado uma lavagem (Metha; Monteiro, 2014).

A função dos agregados na área da Construção Civil é realizada em conformidade com suas dimensões e resistências. Os agregados graúdos são consumidos na produção do concreto, devido apresentar um bom desempenho com a pasta de cimento, o que causa resistência a cargas mecânicas, otimizando um produto final com durabilidade. E os agregados miúdos, são utilizados geralmente para complementar ou consolidar determinada mistura (Almeida; Luz, 2009).

Agregados que participam da mistura de concreto é necessário apresentar uma estruturação mineralógica indispensável para garantir a resistência e durabilidade combatendo os esforços mecânicos, nos quais as estruturas projetadas de concreto foram desenvolvidas e garantir que a resistência dos agregados seja maior à pasta de cimento, do contrário pode ocorrer o rompimento dos grãos antes da pasta. Os agregados especificamente empregados como britas de granito e gnaiss é comum desempenhar essas condições (Ribeiro; Pinto; Starling; 2013).

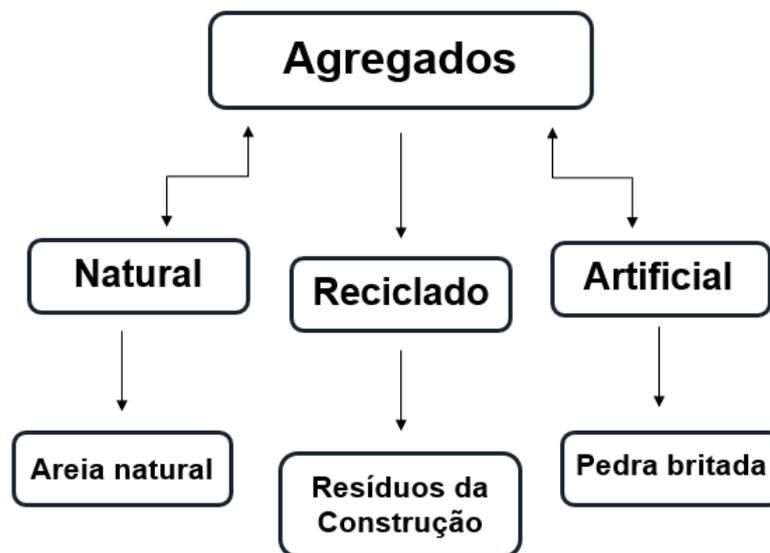
Segundo Mehta e Monteiro (2014), os agregados não sofrem reações química com a água e são considerados como material de enchimento, fixo no concreto. Esse insumo ocupa de 60 a 80% do seu volume e possuem baixo custo, com propósito econômico. Devido ao desenvolvimento na atuação dos agregados nas propriedades do concreto, tais são capazes de enorme influência sobre a resistência mecânica, persistência dimensional e durabilidade, apresentando importante finalidade técnica.

A regulamentação tem como finalidade normatizar a qualidade, a classificação, a produção e aplicação de diversos materiais. Existem órgãos em cada país que implementam diretrizes com a função de determinar tais especificações. A ABNT é o órgão responsável pela normatização no Brasil (Bauer, 2019). A norma que determina os paradigmas dos agregados para a produção do concreto é a ABNT NBR 7211 (2019).

### 2.2.1 Classificação

Conforme Grubba (2016), os agregados podem ser classificados quanto à origem, que podem ser naturais, onde são encontrados na natureza, artificiais, na qual passam por um processo industrial. A seguir a figura 3 mostra a classificação dos agregados conforme sua origem.

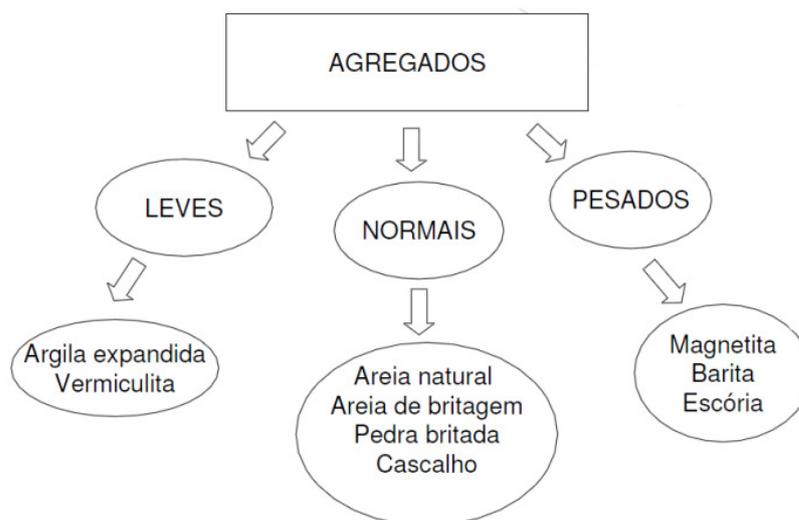
**Figura 3:** Classificação dos agregados conforme sua origem



Fonte: Autoral (2023)

Grubba (2016), alega que podem ser classificados conforme sua massa específica, como: leves, médios e pesados. Considerado leves os agregados com massa específica menor que  $2.000 \text{ kg/m}^3$  e o material de acordo com essa classificação é a argila expandida. Classificado médio os agregados com massa específica menor entre  $2.000 \text{ kg/m}^3$  e  $3.000 \text{ kg/m}^3$ , nos quais os insumos que podem se encaixar nesta classificação são: areia naturais, pedras britadas e pedregulhos. E considerado pesados os agregados com massa específica maior que  $3.000 \text{ kg/m}^3$ , onde os materiais enquadrados nesta classificação são: barita, magnetita e hematita. De acordo com a figura 4, podemos observar a classificação dos agregados conforme sua massa específica.

**Figura 4 - Classificação dos agregados conforme sua massa específica**



**Fonte:** Silva (2012)

Grubba (2016), ainda afirma que a classificação dos agregados pode ser de acordo com sua dimensão, onde é dividido como agregado graúdo e miúdo, cujos grãos apresentam tamanhos específicos, onde podem ser identificados de acordo com a ABNT, responsável pela normatização que identifica essa classificação.

O ensaio de granulometria é responsável por determinar a dimensão máxima característica e também o módulo de finura do agregado, propriedades que são de suma importância para caracterizar a aplicação dos agregados em concretos. A influência da composição granulometria ocorre diretamente na qualidade do produto, principalmente quando se refere a trabalhabilidade, densidade e resistência mecânica (Ribeiro; Pinto; Starling; 2013).

### 2.2.2 Agregado miúdo

Conforme a ABNT NBR 7211 (2019), agregado miúdo é areia de origem natural ou consequente de britagem de rochas consistentes, ou então mesclagem de ambas, cujo grãos passam pela peneira com abertura 4,75mm e fica retido na peneira com abertura de malha 150 µm, diante de ensaio realizado conforme a ABNT NBR NM 248 (2003), com peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISO 3310-1 (2010).

Entretanto, conforme Aïtcin (1998), é fundamental que a areia natural contenha uma parte do total de partículas protuberantes do que 4,8 mm, devido à resistência e compressão do agregado miúdo não ser bastante indúctil, para não resultar uma fraqueza no concreto.

De acordo com Silva (2012), as areias dispõem como composto principal o quartzo, entretanto a sua composição química e também mineralógica altera de acordo com sua origem, na qual pode ser clástica, orgânica, química ou vulcânica. Conforme o seu formato natural, a origem é descendente de arenitos não consistentes, aluviões, depósito residuais, solos de alterações, dunas, entre outros. Em seu aspecto industrial, é representada pelo britagem ou lavra de pedreira. Na figura 5 abaixo é possível identificar os tipos de areia e a densidade dos grãos.

