

**FACULDADE DE IPORÁ - FAI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**NILTON LEÃO DE PAULA
RAFAEL MOREIRA DE ALMEIDA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DO AGREGADO MIÚDO (AREIA)
DISTRIBUÍDO NA CIDADE DE IPORÁ E REGIÃO**

IPORÁ, JUNHO 2021

**NILTON LEÃO DE PAULA
RAFAEL MOREIRA DE ALMEIDA**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DO AGREGADO MIÚDO (AREIA)
DISTRIBUÍDO NA CIDADE DE IPORÁ E REGIÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Civil no Curso de Engenharia Civil na Faculdade de Iporá - FAI.

Orientador: Prof. ROGÉRIO ALVES DE OLIVEIRA

IPORÁ, JUNHO 2021

NILTON LEÃO DE PAULA
RAFAEL MOREIRA DE ALMEIDA

**ANÁLISE DA QUALIDADE DO AGREGADO MIÚDO (AREIA) DISTRIBUÍDO NA
CIDADE DE IPORÁ E REGIÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
aprovado pela Banca Examinadora para
obtenção do Grau de Engenheiro Civil, no
curso de Engenharia Civil da Faculdade
de Iporá - FAI

Iporá, 15 de junho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

**Rogério Alves
de Oliveira**

Assinado digitalmente por Rogério Alves de Oliveira
DN: C=BR, OU=FAI Iporá, O=FAI, CN=Rogério Alves
de Oliveira, E=rogerioalvesphs@gmail.com
Razão: Eu concordo com os termos definidos por
minha assinatura neste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2021.07.08 15:59:37-03'00"
Foxit PDF Reader Versão: 11.0.0

Prof. Rogério Alves de Oliveira - Especialista - (FAI) – Orientador

**Felipe de Sousa
Gomes**

Assinado digitalmente por Felipe de Sousa Gomes
DN: OU=Faculdade de Iporá - FAI, CN=Felipe de Sousa
Gomes, E=felipe.engcivil@hotmail.com
Razão: Eu atesto a precisão e a integridade deste documento
Localização: sua localização de assinatura aqui
Data: 2021.07.02 19:44:28-03'00"
Foxit Reader Versão: 10.1.0

Prof. Felipe de Sousa Gomes - Especialista - (FAI)

Prof. Iury Bispo dos Santos - Especialista - (Instituição)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que sempre nos deu força para continuar e vencer, e por estar ao nosso lado ajudado a ultrapassar e conseguir concluir esse trabalho. Queremos também agradecer nossa família, que sempre esteve junto, passando força para continuarmos o curso e poder chegar na reta final como sempre sonhamos, aos amigos que estiveram ao nosso lado apoiando ajudando a melhorar e empenhar sempre naquilo que queríamos.

Também queremos agradecer o nosso orientador Rogério Alves de Oliveira por sempre ter nos ajudado, passando seu conhecimento e tendo paciência em explicar tudo aquilo que era necessário para melhorar o trabalho, sua colaboração foi fundamental para a conclusão do nosso projeto. Queremos também agradecer a toda equipe da Art Gesso, Suezildo e Viviane, que nos ajudou na coleta das areias e financeiramente na execução dos ensaios.

Não podemos deixar de agradecer também a todos os professores da Faculdade De Iporá (FAI), que nos acompanharam do início ao final do curso, sempre dispostos a ensinar e passar parte dos seus conhecimentos. De uma forma geral, agradecemos a todos que acompanharam nosso trajeto do início ao final do curso, e entrega do trabalho de conclusão do curso.

**“O sonho de se tornar um
profissional da Engenharia Civil
passa pelos caminhos da Geometria
Analítica, pois as construções
geométricas são abstraídas da
natureza e aplicadas nas construções
de casas, prédios, estradas,
edificações em geral, já que segundo
Galileu a matemática é o alfabeto na
qual o Deus Altíssimo escreveu o
mundo....”**

Edrobe Soares F. de Andrade

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização do ponto de extração Rio Caiapó.....	4
Figura 2 – Localização do ponto de extração Rio Claro.....	4
Figura 3 – Barcaça flutuante.....	5
Figura 4 – Grelha.....	5
Figura 5 – Estufa.....	6
Figura 6 – Peneirador mecânico.....	7
Figura 7 – curva granulométrica Rio Claro.....	10
Figura 8 – curva granulométrica Rio Caiapó.....	11
Figura 9 – material fino.....	12
Figura 10 – Torrões de argila.....	12

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo.....	7
Tabela 2 – Peneiras da série normal e intermediária.....	8

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DNPM– Departamento Nacional de Produção

Mineral

DMC- Diâmetro máximo característico do agregado

FAI – Faculdade de Iporá

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MF– Módulo de finura

NBR – Norma Brasileira

Nº– Numero

GO – Goiás

ZU – Zona inferior

ZO – Zona superior

SUMÁRIO

Título.....	1
Resumo.....	1
Introdução.....	2
Material e métodos.....	3
Coleta das amostras.....	3
Composição granulométrica.....	6
Impurezas orgânicas	8
Teor de material fino (pulverulento).....	8
Teor de argila em torrões	9
Resultados e Discussão.....	10
Composição granulométrica	10
Impurezas orgânicas	11
Teor de material fino (pulverulento)	11
Teor de argila em torrões.....	12
Conclusão.....	13
Referências.....	13

ANÁLISE DA QUALIDADE DO AGREGADO MIÚDO (AREIA) DISTRIBUÍDO NA CIDADE DE IPORÁ E REGIÃO

RESUMO: O agregado miúdo é constituído pelas partículas resultantes da fragmentação de rochas, que possuem diferentes dimensões tendo cada dimensão um fim específico para a construção civil. Sendo utilizado principalmente na elaboração de concreto e argamassas. A presença de substâncias nocivas no agregado miúdo ocasiona o aparecimento de patologias nas edificações. A negligência do controle de qualidade ocorre por suporem que os agregados apenas cumprem a função de complementar a mistura de concreto para economizar a quantidade de cimento. O presente estudo tem como tema o agregado miúdo (areia) e se delimitou na análise da qualidade, considerando sua distribuição na cidade de Iporá-GO e região. Com isso, o objetivo geral da pesquisa é avaliar qualidade a partir da análise do agregado miúdo, caracterizando duas amostras, colhidas no: Rio Claro e Rio Caiapó. A mesma foi realizada através dos ensaios de granulometria, impurezas orgânicas, teor de torrões de argila e material fino (pulverulento). Chegou-se à conclusão de que o agregado miúdo analisado está dentro dos padrões normativos pois, todos os ensaios realizados obtiveram resultados satisfatórios. Onde a granulometria o caracterizou como agregado de tamanho médio, o ensaio de teor de torrões de argila provou que a quantidade de argila presente na areia está dentro do padrão. Verificamos também que o teor do material fino está dentro dos 3% permitidos pela NBR 7211 e que a amostra não possui altos níveis de impurezas orgânicas.

Palavras-chave: Iporá, Agregado miúdo, Qualidade.

ANALYSIS OF THE QUALITY OF FINE AGGREGATE (SAND) DISTRIBUTED IN THE CITY OF IPORÁ AND THE REGION

ABSTRACT: The fine aggregate is constituted by resulting particles of rock fragmentation, which have different dimensions, each dimension having a specific purpose for a civil construction. Being used mainly in the preparation of concrete and mortars. The presence of harmful substances in the fine aggregate causes the appearance of pathologies in buildings. The negligence of quality control occurs because they assume that the aggregates only fulfill the function of complementing the concrete mix to save the amount of cement. The present study has as theme the fine aggregate (sand) and was delimited in the quality analysis, considering its distribution in the city of Iporá-GO and region. With that, the general objective of the research is to evaluate quality from the analysis of the fine aggregate, characterizing two, collected in: Rio Claro and Rio Caiapó. The same was carried out through tests of particle size, organic impurities, clay clods content and fine material (pulverulent). It was concluded that the analyzed fine aggregate is within the normative standards, since all the tests carried out obtained satisfactory results. Where the granulometry characterized it as medium-sized aggregate, the clay clumps content test proved that the amount of clay present in the sand is within the standard. We also verified that the fine material content is within 3% based on NBR 7211 and that the sample does not have high levels of organic impurities.

Keywords: Iporá, fine aggregate, Quality.

INTRODUÇÃO

O agregado miúdo (areia) é um material muito importante nas construções, compondo em média 40% do volume total do concreto e 70% do volume da argamassa (DNPM, 2011). Por ser resultado das fragmentações de rochas os agregados, possuem diferentes dimensões tendo cada dimensão um fim específico para a construção civil, sendo principalmente utilizados na elaboração de concreto e argamassas (LISBOA; ALVES; MELO,2017).

Segundo Neville (2013) O agregado foi por muito tempo considerado um material inerte (que não possui atividade química) que era utilizado somente para gerar economia aumentando o volume do concreto. Mas na verdade o agregado não é inerte, já que suas características, propriedades físicas e químicas influenciam no desempenho do concreto e argamassas. Ter o conhecimento sobre as características e propriedades dos agregados é muito importante para definir seu uso mais adequado. A maioria das características de um agregado são determinadas através de análises e ensaios regularizados pelas normas técnicas (HAGEMANN, 2012).

A NBR 7211 (ABNT, 2009 Agregados para concreto – Especificação) é responsável por criar requisitos para recepção e produção dos agregados miúdos. Esta norma classifica como agregado miúdo os grãos que passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm (peneira nº 4) e ficam retidos na peneira de malha 0,15 mm (peneira nº 100).

O ensaio de granulometria normatizado NBR 7217 (Agregados-Determinação da composição granulométrica 2003), informa a distribuição em porcentagem dos diversos tamanhos dos grãos, em relação ao peso total da amostra. Para Helene e Terzian, (1992) o conhecimento da composição granulométrica tem influência na qualidade dos concretos, agindo na resistência e na compacidade.

O módulo de finura do agregado está relacionado a área superficial do agregado, tem papel importante na quantidade de água para se obter uma consistência correta do concreto e, portanto, deve se manter dentro dos limites para evitar alteração do traço (HELENE; TERZIAN, 1992).

São requisitos para um agregado, segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009), ser composto por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, não contendo substâncias nocivas em quantidades superiores às estabelecidas em norma. As substâncias nocivas são divididas em três categorias, impurezas que interferem no processo de hidratação do cimento, películas que impedem o desenvolvimento de uma boa aderência entre o agregado e a pasta de cimento hidratada, e algumas partículas específicas que são fracas ou instáveis (NEVILLE,2016).

Argila que pode estar contida nos agregados em forma de película superficial é nociva para aderência entre o agregado e a pasta de cimento, e na presença de umidade ela pode expandir causando patologia nas argamassas de revestimento (NEVILLE,2013). Ainda segundo o autor, o agregado também pode conter materiais friáveis (silte ou pó fino), o silte por ser resultado de intemperismo, é encontrado em agregados de depósitos naturais, já o pó fino é formado no processo de cominuição da rocha. Tanto o silte como o pó fino são nocivos por terem ação semelhante à da argila formando partículas soltas que não aderem bem ao cimento (NEVILLE,2013).Essas substâncias por serem nocivas são limitadas em 3% do material no caso da argila e o pó fino e limitado de 3% a 5% dependendo para que fim for destinado (HAGEMANN, 2012).

Os agregados de origem natural mesmo sendo fortes e resistentes podem não ser adequados para a execução de concretos, quando contém impurezas orgânicas que afetam reações de hidratação e depreciam a resistência mecânica, apesar de que, nem toda matéria orgânica é nociva. A matéria orgânica é resultado da decomposição de vegetais como húmus e argila orgânica (NEVILLE,2013). A porcentagem desse material é limitada a 10% da massa total do agregado miúdo pela a NBR 7211 (2009).

Devido à utilização de agregados em desacordo com as normas vigentes causar diversas patologias nas argamassas e concretos, é importante analisar a qualidade dos agregados fornecidos na cidade. A pesquisa surgiu para atender a atual necessidade do acompanhamento do padrão de qualidade dos insumos destinados à construção civil, para evitar assim futuras patologias oriundas da utilização de um material de baixa qualidade.

Nesse sentido, buscou-se responder à seguinte questão: qual o padrão de qualidade relacionado ao agregado miúdo (areia) destinado à construção civil da cidade de Iporá-GO e região? Para isso, analisaremos duas amostras de areia, através dos ensaios de granulometria, teor de torrões de argila, material fino (pulverulento) e de matéria orgânica. O material analisado será coletado nos pontos de extração, que abastecem os depósitos da cidade e região.