Em conformidade com a ABNT NBR 6502 (2022), o tipo de areia é classificado como areia fina, areia média e areia grossa conforme o diâmetro dos grãos. Com grãos de diâmetros compreendidos entre 0,06 mm e 0,2 mm, considera-se areia fina. Grãos de diâmetros compreendidos entre 0,20 mm e 0,60 mm, classifica-se areia média e grãos de diâmetros compreendidos entre 0,60 mm e 2,0 mm é considerado areia grossa como representado na figura 5.

**Figura 5** – Tipos de areia



**Fonte:** Educa Civil (2020). Adaptada.

### 2.2.3 Agregado graúdo

Segundo a ABNT NBR 7211 (2019), agregado graúdo é brita ou pedregulho oriundo de rochas permanentes, cujo grãos que passam pela peneira com abertura nominal de malha 75mm e ficam retidos na peneira de abertura 4,75 mm, no qual o ensaio realizado é de acordo com a ABNT NBR NM 248 (2003), por meio de peneiras definidas pela ABNT NBR NM ISSO 3310-1 (2010).

De acordo com Katayama, D. (2016), onde afirma que a ACI 363R-10 recomenda que além dos aspectos citados, os agregados devem apresentar módulo de elasticidade igual ou superior à pasta de cimento, onde seja 100% britado e com o menor possível de partículas alongadas e achatadas, com análise granulométrica adequada para o menor consumo de água, particularidades químicas adaptáveis com as do cimento para não ocorrer deterioração ou corrosão externa e a limpeza é essencial.

Ribeiro, Pinto e Starling (2013), afirma que os agregados graúdos devem apresentar elevada resistência à compressão, um índice baixo de abrasão Los Angeles, baixo teor de materiais friáveis e benévola aderência à pasta de cimento.

A classificação das britas comercialmente, conforme os intervalos de tamanhos, nas peneiras da série normal da ABNT NBR 7211 (2019), define-se como: brita 0 (4,8mm – 9,5 mm), brita 1 (9,5 mm – 19,0 mm) e brita 2 (19,0 mm – 25,0 mm) e as mais utilizadas na fabricação de concreto convencional; brita 3 (25,0 mm – 38,0 mm) e brita 4 (38,0 mm – 64,0 mm), nas quais são as mais utilizadas em concreto massa; e por fim, pedra de mão (acima de 76 mm de diâmetro), aplicadas na maioria das vezes em construções de fundações (Ribeiro; Pinto; Starling, 2013). De acordo com a figura 6 é possível visualizar os tipos de brita.

**Figura 6** – Tipos de britas



**Fonte:** Materioteca Sustentável (2023). Adaptada.

## 2.3 CONTROLE TECNOLÓGICO

Conforme Fernandes e Nummer (2018), para assegurar que os agregados possuam os paradigmas primordiais referido nas normas técnicas é importante que ocorra o controle tecnológico. Esse desenvolvimento representa em um método utilizado afim de determinar o acompanhamento de diversas características físicas e químicas de materiais para o setor da Construção Civil, como o caso dos agregados minerais. O objetivo principal da realização do controle tecnológico é determinar características e prognosticar comportamentos que prejudiquem diretamente a qualidade dos produtos finalizados, como na situação dos agregados minerais, onde argamassa ou concreto são produzidos a partir desse insumo.

O controle tecnológico é efetuado por meio de ensaios laboratoriais, almejando identificar a qualidade dos materiais, o qual serão utilizados na construção, verificando propriedades concernentes à resistência e estabilidade do material (Yazigi, 2021).

Segundo a ABNT NBR 12655 (2015), é necessário realizar o controle tecnológico não somente do concreto, mas também dos agregados, água e aditivos. Conforme a ABNT NBR 12654 (2000), é necessário que o controle tecnológico seja ela realizada em serventia da condição de responsabilidade da estrutura, das situações agressivas existentes no local da obra e do fundamento prévio das propriedades dos materiais acessíveis na realização das obras (De Sá Sena et al. 2022).

Especificar tecnologicamente um material de construção pode ser extenso, compreender relativamente às suas propriedades essenciais – como sua natureza, sua origem, sua constituição bem como seu comportamento –, logo que sujeito a exigências específicas e o que se refere a determinadas especificações técnicas, onde necessitam ser acompanhados para desempenho da aplicabilidade pré-estabelecidas para formação de determinada estrutura (Ribeiro; Pinto; Starling, 2013).

Conforme Valverde (2001), a utilização inadequada dos agregados vem causando rápida degradação de concreto em cimento portland em situações rigorosas de temperatura. A mesma causa ocorre com o material ligante em pavimento asfáltico, onde pode manifestar deslocamento das partículas dos agregados, acarretando uma rápida deterioração do pavimento. Logo, a escolha de forma correta dos agregados é fundamental para obter uma desejada performance da estrutura.

Valverde (2001), ainda afirma que os produtos de agregados para o uso na área da construção civil precisam de uma atenção particular para o controle de qualidade dos agregados, na qual devem ter especificidades como: garantir o acompanhamento da

construção e se os objetivos estão sendo cumpridos no período desejado; permitir que os agregados sejam aplicados ou utilizados adequadamente durante o processo da construção.

## 2.4 CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DE AGREGADOS

Segundo Silva (2012), em direção da utilização exata dos agregados na indústria da construção civil é fundamental uma análise antecipada destes materiais e suas designações, afim de identificar suas características. Os agregados manifestam relevantes variedades de características que podem ter utilidades diretas e indiretas. Na condição dos agregados normais na área da construção civil, as particularidades mais importantes podem se classificar em geológicas, físicas e mecânicas.

A qualidade tecnológica de agregados em ser utilizado como material de construção é realizado por meio de mecanismos adequados que possibilitam o conhecimento de suas propriedades de maneira estremada ou em conjunto, que pode ser de modo direta ou indireta (Frazão, 2003).

### 2.4.1 Composição Granulométrica

De acordo Weidmann (2008), a composição granulométrica pode ser determinada em conformidade com a classificação de tamanhos das partículas dos agregados, tornando-se frequentemente desenvolvidas em termos de porcentagens acumuladas das frações retidas nas séries de aberturas das peneiras. Deste modo, a composição granulométrica de determinado agregado é definida através de peneiramento de uma amostragem na sequência de peneiras utilizadas da maior abertura acima para menor abertura abaixo.

Neville (1997) e Farias e Palmeira (2007) afirmam que a interpretação gráfica da curva granulométrica é o modo mais direto de analisar a composição de um agregado, em razão de ser um simples reflexo, podendo analisar se a curva granulométrica é adaptável em uma especificação, observando se é muito grossa ou muito fina, ou se consta alguma deficiência em um determinado tamanho.

Ambrozewicz (2012) afirma que a granulometria possui enorme influência sobre a qualidade do concreto atuando na densidade e resistência.

Segundo Filho (2020) afirma que fazer a utilização dos agregados de modo adequado e viável economicamente, normas brasileiras e também estrangeiras apresentam determinadas faixas granulométricas.

#### 2.4.1.1 Módulo de finura

Para identificar o módulo de finura de um agregado, deve-se somar o percentual retido acumulado em massa, nas peneiras da série normal ABNT NBR 7211 (2019), dividindo o valor encontrado por 100. O valor do módulo de finura diminui, conforme o agregado vai se tornando mais afinado, isto é, quanto mais elevado o módulo de finura, mais grosso é o agregado (Metha; Monteiro, 2014).

O módulo de finura possui relação com a área superficial do agregado – neste contexto, intervém na água de molhagem, afim de que o agregado miúdo disponha de uma consistência exata. É essencial que o módulo de finura se mantenha constante dentro dos limites, com a finalidade de evitar modificações no traço da mistura do concreto (Neville, 2013).

Os agregados podem ser classificados conforme o módulo de finura como areias finas, média e grossa, onde é identificado suas funções em concreto, como chapisco e reboco (Ribeiro; Pinto; Starling; 2013).

#### 2.4.1.2 Dimensão máxima do agregado

Conforme a ABNT NBR 7211 (2019), a dimensão máxima característica ou o diâmetro máximo do agregado condiz à abertura nominal da peneira que é em milímetros, da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma percentagem retida acumulada igual ou inferior a 5% de sua massa (De Sá Sena et al. 2022).

Ainda em conformidade com De Sá Sena, et al. (2022), afirma que a ABNT NBR 6118 (2014), que disserta de projeto de estrutura de concreto, indica que o diâmetro máximo do agregado não exceda limites estabelecidos, com a finalidade de impedir nocividades e não prejudicar o processo de concretagem no caso de estruturas de concreto armado – a dimensão máxima característica do agregado graúdo para aplicação em misturas de concreto armado não deve ultrapassar em 20% a espessura do cobrimento nominal.

### 2.4.2 Massa Específica

Conforme a ABNT NBR 16917 (2021), a massa específica de um agregado é a ligação entre a massa no estado seco e o volume ocupado por essa massa seca, incluindo o volume dos poros permeáveis e impermeáveis e excluindo os vazios entre partículas.

É preciso observar para a massa específica, uma vez que, conforme Metha e Monteiro (2014), os motivos como a exsudação e a segregação que interfere na propriedade do concreto, onde os principais motivos relacionados são índices desapropriados de massa específica, quantidade menores de partículas e métodos irregulares de adensamento.

### 2.4.3 Índice de forma

A ABNT NBR 7809 (2019) é a norma que determina especificações para o índice de forma do agregado graúdo por meio de ensaio utilizando um paquímetro. O principal objetivo das especificações é encontrar a média da relação entre o comprimento e espessura dos grãos do agregado, equilibrado pela quantidade de grãos de cada fração granulométrica que o constitui.

Conforme Silva e Geyer (2018), a forma do agregado graúdo é uma das particularidades referenciadas por vários pesquisadores, onde exerce atuação na qualidade mecânica do concreto. Os agregados que contém partículas desapropriadas são prejudiciais, devido esses elementos dificultarem o adensamento do concreto, impossibilitando a interpenetração dos grãos.

De acordo com Paraguassu e Frazão (1998), as técnicas geralmente utilizadas para determinar forma dos fragmentos, se fundamentam na medição de dimensões dos fragmentos por meio de linhas imaginárias que determinam comprimento, largura e espessura.

Ainda em conformidade com a ABNT NBR 7809 (2019), ao realizar a análise granulométrica das amostras, de forma a dividi-las em frações, de acordo com a ABNT NBR NM 248, para encontrar o número de número de grãos a serem medidos, dá-se através da equação 1:

$$Ni = \frac{200}{F1 + F2 \dots Fi + Fn} x F1$$

Onde:

200 representa o número de grãos necessários para a realização do ensaio;

$N_i$  é o número de grãos a serem medidos na fração  $i$ ;

$F_i$  é a porcentagem de massa retida individual da fração  $i$ ;

$F_1 + F_2 + \dots + F_i \dots + F_n$  é a soma das porcentagens, retidas individuais, em massa, das frações obtidas.

Para encontrar o índice de forma, é necessária aplicação da equação 2:

$$I = \frac{C_{\text{médio}}}{e_{\text{médio}}}$$

Onde:

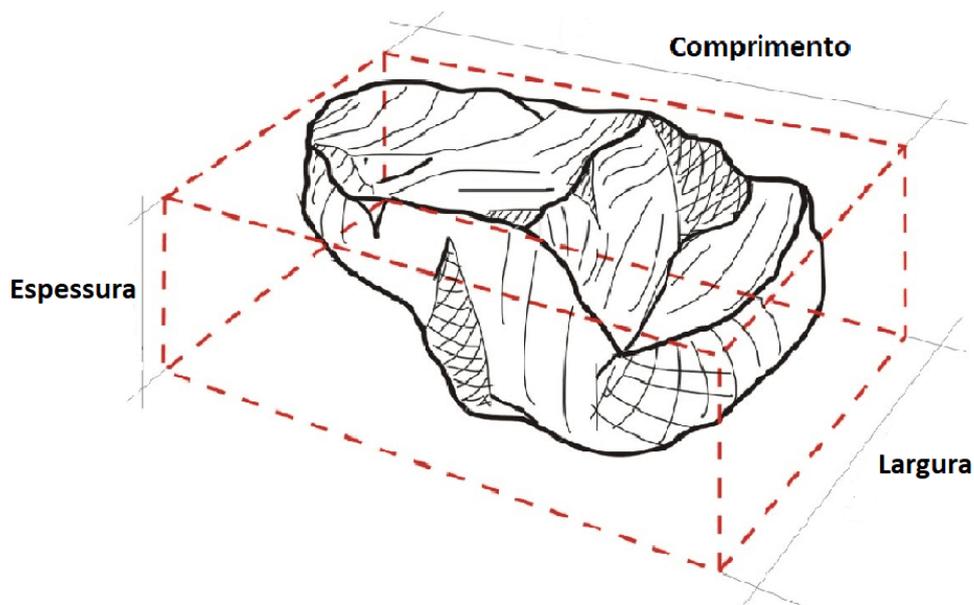
$I$  é o índice de forma do agregado;

$C_{\text{médio}}$  é o comprimento médio, expresso em milímetros (mm) dos 200 grãos;

$e_{\text{médio}}$  é a espessura média, expressa em milímetros (mm) dos 200 grãos.

A medição através do paquímetro dá-se através do comprimento, cujo seja o lado maior do grão e a espessura, na qual é a distância entre duas faces conforme a figura 7.

**Figura 7** – Projeção da forma perfeita da partícula



**Fonte:** Silva e Geyer (2018)

#### 2.4.4 Absorção

A ABNT NBR 16917 (2021b) é a norma que determina a taxa de absorção de água do agregado graúdo, onde define a quantidade de água que o agregado é capaz de absorver em percentual relativo à sua massa no estado seco.

Conforme a ABNT NBR 7211 (2019), para os agregados fabricados a partir de rochas com absorção de água inferior a 1% determinados conforme a ABNT NBR 16917 (2021b), a limitação de material fino, onde pode ser alterado de 1% para 2%.

#### 2.5 EMPACOTAMENTO DOS GRÃOS

No ano de 1892, Ferét publicou o primeiro tratado sobre empacotamento de partículas em concreto, na qual identificou que a resistência à compressão máxima pode ser atingida quando os vazios na mistura são minúsculos, em outras palavras a seleção adequada dos agregados está estreitamente relacionada à resistência à compressão e à porosidade do material no estado endurecido, quando sujeitos ao processo de cura úmida. Após esse conceito, vários modelos de empacotamento têm sido recomendados como ferramentas, afim de calcular a densidade de empacotamento das partículas e em sequência desenvolver misturas granulares do concreto (Castro; Pandolfelli, 2009).

Empacotamento de partículas pode ser definida como a dificuldade apropriada da apuração intensa e do tamanho das partículas, afim de que os vazios maiores sejam preenchidos com partículas menores, onde os vazios serão preenchidos novamente com partículas mais menores até ser preenchido adequadamente. O empacotamento denso das partículas é de grande importância na obtenção de concretos, devido melhorias nas propriedades no estado fresco e endurecido (Oliveira et al., 2000).