MATERIAL E MÉTODOS

COLETA DAS AMOSTRAS

O trabalho foi realizado em Iporá, um município brasileiro do interior do estado de Goiás, Região Centro-Oeste do Brasil. A cidade está há uma distância de 216 quilômetros da capital, Goiânia, tendo 31 563 habitantes segundo o censo do IBGE de 2018.

Foram coletadas duas amostras de agregado miúdo, os pontos para retirada do material foram escolhidos por serem os dois locais de coleta de todos os depósitos da cidade e região. A primeira coleta aconteceu no Rio Caiapó, o ponto de extração localiza-se no município de Palestina de Goiás às margens da rodovia GO-221, como é mostrado na figura 1 e a segunda coleta aconteceu no Rio Claro, no município de Ivolândia às margens da rodovia GO-320 como é mostrado na figura 2.

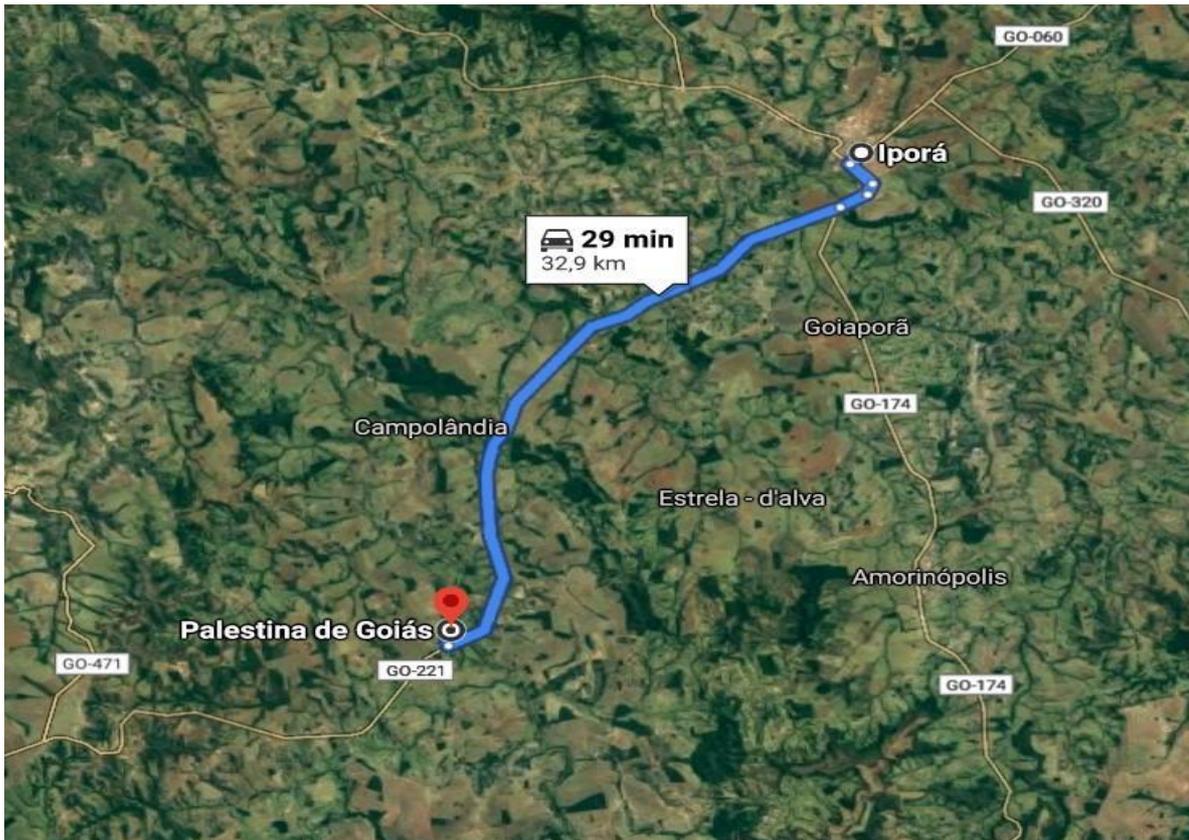


Figura - 1 Localização do ponto de extração rio caiapó.
Fonte: Google Maps, disponível em: <https://www.google.com/maps/>, 2021.

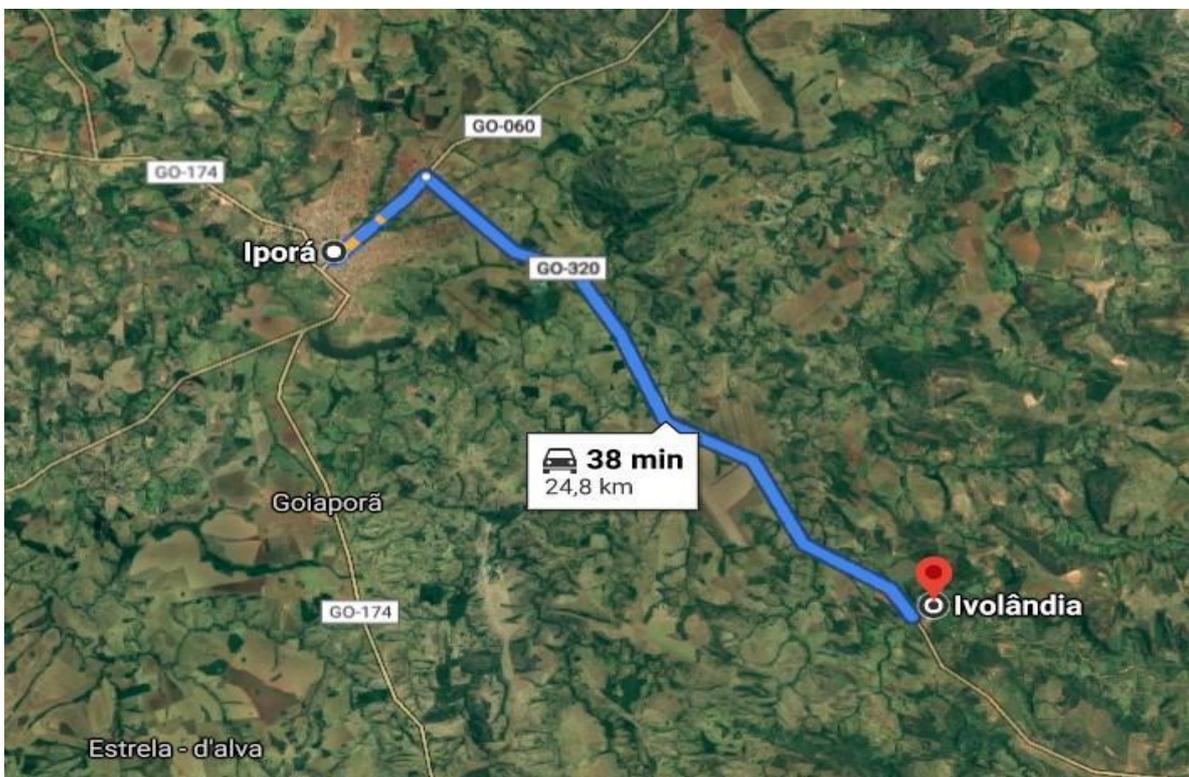


Figura - 2 Localização do ponto de extração rio claro.

Fonte: Google Maps, disponível em: <https://www.google.com/maps/>, 2021.

A extração que ocorre em ambos os pontos acontece pelo método intitulado de lavra em rios. Segundo Chaves e Whitaker (2012), esse processo ocorre em locais onde a profundidade não é muito elevada, a extração do agregado é feita através de dragagem por bombas de sucção instaladas sobre barçaças flutuantes como é mostrado na figura 3, as bombas são acopladas as tubulações que transportam o material até os silos. Antes de ser depositada nos silos a areia passa por um processo de classificação



Figura - 3 Barçaça flutuante.
Fonte: própria, 2021.

A classificação é feita através de grelhas colocadas nos silos de armazenamento, que separam o material mais grosso (cascalho, concreções) e a matéria orgânica (folhas ou húmus) como é mostrado na figura 4. A areia é levada para ser comercializada passando apenas por esse simples beneficiamento, de retirada de frações mais grossas e matéria orgânica.



Figura - 4 Grelha.
Fonte: própria,2021.

As amostras do material foram coletadas em lotes classificados como sendo de areia média, já estando prontas para o consumo, não passando por mais nenhum tipo de beneficiamento. Foi coletado em cada lote aproximadamente 80 kg, sendo suas porções retiradas da base, meio e topo da pilha de agregado, sendo colocados dentro de sacos plásticos limpos para evitar qualquer contaminação.

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Para o ensaio de granulometria as amostras foram levadas para o laboratório da FAI (Faculdade de Iporá). Iniciamos quarteando as amostras e após, foram separadas duas porções representativas de cada amostra, as porções foram levadas para a estufa como é mostrado na figura 5, onde passaram vinte e quatro horas numa de temperatura de 105°C para a completa secagem seguindo as recomendações da NBR 7217 (ABNT, 2003).



Figura - 5 Estufa.
Fonte: própria,2021.

Para a determinação da granulometria, as amostras foram peneiradas com o auxílio de um peneirador mecânico, a malha das peneiras utilizadas foi a da série normal variando de 4,75mm (peneira nº 4) até 0,15mm (peneira nº 100) como é mostrado na figura 6. O material retido em cada peneira foi pesado e anotado para a criação de uma planilha que informa a curva granulométrica. Cada amostra teve sua granulometria comparada às zonas limites de utilização do agregado miúdo estabelecidas pela NBR 7211 (2009) através da tabela 1.

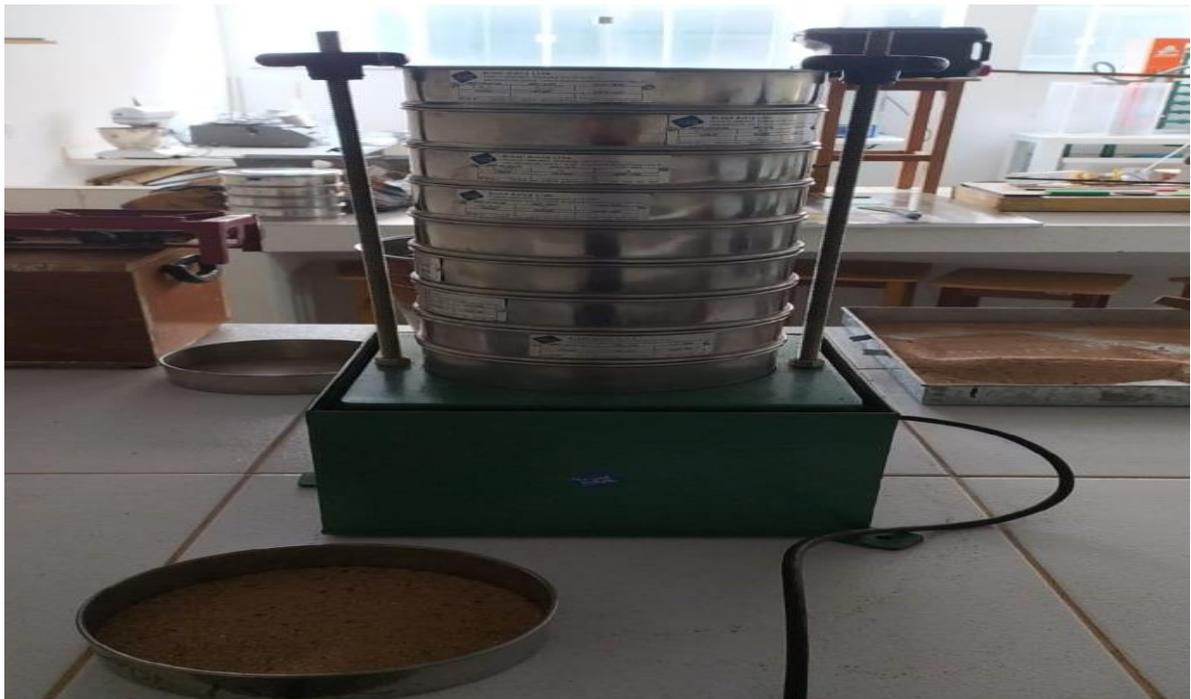


Figura - 6 Peneirador mecânico.
 Fonte: própria,2021.

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	65	85	95
150 µm	85	90	95	100

NOTAS

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

Fonte: NBR 7211/2009.