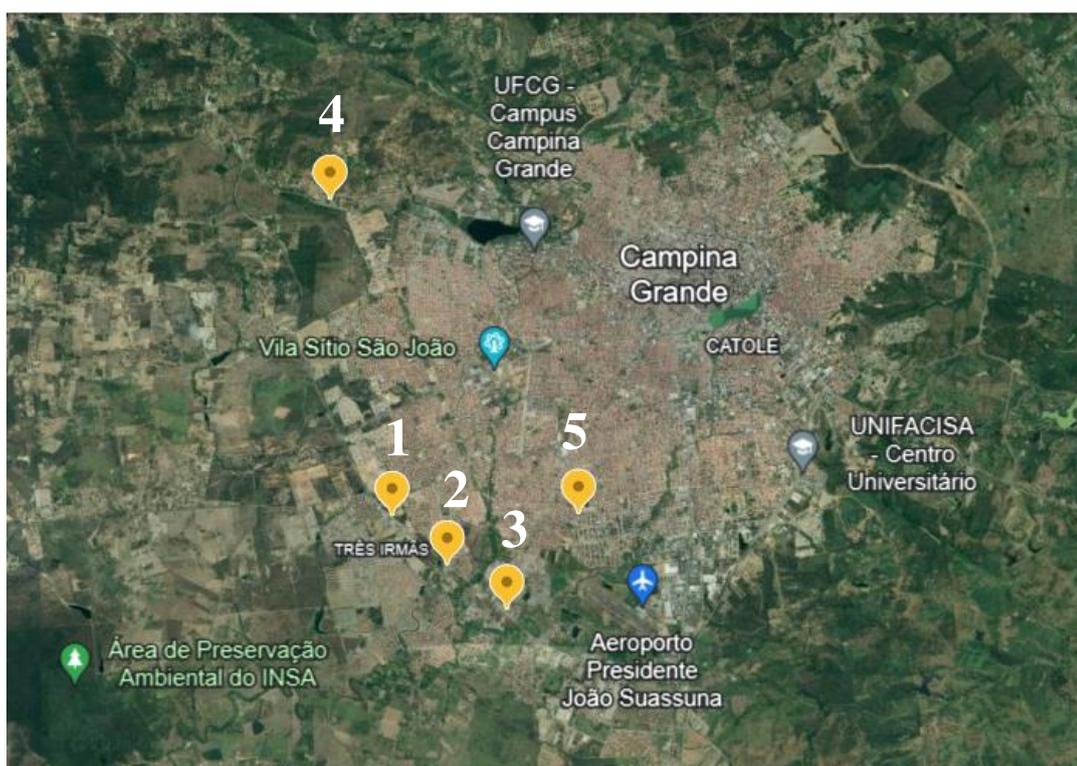
Conforme Vanderlei (2004), a dosagem de um concreto deve objetivar uma distribuição aprimorada das partículas que constitui o material, possibilitando uma mistura com o mínimo de vazios possíveis e com alta densidade. Para maior densidade, deve-se diminuir os espaços de vazios entre as partículas, onde esses vazios devem ser preenchidos com partículas menores, estabelecendo um empacotamento.

### 3 METODOLOGIA

O trabalho iniciou a partir do projeto de extensão do IF Mais Empreendedor, efetuado pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento e Ensino de Machado – FADEMA, que participavam cinco empresas de pré-moldados. O principal objetivo deu-se a encontrar resultados em conformidade com as normas técnicas, através do controle tecnológico para crescimento das empresas de pré-moldados, na qual fizeram parte.

O estudo realizado foi em conformidade com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para iniciar o estudo, foram selecionadas seis empresas, identificadas como empresa 1, 2, 3, 4 e 5, localizadas no município de Campina Grande – PB. A figura 8 mostra a localização das empresas que participaram do estudo.

**Figura 8** - Localização dos pontos de amostragem das coletas dos agregados no município de Campina Grande no estado da Paraíba



**Fonte:** Google earth (2023)

Para desenvolvimento dos estudos e análise dos agregados das empresas de pré-moldados, foi realizada a coleta dos agregados miúdo e graúdo nas empresas 1, 2, 3, 4 e 5. Após a coleta dos materiais, deu-se início aos ensaios de caracterização dos agregados

(agregado miúdo; areia e agregado graúdo; brita) no laboratório do IFPB – Campus Campina Grande. A tabela 1 mostra a caracterização de cada empresa que fizeram parte do estudo.

**Tabela 1** - Caracterização das empresas do setor de pré-moldados de concreto da cidade de Campina Grande

<b>EMPRESA 1</b>	
Porte do empreendimento	Pequeno porte.
Atividade principal	Pré-moldados
Peças produzidas	Bloco intertravado (4/6 cm) e colorido; Bloco (16/19); Meio-fio (grande/fino) sem dimensão; Bloco fino; Piso tátil; Placa cimentícia (piso); Paver 6 e Cobogó.
Funcionários na produção	2 funcionários
<b>EMPRESA 2</b>	
Porte do empreendimento	Micro empresa.
Atividade principal	Tubulação de esgoto – manilhas de 20 até 1,5 cm-diâmetro (esgotamento sanitário).
Peças produzidas	Manilhas, Meio-fio, Estaca reta e de ponta virada, Blocos, Caixa de gordura, Canaletas, Piso, Laje.
Funcionários na produção	15 funcionários
<b>EMPRESA 3</b>	
Porte do empreendimento	Grande porte.
Atividade principal	Bloco de concreto
Peças produzidas	Bloco de concreto, bloco intertravado, meio fio, manilhas, entre outros.
Funcionários na produção	25 funcionários
<b>EMPRESA 4</b>	
Porte do empreendimento	Micro empresa.
Atividade principal	Produção de peças estruturais (pré-moldados)
Peças produzidas	Vigas e Pilares de concreto.
Funcionários na produção	12 funcionários

<b>EMPRESA 5</b>	
Porte do empreendimento	Pequeno porte.
Atividade principal	Fabricação de Pré-moldados, em especial, os utilizados nas construções de lajes.
Peças produzidas	Canaletas, Trilhos de lajes, Vergas, Caixa de esgoto, Rufo, Pedras moldadas para calçadas, Cobogós (5 modelos), Estacas.
Funcionários na produção	4 funcionários

**Fonte:** Silva (2023). Adaptada.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS

A caracterização dos agregados e análise física do material, foi realizada conforme orientações das normas técnicas listadas abaixo de acordo com a tabela 2.

**Tabela 2** – Agregados analisados fisicamente conforme as normas citadas

Parâmetros	Norma
<b>Composição Granulométrica</b>	ABNT NBR NM 248 (2003)
<b>Massa Específica</b>	ABNT NBR 9776 (1987) ABNT NBR 16917 (2021)
<b>Índice de forma</b>	ABNT NBR 7809 (2019)
<b>Taxa de absorção de água do agregado graúdo</b>	ABNT NBR 16917 (2021b)

**Fonte:** Autoral (2023)

#### 3.1.1 Composição Granulométrica

Para desenvolvimento dos estudos e análise dos agregados das empresas de pré-moldados, após a coleta do material, deu-se início aos ensaios de granulometria, na qual os agregados utilizados foram de duas classificações: miúdo; areia e graúdo; brita representados na Figura 9.

**Figura 9 – Separação dos Agregados**

**Fonte:** Autoral (2023)

Foram realizados cinco ensaios para os agregados miúdo e cinco para os agregados graúdo, havendo uma repetição em cada ensaio para obter um resultado mais exato. A granulometria, conforme a Figura 10, foi realizada utilizando 300 g de agregado miúdo (areia) e para o agregado graúdo (brita) a amostra utilizada foi de 1 kg para a brita de 9.5 mm e 5 kg para a brita de 19 mm.