Através dos dados coletados da composição granulométrica definimos sua dimensão máxima característica (DMC) que corresponde à abertura nominal da malha da peneira de série normal ou intermediária identificadas na tabela 2, na qual o agregado fica retido em valor igual ou inferior a 5%

segundo Guerra (2013). Também estabelecemos seu módulo de finura (MF), sendo este a soma das porcentagens retidas acumuladas, nas peneiras de série normal, dividido por cem.

Tabela 2- Peneiras da série normal e intermediária.

Série normal	Série intermediária
75 mm	—
—	63 mm
37.5 mm	50 mm
—	—
—	31.5 mm
19 mm	25 mm
—	—
9.5 mm	12.5 mm
—	—
4.75 mm	6.3 mm
2.36 mm	—
1.18 mm	—
600 μ m	—
300 μ m	—
150 μ m	—

Fonte: Adaptado da NBR 7211/2009.

IMPUREZAS ORGÂNICAS

O ensaio de impurezas orgânicas foi realizado no laboratório Carlos Campos em Goiânia-GO, por não ser possível a execução do mesmo no laboratório da FAI. O ensaio realizado foi o colorimétrico segundo a NBR NM 49/2001 (Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas).

É separado 200g de cada amostra, alocando cada amostra em frasco Erlenmeyer, é adicionada a cada frasco uma solução reagente de hidróxido de sódio 3%, agitando vigorosamente e deixando descansar por 24h em local abrigado de luz. Ao fim do período de descanso o material é filtrado e transferido para um tubo Nessler.

Ao mesmo tempo em que se preparam as amostras a serem analisadas, também é preparado uma solução padrão, adicionando 3cm³ de uma solução de ácido tânico a 2% a 97 cm³ a uma solução de hidróxido de sódio, agitando de forma vigorosa para misturar e deixando o material descansar abrigado de luz por um período de 24h.

Com as duas soluções prontas, a uma avaliação de cor, comparando a cor de cada amostra com a solução padrão. Se a coloração da amostra quando comparada a da solução padrão, for mais escura é considerado reagente o que indica um nível alto de impurezas orgânicas.

MATERIAL FINO (PULVERULENTO)

O ensaio para a determinação do material fino foi realizado no laboratório Carlos Campos. Tendo como norma regulamentadora a NBR NM 46 (Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 µm, por lavagem), as amostras são levadas para a estufa onde ficam a uma temperatura de 105°C até sua completa secagem e é separado 500g de cada amostra para ser ensaiada.

Com as amostras colocadas em recipientes apropriados, para que não haja perda de material, é adicionada água nos dois recipientes até cobrir completamente as amostras, após a adição de água agitam-se os frascos de forma vagarosa para que o material fino fique em suspensão. Cada recipiente é vertido sobre uma peneira de malha de 0,075mm (peneira nº 200), o material que fica retido na peneira retorna ao recipiente para que o processo se repita até que a água adicionada e agitada fique com uma coloração clara.

O agregado retido na peneira é levado para a estufa onde é seco e posteriormente pesado, para que seja calculado o teor de material fino presente no agregado através da equação (01):

(01)

$$M = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100$$

Onde:

M= é a porcentagem de material mais fino que a peneira 0,075mm.

M_i= massa original.

M_f= massa após a lavagem.

TORRÕES DE ARGILA

A determinação do teor de argila em torrões contidas nas amostras foi realizada no laboratório Carlos Campos. A NBR NM 44 (Agregados - Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis) é utilizada para a execução do ensaio. As amostras são secas em estufas e posteriormente quarteadas para a obtenção de uma amostra representativa.

Com as amostras prontas, utilizam-se as peneiras de 4,8mm (peneira nº 4) e 1,2mm (peneira nº 18) para peneirar o agregado, descartando-se a parte que fica retida na peneira de malha 4,8mm, sendo o material retido na peneira de 1,2mm o que será ensaiado. É separado 200g do agregado retido,

sendo este depositado em um recipiente de fundo fechado para que haja a destora (quebra do material em forma de torrões), o processo de destora é feito com as mãos. Após a destora o agregado é novamente peneirado utilizando a peneira de malha 0,6mm e o material retido é pesado para a determinação da porcentagem de torrões de argila, utiliza-se a equação (02):

(02)

$$P = \left(\frac{M - Mr}{M} \right) * 100$$

Onde:

P= é a quantidade de torrões de argila e materiais friáveis, em porcentagem.

M= é a massa da amostra de ensaio.

Mr= é a massa das partículas retidas na peneira após a destora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Para Helene e Terzian, (1992) a composição granulométrica dos agregados influencia de forma bastante significativa nos custos, resistência e durabilidade dos concretos e argamassas. Assim, sendo fundamental ter o conhecimento do comportamento das partículas que compõem o agregado, é feito o ensaio granulométrico, que traz informações importantes como o módulo de finura do agregado é sua dimensão máxima característica.

A figura 7 mostra as características do agregado miúdo do Rio Claro através de uma curva granulométrica é exposto também seu módulo de finura e diâmetro máximo do agregado. E a figura 8 mostra as características do agregado do Rio Caiapó.

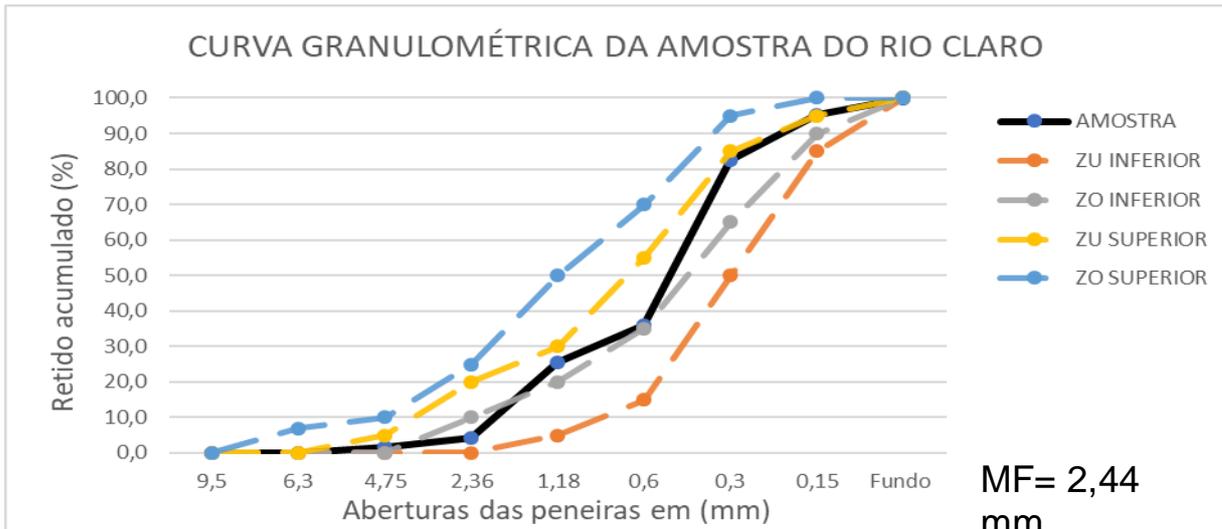


Figura - 7 curva granulométrica Rio Claro.
Fonte: própria,2021.

Podemos observar que a curva granulométrica construída com o compilado de dados da areia do Rio Claro não ultrapassa em momento algum a zona utilizável. Seu módulo de finura foi de 2,44 o que a NBR 7211 (ABNT, 2009) classifica como areia média por ter um (MF) entre 2,4 e 3,30, estando dentro da zona ótima.

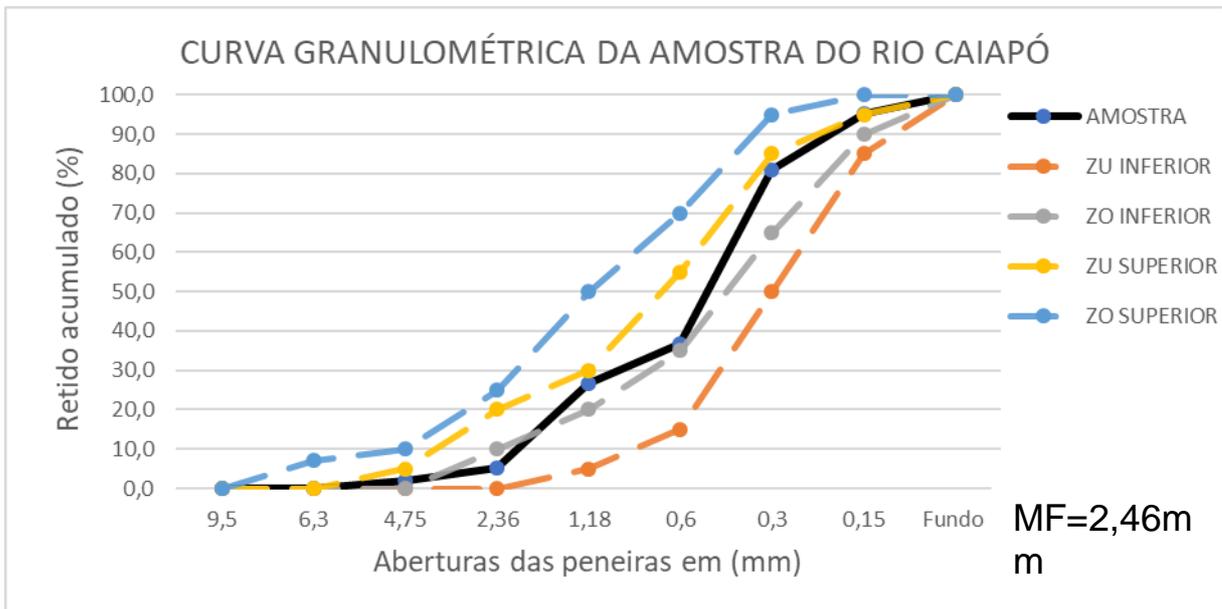


Figura - 8 curva granulométrica Rio Caiapó.
Fonte: própria,2021

A amostra do Rio Caiapó como é demonstrado pela sua curva granulométrica segue o mesmo padrão da amostra do Rio Claro, não ultrapassando a zona utilizável. Seu módulo de finura foi de 2,46 estando assim dentro da zona ótima. É classificada como uma areia média.

IMPUREZAS ORGÂNICAS

O ensaio realizado para avaliação da presença de matéria orgânica foi o colorimétrico. Os relatórios dos ensaios estão em anexo. Tanto a amostra do Rio Claro quanto a amostra do Rio Caiapó quando comparadas a solução padrão obtiveram uma cor mais clara, o que segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009) indica que o agregado miúdo possui teor inofensivo de matéria orgânica.

Para Neville (2016), mesmo nem toda matéria orgânica sendo nociva, é necessário que haja uma verificação para determinar a quantidade de matéria orgânica presente no agregado. As partículas de húmus muitas vezes encontradas nos agregados miúdos têm ação prejudicial sobre pega e o endurecimento de concretos e argamassas, isso ocorre devido ao húmus ser ácido e neutralizar a água alcalina presente nas argamassas, ocasionando uma má aderência entre o aglomerante e as partículas de agregado (RIPPER, 1995).

MATERIAL FINO (PULVERULENTO)

Ambas as amostras obtiveram excelentes resultados, ficando com teores de material fino bem inferiores aos permitidos pela NBR 7211 (ABNT, 2009), que é de 3% para concretos submetido a desgaste superficial, e 5% para concretos protegidos de desgaste superficial.

A figura 9 mostra o teor de material fino existente em cada amostra.