De acordo com as recomendações da ABNT NBR NM 248 (2003), as amostras passaram por um processo de secagem em estufa a 105 °C por um período de 24 horas, em seguida foram esfriadas à temperatura ambiente e vertidas no conjunto de peneiras com aberturas de 4.75 mm a 150 µm, para os agregados miúdos e para os agregados graúdos 25 mm a 150 µm, para agitação manual, onde ocorreu a separação e classificação dos diferentes tamanhos de grãos das amostras. Por fim o material retido em cada peneira foi determinado a massa, para determinação do módulo de finura, dimensão máxima característica e curva granulométrica.

**Figura 10** - Ensaio de Granulometria dos Agregados



**Fonte:** Autoral (2023)

### 3.1.2 Massa Específica do agregado graúdo e miúdo e absorção de água do agregado graúdo

Para determinar a massa específica do agregado miúdo, foi realizado o ensaio por meio do frasco Chapman conforme a ABNT NBR 9776 (1987), onde é mostrado na Figura 11. Os materiais utilizados no ensaio decorreram de um frasco de Chapman com 200 ml de água, um funil, uma concha e a amostra de 500g seco. Utilizando a concha, a amostra foi inserida no funil para dentro do frasco com água e em seguida fazer movimentos circular para baixo com o frasco para retirar todas as bolhas de dentro e ao finalizar foi realizado a leitura do frasco e encontrado a massa específica do agregado miúdo.

**Figura 11** – Massa específica método de Chapman

**Fonte:** Autoral (2023)

A determinação da massa específica do agregado graúdo, mostrado na Figura 12 e Figura 13, deu-se início com a preparação das amostras, onde foi preparada eliminando todo o material passante pela peneira de 4.75 por via seca conforme a ABNT NBR NM 248 (2003), em seguida ela foi lavada com água corrente para remoção do pó ou outro material da superfície e colocada em uma estufa para secagem a uma temperatura de 105 °C, até massa constante.

Após a preparação da amostra, segundo a ABNT NBR 16917 (2021), o material foi pesado e submergido em água, com temperatura ambiente por um período de 24 horas. Passado esse período a amostra foi retirada da água e envolvida com pano absorvente até que toda a água visível fosse eliminada. Após ser enxuto, o material foi pesado. Em seguida a amostra foi colocada no recipiente e submergida em água mantida a 23 °C e pesada em água. Por fim, o material foi seco a 105 °C até massa constante e determinada a sua massa. Com os resultados obtidos foram calculadas a massa específica e absorção de água.

**Figura 12** – Preparação das amostras para o ensaio de massa específica



**Fonte:** Autorial (2023)

**Figura 13** – Remoção da água das amostras



**Fonte:** Autorial (2023)

### 3.1.3 Índice de forma

Para realizar o ensaio de índice de forma, foi necessário separar os grãos para medição com o paquímetro, de acordo a ABNT NBR 7809 (2019) que determina as especificações para realizar o ensaio. Após a granulometria conforme a ABNT NBR NM 248 (2003), as frações cujo o retido acumulado da peneira constou menor ou igual a 5%, foram desprezados,

sendo selecionados apenas os grãos que o retido acumulado se deu maior que 5%. Para encontrar a quantidade de grãos, foi necessário aplicar a equação 1:

$$Ni = \frac{200}{F1 + F2 \dots Fi + Fn} \times F1$$

Após a separação das peneiras de acordo com o retido acumulado, deu-se início às medições dos 200 grãos conforme ensaio granulométrico das 5 empresas representado na Figura 14, onde a medição realizada foi por meio do comprimento dos grãos, cujo maior dimensão possível de ser medida em qualquer direção e a espessura, onde a menor distância possível em planos paralelos entre si, em qualquer direção. E por fim encontrar a média do comprimento e espessura dos grãos em geral conforme a equação 2:

$$I = \frac{cmédio}{emédio}$$

**Figura 14 - Ensaio de Índice de Forma**



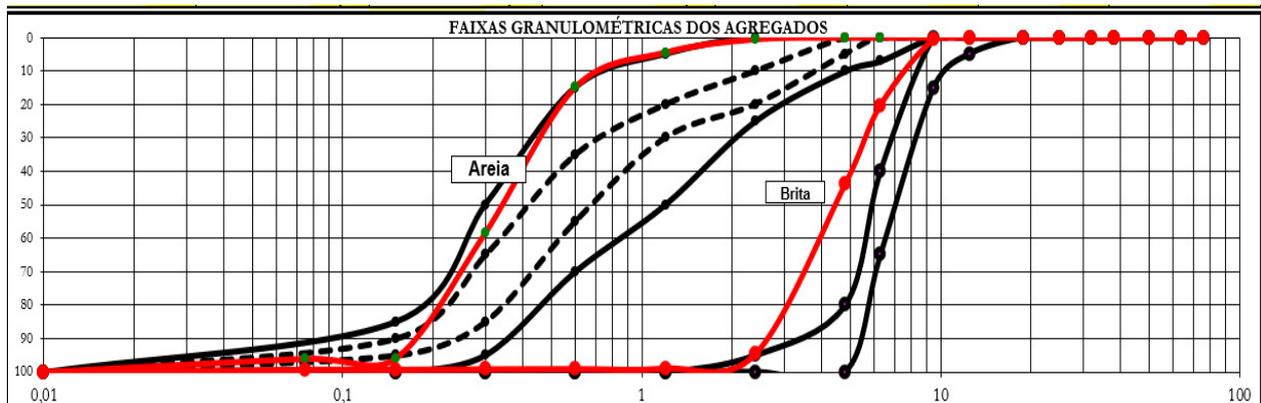
**Fonte:** Autoral (2023)

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Observando a curva granulométrica, conclui-se que no geral os agregados das cinco empresas, não estão em conformidade para uso de acordo com a ABNT NBR 7211 (2019). Os agregados da empresa 1, conforme é observado na faixa ótima, os agregados não estão em concordância com a norma como mostra o gráfico 1. Na empresa 2, de acordo com o gráfico 2 os insumos também não estão em conformidade com a norma. Na empresa 3, observa-se que o agregado miúdo (areia) está em conformidade, por outro lado, o agregado graúdo (brita) não se enquadra, conforme a norma, como visto no gráfico 3. Como apresentado no gráfico 4, a empresa 4 contém o agregado miúdo (areia) que não está apto perante a norma, por outro lado o agregado graúdo (brita) se enquadra. E por fim, a empresa 5 é notado que os agregados não adequados conforme a norma, como mostra o gráfico 5.