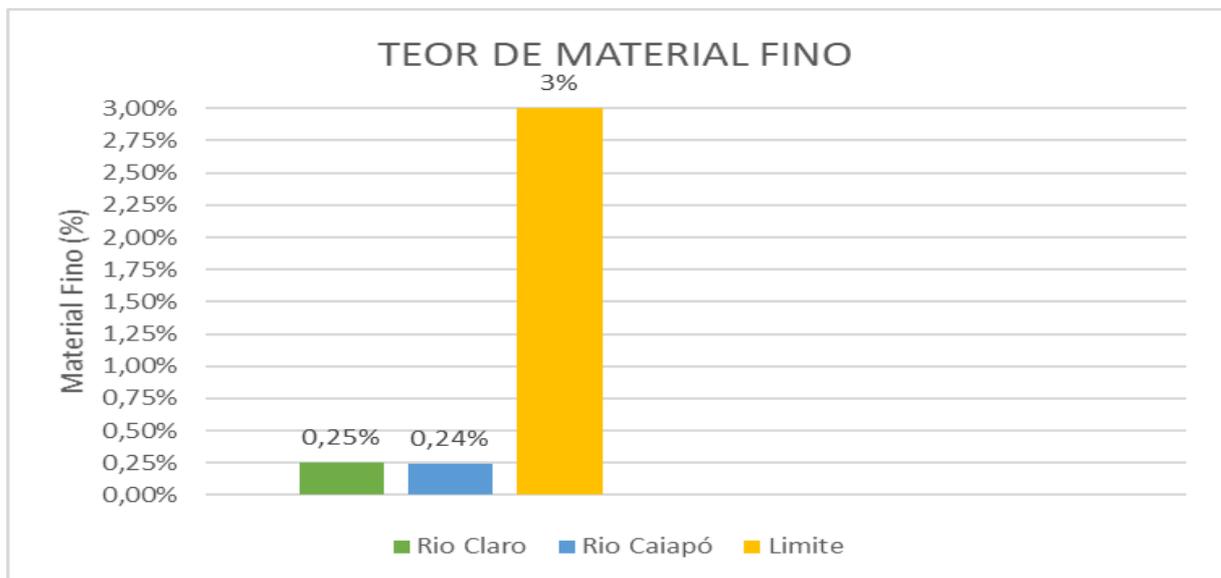


Figura - 9 material fino.
Fonte: própria, 2021.

O uso de agregado de agregado miúdo, com excesso de material fino passante na peneira de 75 µm, causa uma redução na aderência entre a pasta de cimento e a areia, há também um aumento na demanda de água para a molhagem das partículas da mistura, acarretando uma menor resistência nas argamassas e concreto. O material pulverulento é tão prejudicial porque envolve os grãos do agregado formando uma película aumentando a área superficial (RIPPER, 1995).

TORRÕES DE ARGILA

A figura 10 mostra o teor de torrões de argila em cada amostra de agregado miúdo.

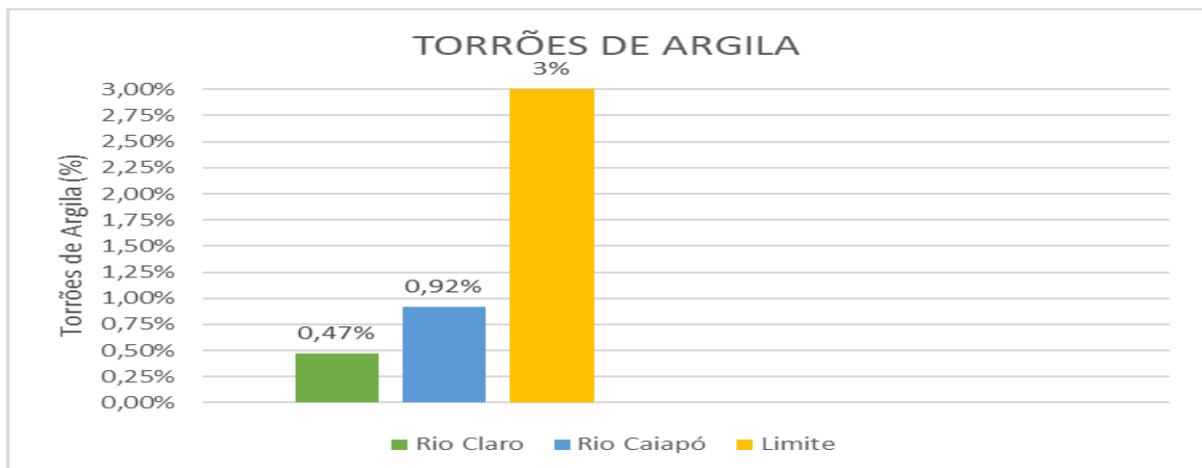


Figura - 10 Torrões de argila.
Fonte: própria,2021.

Todas as amostras analisadas tiveram a presença de torrões de argila constatada, mas a porcentagem contida em cada amostra foi muito inferior à quantidade máxima estabelecida pela NBR 7211 (ABNT, 2009) que limita a uma porcentagem de 3% para agregados destinados a produção de concreto e argamassas.

A presença de torrões de argila em excesso é indesejada, pois quando submetidas a qualquer pressão mesmo que moderada são suscetíveis a desmanche, sendo partículas de baixa resistência mecânica. Os torrões de argila também dão origem a vazios diminuindo a resistência de concretos e argamassas (NEVILLE,2016).

CONCLUSÃO

Analisando os dados do ensaio de granulometria destinado a caracterizar o agregado miúdo conforme o tamanho das partículas que o compõem, conclui-se que o agregado coletado tanto do Rio Claro quanto do Rio Caiapó se trata de uma areia de granulometria média, estando dentro da zona ótima segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009). Nenhuma das amostras apresentou um número de material fino (pulverulento) preocupante, os resultados obtidos ficaram bem abaixo do limite máximo.

Quanto à verificação de torrões de argila, o ensaio comprovou que as amostras possuem níveis bem inferiores aos permitidos pela norma NBR 7211 (ABNT, 2009), destacando-se a amostra do Rio Claro que obteve um resultado de apenas 0,47% de torrões de argila.

Ao passar pela avaliação de teor de matéria orgânica presente no agregado miúdo através do ensaio colorimétrico, as amostras obtiveram resultados satisfatórios. Tendo uma coloração mais clara que a solução padrão implicando num nível bem baixo de matéria orgânica.

A partir de todos os ensaios e estudos realizados ficou comprovado que o agregado miúdo (areia) utilizado na cidade de Iporá e região, é um insumo que atende os padrões normativos. Respeitando sua classificação comercial quanto ao tamanho de seus grãos, possuindo uma quantidade material fino dentro dos limites normativos e uma quantidade de substâncias nocivas que não interfere

de forma negativa no seu desempenho. Portanto sua utilização em obras não é um potencial causador de patologias.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211/2009. **Agregados para concreto – Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 44:1995. **Determinação do Teor de Argila em Torrões nos Agregados**. Rio de Janeiro, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7217/2003. **Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 46:2003. **Determinação do material fino que passa através da peneira 75mm, por lavagem**. Rio de Janeiro, 30/09/2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 49:2001. **Agregado miúdo - Determinação de impurezas orgânicas**. Rio de Janeiro, 31/12/2001.

CAVALCANTI, V. M.; PARAHYBA, R. **A indústria de agregados para construção civil na região metropolitana de fortaleza**. Fortaleza, 2012.

CHAVES, A. P. e WHITAKER, W (2012). Operações de Beneficiamento de Areia, Capítulo11, **Manual de Agregados para Construção Civil**.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUTORES DE MINERAIS. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/>. Acesso em 22 de maio de 2021.