**Gráfico 1 – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 1**



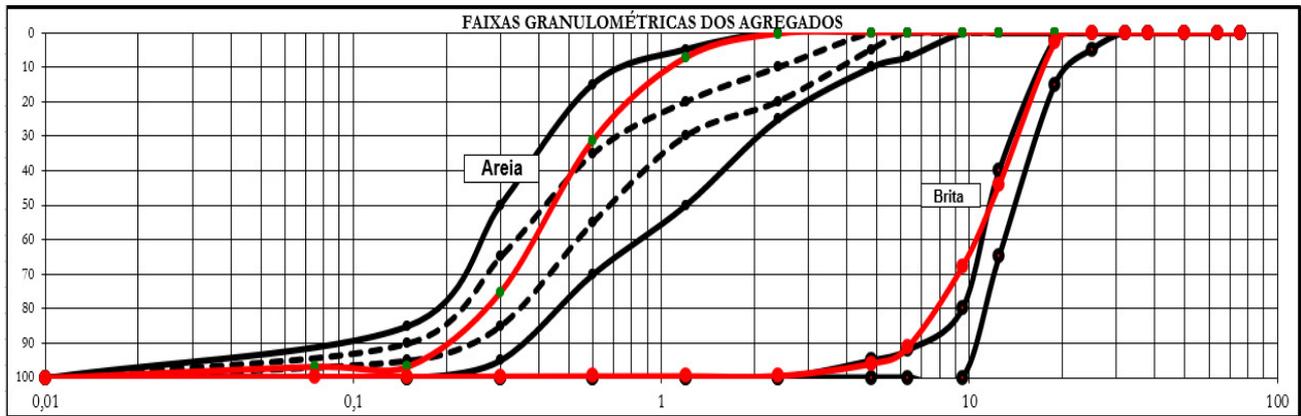
Representação do agregado (areia e brita)

Faixa ótima

Limite próximo faixa ótima

**Fonte:** Autoral (2023)

**Gráfico 2 – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 2**



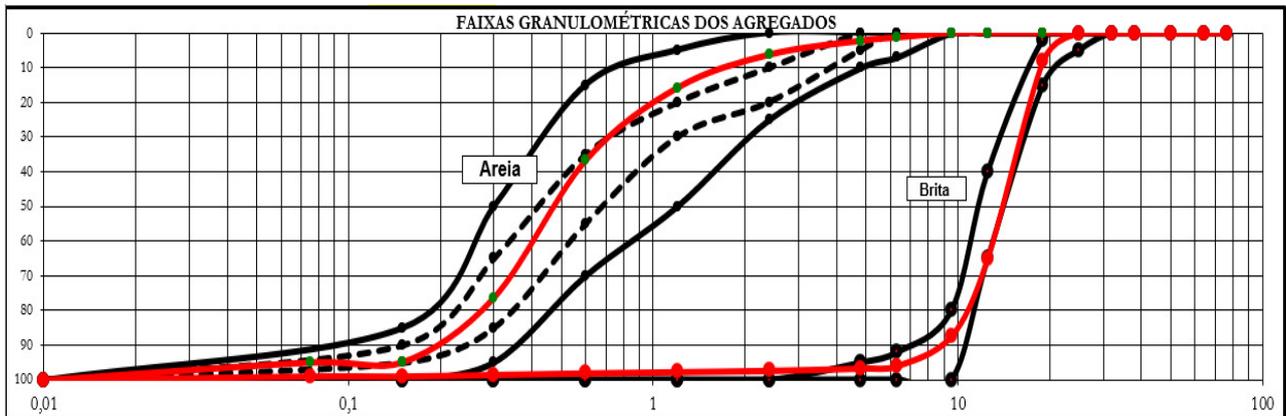
Representação do agregado (areia e brita)

Faixa ótima

Limite próximo faixa ótima

Fonte: Autoral (2023)

**Gráfico 3 – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 3**



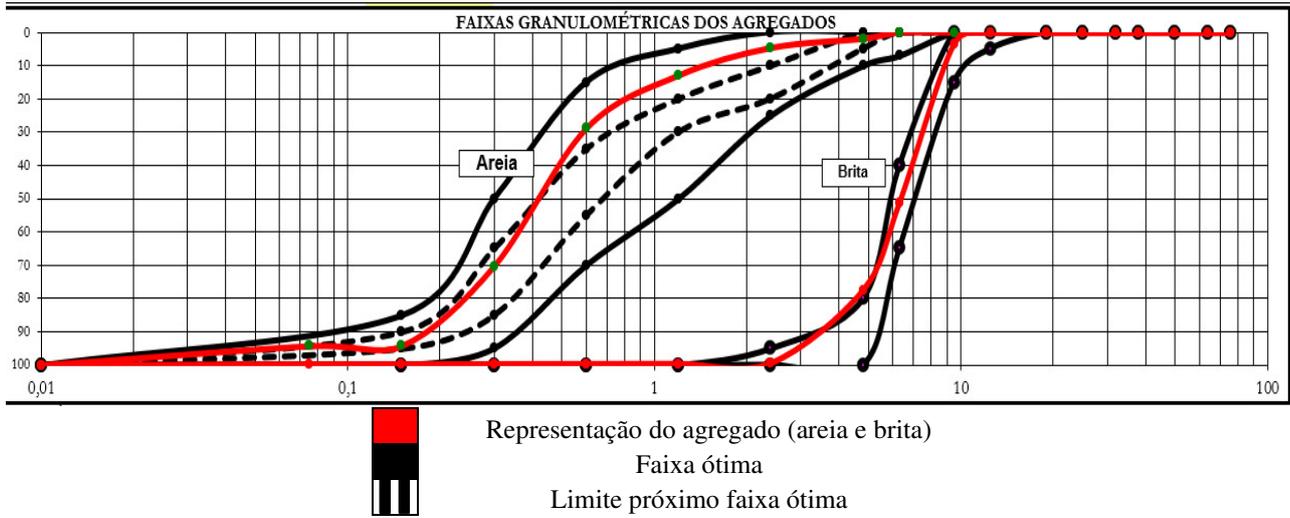
Representação do agregado (areia e brita)

Faixa ótima

Limite próximo faixa ótima

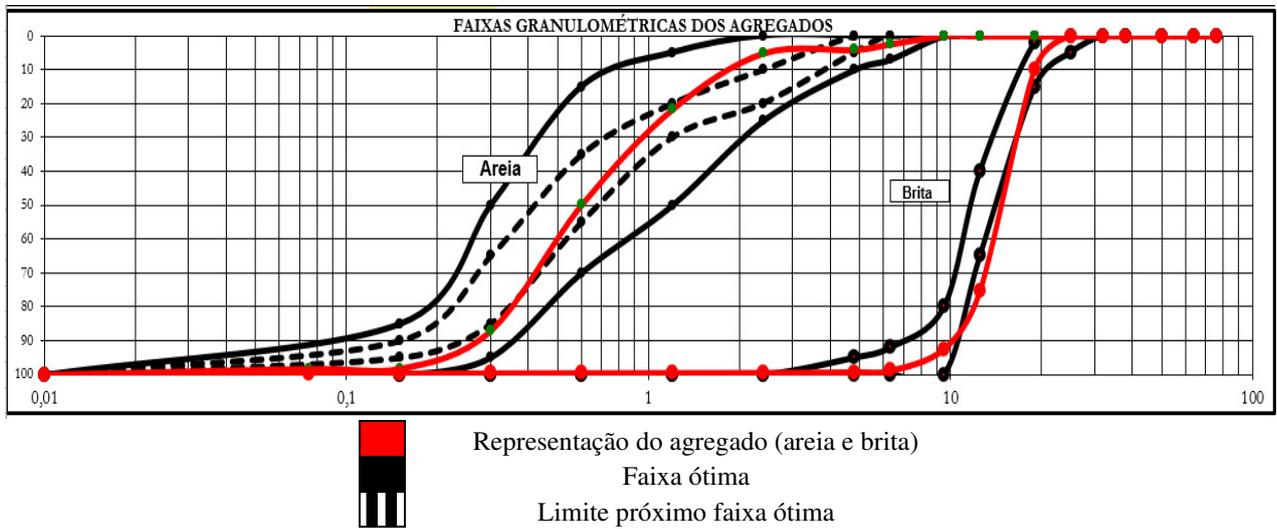
Fonte: Autoral (2023)

**Gráfico 4 – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 4**



Fonte: Autoral (2023)

**Gráfico 5 – Faixas granulométricas dos agregados miúdo e graúdo da empresa 5**



Fonte: Autoral (2023)

Através do ensaio granulométrico foi possível encontrar o módulo de finura para identificar a finura do agregado miúdo (areia) e o diâmetro máximo característico para saber o tamanho dos grãos do agregado graúdo (brita), conforme a tabela 3 e se os agregados estão em conformidade com a ABNT NBR 7211 (2019).

**Tabela 3** – Valores dos módulos de finura e dimensão máxima dos agregados das empresas

Empresas de Pré-moldados	Módulo de Finura (Areia)	Dimensão Máxima Característica (DMC) (Brita)
Empresa 1	1,74	9,5
Empresa 2	2,11	19
Empresa 3	2,32	25
Empresa 4	2,13	9,5
Empresa 5	2,66	25

**Fonte:** Autoral (2023)

Em conformidade com a ABNT NBR 7211 (2019) é observado na tabela 3 que as areias das empresas 1, 2 e 4, o módulo de finura encontra-se na zona utilizável inferior, onde varia de 1,55 a 2,20. Já as empresas 3 e 5 o módulo de finura está na zona ótima, na qual varia de 2,20 a 2,90. O módulo de finura não se aplica ao agregado graúdo (brita).

Em relação ao diâmetro máximo dos grãos, conforme De Sá Sena et al (2022) a análise granulométrica dos agregados graúdos, foi realizado afim de identificar qual o tipo de brita os agregados se encaixam em relação ao uso do concreto. De acordo com o diâmetro máximo na tabela 3, o diâmetro máximo das empresas 1 e 4 classifica-se como brita tipo 0. A empresa 2 é classificada como brita tipo 1 e por fim as empresas 3 e 5 a classificação do tipo de brita é 2. O diâmetro máximo não se aplica ao agregado miúdo (areia).

## 4.2 MASSA ESPECÍFICA DO AGREGADO GRAÚDO E MIÚDO E TAXA DE ABSORÇÃO DE ÁGUA DO AGREGADO GRAÚDO

Conforme a tabela 4 e 5 acima, os insumos areia, possuem massas específicas entre 2,63 g/cm<sup>3</sup> e 2,53 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente. E os insumos brita dos tipos 9,50 mm e 19 mm e 25 mm, possuem massa específica entre 2,75 g/cm<sup>3</sup> e 2,59 g/cm<sup>3</sup>. Devemos levar em consideração que a massa específica dos agregados influencia diretamente nas propriedades do concreto e também nos materiais fabricado como os pré-moldados, pois, quando mais elevado for, maior será o peso do concreto ou material produzido.

**Tabela 4 – Massa específica do agregado miúdo**

<b>Empresas</b>	<b>Massa específica (g/m<sup>3</sup>) Agregado miúdo (areia)</b>
1	2,53
2	2,59
3	2,63
4	2,61
5	2,57

**Fonte:** Autoral (2023)

**Tabela 5 – Massa específica do agregado graúdo**

<b>Empresas</b>	<b>Massa específica (g/m<sup>3</sup>) Agregado graúdo (brita)</b>
1	2,59
2	2,75
3	2,61
4	2,68
5	2,73

**Fonte:** Autoral (2023)

De acordo com a ABNT NBR 16917 (2021), o fator limite da taxa de absorção de água é de 2%. Na tabela 6 é observado que na empresa 1 passa do limite de 2%, cujo insumo não está conforme a norma. Por outro lado, as demais empresas, estão em concordância com a norma.

**Tabela 6** – Taxa de absorção de água do agrado gráudo

<b>Empresas</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
<b>1</b>	2,55
<b>2</b>	1,11
<b>3</b>	0,83
<b>4</b>	0,91
<b>5</b>	0,89

**Fonte:** Autoral (2023)

#### 4.3 ÍNDICE DE FORMA

Conforme apresentado na tabela 7, o Índice de forma foi encontrado de acordo com a ABNT NBR 7809 (2005). O objetivo desse ensaio é descobrir o formato e sua influência na qualidade do produto final, ou seja, o índice de forma serve para identificar a qualidade do agregado gráudo em relação à forma dos grãos. Os grãos cujo formato seja cúbico, onde esse formato é considerado excelente para agregado gráudo (brita), o índice é próximo de 1. Por outro lado, os agregados gráudos cujo grãos são considerados lamelares ou alongados, o índice de forma passa de 1, na qual o limite máximo do índice conforme a ABNT NBR 7211 (2019) é até 3, ou seja, valores do índice de forma que passam de 1, considerasse o formato do agregado gráudo frágil, podendo afetar a qualidade do concreto ou produto fabricado.

Segundo os resultados encontrados, as empresas 2, 3, 4 e 5 apresentou um valor acima de 1, na qual consideramos que os grãos são lamelares ou alongados, logo pode interferir na resistência e qualidade do material produzido. Já na empresa 1, o índice de forma chega próximo de 1, considerando que os grãos são cúbicos, logo os materiais fabricados com esse agregado, influenciará na boa resistência do produto final.

**Tabela 7 – Índice de forma do agrado graúdo**

<b>Empresas</b>	<b>Média do índice de forma do agregado graúdo</b>
1	<b>0,77</b>
2	<b>2,23</b>
3	<b>2,24</b>
4	<b>2,22</b>
5	<b>2,18</b>

**Fonte:** Autoral (2023)

## 5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados alcançados, conclui-se que as condições dos agregados das empresas de pré-moldados do município de Campina Grande – PB, através de estudos realizados, afim de identificar particularidades, como a qualidade e a influência das propriedades dos agregados na resistência dos materiais fornecidos das 5 empresas, dar-se a necessidade de adotar o controle de qualidade para os insumos escolhidos por cada empresa.

A caracterização dos agregados fornece várias vantagens, como a resistência do produto final, os problemas evitados ao não fornecimento de material com insumos de baixa qualidade e deve ser considerado também outros fatores, que fortaleça a qualidade do material, pois o estudo apresentado identifica que não só a pasta de cimento ou o concreto devem ter estudos aprofundados, como também os insumos que vão fazer parte do traço que compõe o produto final.

Conforme a análise realizada do material, foi identificado divergências dos agregados com a ABNT NBR 7211 (2019), a norma que estabelece as especificações dos agregados para o concreto e devido não ter uma normatização específica para artefatos de pré-moldados, deve seguir os mesmos dilemas conforme a norma. Com os resultados encontrados foi possível identificar os riscos dos materiais fornecidos pelas empresas quando não segue a normatização.

Portanto, o ideal é que as empresas sejam conscientizadas e solicite fornecedores que seguem tais padrões, afim de crescer com o a influência do controle de qualidade. Essa é uma meta que deve ser alcançada através de mais estudos futuros, com o intuito de incentivar a importância do controle tecnológico e os benefícios que ela oferece, conforme as normas técnicas.

## **6 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS**

- Avaliar a qualidade de outros produtos fabricados, utilizando os agregados.
- Estudar o empacotamento dos grãos, onde também atua na influência da resistência do concreto ou produtos fabricados com os agregados.
- Apontar possíveis falhas na qualidade do produto final no processo de produção, relacionando com as características apresentadas nesta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ABCIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO.

Anuário ABCIC 2014. Disponível em:

<<https://abcic.org.br/Arquivos/bnndc43m.pdf>>. Acesso em: 08/11/2023.

ABCIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO.

Anuário ABCIC 2016. Disponível em:

<<https://abcic.org.br/Arquivos/mkp4yaic.pdf>>. Acesso em: 08/11/2023.

ABCIC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO – ABCIC (2005). Selo de Excelência. Disponível em: <<http://www.abcic.com.br/selo/>>. Acesso em: 17/11/2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 3310-1: Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação – Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico. Rio de Janeiro: ABNT, 2010b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12654: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6502: Solos e rochas – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16917: Agregado graúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2021b.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211:

Agregados para concreto – Especificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7809: Agregado graúdo – Determinação do índice de forma pelo método do paquímetro – Método de ensaio – Especificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9776: Agregado graúdo – Determinação da densidade e da absorção de água – Especificações. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ALMEIDA, S. L. M.; LUZ, A. B. Manual de agregados para a construção civil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT (Org.). p. 1-245, 2009.

AÏTCIN, Pierre C. High-Performance Concrete. Quebec: E&FN Spon, 1998.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. ACI 363R-10: Report on High-Strength Concrete. Farmington Hills, 2010.

AMBROZEWICZ, P. H. L. Materiais de construção: normas, especificações, aplicações e ensaios em laboratórios. São Paulo: Editora PINI, 2012.

BAUER, L. A. F. Materiais de construção. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Cimento – Consumo, Produção e Valores de Materiais de Construção. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/materiais-de-construcao/cimento>>. Acesso em: 19/10/2023.

CASTRO, A; FERREIRA, F. Effect of particle packing in the durability of higt performance concretes. Ingeniería de Construcción, v 31 n. 2, p. 91-104, 2016.

DE SÁ SENA, Thiago et al. Avaliação da qualidade dos agregados empregados na produção de concreto no município de Araruna, Paraíba. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, 2022.

DE CASTRO, A. L.; PANDOLFELLI, Victor Carlos. Revisão: Conceitos de dispersão e empacotamento de partículas para a produção de concretos especiais aplicados na construção civil. Cerâmica, v. 55, p. 18-32, 2009.

EDUCA CIVIL. 3 Tipos de areias e suas aplicações. Planilhas e Templates, 2020. Disponível em: <https://educacivil.com/3-tipos-de-areias-e-suas-aplicacoes/>. Acesso em: 13/11/2023.

ELLIOT, R.S. (2002). Precast Frame Concepts, Economics and Architetural Requirements. In workshop on Design & Constrution of Precast Concrete Structures. Construction Industry Training Institute. Singapore.

FARIAS, M. M.; PALMEIRA, E. M. Agregados para a Construção Civil. In: ISAÍÁ, G.C. (Ed.). Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais. São Paulo: IBRACON, 2007. 2v. 1712p.

FRAZÃO, E. B. Panorama da produção e aproveitamento de agregados para construção. Programa de capacitação de gestores de empresas mineradoras de agregados para a construção civil, 2003.

FERNANDES, P; NUMMER, A. V. Controle tecnológico de agregados minerais em diferentes pedreiras do Rio Grande do Sul. in: SALÃO INTERNACIONAL E ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIPAMPA: SALÃO DE EXTENSÃO, 10, 2018, Santana do Livramento. Anais... Santana do Livramento: UNIPAMPA, 2018. Disponível em: [https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq\\_trabalhos/18108/seer\\_18108.pdf](https://guri.unipampa.edu.br/uploads/evt/arq_trabalhos/18108/seer_18108.pdf). Acesso em: 26/11/2023.

GOOGLE EARTH. MAPAS. 2023. Disponível em: <http://mapas.google.com>. Acesso em: 21/12/2023.

GRUBBA, D. Materiais de construção: para gostar e aprender. 2 ed. Createspace, 2016.

GUTSTEIN, Daniela. Estruturas pré-moldadas no mundo – Aplicações e comportamento estrutural. 1. ed. Guarulhos, SP, 2012.

KATAYAMA, Daniela. **Estudo da influência da granulometria do agregado graúdo nas propriedades do concreto de alto desempenho**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MATERIOTECA SUSTENTÁVEL. Brita. UFSC, 2023. Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/brita/>. Acesso em: 02/12/2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: microestruturas, propriedades e materiais. 2. ed. São Paulo: Editora Nicole Pagan Hasparyk, Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON, 2014.

MENDES, Sandro, E. S. Estudo experimental de concreto de alto desempenho utilizando agregados graúdos disponíveis na região metropolitana de Curitiba. 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

NEVILLE, A. M. Tecnologia do concreto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

NEVILLE, A.M. Propriedades do concreto. 2ª Ed. rev. atual. São Paulo: Pini, 1997

OLIVEIRA, IR de et al. Dispersão e empacotamento de partículas: princípios e aplicações em processamento cerâmico. *Fazendo arte editorial*, v. 224, p. 119-137, 2000.

OLIVEIRA, L.A. (2002). Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios. 191f. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PARAGUASSU, A. B; FRAZÃO, E. B. Materiais Rochosos para Construção. In: Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Sérgio Nertan Alves de Brito (Org.) *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Eng. Ambiental, v. único, 1998. p. 331-342.

PEREIRA, M. S. Controle da resistência do concreto: paradigmas e variabilidade - Estudo de caso. 2008. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PIGOZZO, Bruno N. et al. A influência dos pré-fabricados em concreto armado no ciclo de industrialização da construção. XI Encontro nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 23 a 25 de agosto de 2006. Florianópolis/SC. Disponível em: [http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006\\_3265\\_3274.pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2006/artigos/ENTAC2006_3265_3274.pdf). Acesso em: 17/11/2023

RIBEIRO, C.; PINTO, J. D. S.; STARLING, T. *Materiais de construção civil*. 4 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.

REVEL, M. (1973). *La prefabricacion em la construccion*. 1.ed. Bilbao: Urmo. 457p.

SANTOS, I. “Aos 20 anos, Abcic move a construção industrializada no Brasil”. *Cimento Itambé*, 2021. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/aos-20-anos-abcic-move-a-construcao-industrializada-no-brasil>>. Acesso em: 16/11/2023.

SABBATINI, F.H. (1989). Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia. 336f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

SEGUNDO FILHO, Claro Alvino. **Influência da granulometria nas propriedades do concreto**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.

SILVA, Gustavo Alexandre. **Diagnóstico do setor de agregados para construção civil na região metropolitana de natal**. 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SILVA, Eriel Gomes da. Análise da geração de resíduos sólidos em empresas de pré-moldados da cidade de Campina Grande - PB. 2023.

SILVA, Danillo de Almeida; GEYER, André Luiz Bortolacci. Análise e classificação da forma do agregado graúdo britado para concreto. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento ISSN, v. 2448, p. 0959, 2018.

VANDERLEI, Romel Dias. Análise experimental do concreto de pós reativos: dosagem e propriedades mecânicas. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

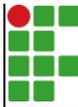
VASCONCELLOS, A. C. O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações. Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.

VALVERDE, Fernando **Mendes**. Agregados para construção civil. Balanço mineral brasileiro, v. 2001.

VIA TÉCNICA. Consultoria e Serviços Especiais de Engenharia. Controle tecnológico, 2014. Disponível em: <http://www.viatecnica.com.br/area-atuacao/control-tecnologico>. Acesso em: 13/11/2023.

WEIDMANN, Denis Fernandes et al. Contribuição ao estudo da influência da forma e da composição granulométrica de agregados miúdos de britagem nas propriedades do concreto de cimento Portland. 2008.

YAZIGI, W. A técnica de edificar. 18. ed. São Paulo: Blucher, 2021

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Campus Campina Grande
	R. Tranquílino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### TCC

<b>Assunto:</b>	TCC
<b>Assinado por:</b>	Ana Rebeca
<b>Tipo do Documento:</b>	Dissertação
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Ana Rebeca da Costa Pereira, ALUNO (201821220017) DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS - CAMPINA GRANDE**, em 19/02/2024 17:49:52.

Este documento foi armazenado no SUAP em 19/02/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1086265

Código de Autenticação: e69c3d9d6e