GUERRA, Ruy. CONCRETO E PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO. <http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/06/dimensao-maxima-caracteristica-e.html>, 2013. Disponível em: <URL>. Acesso em: 10-05-2021.

HAGEMANN, S. E. **Materiais de Construção Básicos**. Rio Grande do Sul, 2011. Instituto Federal Sul-rio-grandense.

HELENE, P; TERZIAN, P. **Manual de dosagem controle do concreto**. São Paulo, PINI, 1992.

LISBOA, E. L.; ALVES, E. S.; MELO, G. A. **Materiais de construção: concreto e argamassa -2**. Ed. – Porto Alegre: SAGAH, 2017.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto** - 5. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2016

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

RIPPER, E. **Manual prático de materiais de construção** - 1. ed. – São Paulo: PINI, 1995.

ANEXOS

 CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA	Relatório de ensaio	Revisão 00
--	----------------------------	------------

Goiânia, 07 de maio de 2021

Relatório N°: 386-4/21

Página 1/1

A

NILTON LEÃO DE PAULA

Ref.: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira de 75 µm, por lavagem (NBR NM 46).

O material mais fino que a abertura da malha de 75 µm pode ser separado das partículas maiores de forma mais eficiente e completa por peneiramento úmido do que através do uso de peneiramento seco. Portanto, quando se deseja fazer determinações precisas do material mais fino que 75 µm em agregado miúdo ou graúdo, este método de ensaio deve ser utilizado previamente ao peneiramento seco para análise granulométrica do agregado.

O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Teor de material pulverulento (%)
Areia natural	Rio Caiapó	0,24

Quando o material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem, conforme procedimento de ensaio estabelecido na NBR NM 46, for constituído totalmente de grãos gerados durante a britagem da rocha, os valores podem ser alterados de 3% para 10% (para concreto submetido a desgaste superficial) e de 5% para 12% (para concreto protegido do desgaste superficial), desde que seja possível comprovar, por apreciação petrográfica realizada de acordo com a NBR 7389, que os grãos constituintes acima da peneira de 150 µm não geram finos que interferem nas propriedades do concreto.

Joaquim Augusto

Auxiliar de laboratório



Denilson Pereira Rocha
Eng. Civil / Chefe do Lab. de Materiais
CREA 20459/D-GO

 CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA	Relatório de ensaio	Revisão 00
--	----------------------------	------------

Goiânia, 07 de maio de 2021

Relatório N°: 386-4/21

Página 1/1

A

NILTON LEÃO DE PAULA

Ref.: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira de 75 µm, por lavagem (NBR NM 46).

O material mais fino que a abertura da malha de 75 µm pode ser separado das partículas maiores de forma mais eficiente e completa por peneiramento úmido do que através do uso de peneiramento seco. Portanto, quando se deseja fazer determinações precisas do material mais fino que 75 µm em agregado miúdo ou graúdo, este método de ensaio deve ser utilizado previamente ao peneiramento seco para análise granulométrica do agregado. O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Teor de material pulverulento (%)
Areia natural	Rio Caiapó	0,24

Quando o material fino que passa através da peneira 75 µm por lavagem, conforme procedimento de ensaio estabelecido na NBR NM 46, for constituído totalmente de grãos gerados durante a britagem da rocha, os valores podem ser alterados de 3% para 10% (para concreto submetido a desgaste superficial) e de 5% para 12% (para concreto protegido do desgaste superficial), desde que seja possível comprovar, por apreciação petrográfica realizada de acordo com a NBR 7389, que os grãos constituintes acima da peneira de 150 µm não geram finos que interferem nas propriedades do concreto.

Joaquim Augusto

Auxiliar de laboratório



Denilson Pereira Rocha
Eng. Civil / Chefe do Lab. de Materiais
CREA 20459/D-GO

 <p>CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA 1932 1933</p>	<p>Relatório de ensaio</p>	<p>Revisão 00</p>
--	-----------------------------------	-------------------

Goiânia, 07 de maio de 2021

Relatório nº: 386-5/21

Página 1/1

À

NILTON LEÃO DE PAULA

Ref.: Verificação de impureza orgânica em agregado miúdo (NBR NM 49/2001)

A verificação da impureza orgânica em agregado miúdo é obtida a partir de uma comparação colorimétrica entre uma solução preparada padrão e a solução com a amostra.

O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Coloração da amostra em comparação com a amostra padrão	Especificação de impureza orgânica de acordo com a NBR 7211/2009
Areia natural	Rio Claro	Mais clara	A solução obtida no ensaio deve ser mais clara que a solução-padrão

Esta análise permite afirmar que a amostra de agregado miúdo **atende ao requisito de norma** para uso em concreto.

Responsáveis:

Joaquim Augusto

Auxiliar de Laboratório



Denilson Pereira Rocha
Eng. Civil / Chefe do Lab. de Materiais
CREA 20459/D-GO

 CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA 1928/1971	Relatório de ensaio	Revisão 00
---	----------------------------	------------

Goiânia, 07 de maio de 2021

Relatório nº: 386-6/21

Página 1/1

À

NILTON LEÃO DE PAULA

Ref.: Verificação de impureza orgânica em agregado miúdo (NBR NM 49/2001)

A verificação da impureza orgânica em agregado miúdo é obtida a partir de uma comparação colorimétrica entre uma solução preparada padrão e a solução com a amostra.

O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Coloração da amostra em comparação com a amostra padrão	Especificação de impureza orgânica de acordo com a NBR 7211/2009
Areia natural	Rio Caiapó	Mais clara	A solução obtida no ensaio deve ser mais clara que a solução-padrão

Esta análise permite afirmar que a amostra de agregado miúdo **atende ao requisito de norma** para uso em concreto.

Responsáveis:

Joaquim Augusto

Auxiliar de Laboratório



Denilson Pereira Rocha
Eng. Civil / Chefe do Lab. de Materiais
CREA 20459/D-GO

 CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA <small>08289-1873</small>	Relatório de ensaio	Revisão 00
---	----------------------------	------------

Goiânia, 07 de maio de 2021

Relatório nº: 386-1/21

Página 1/1

À

NILTON LEÃO DE PAULA

Ref.: Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis (NBR NM 44)

A determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis, eventualmente presentes em agregados destinados ao preparo de concreto, consiste na presença de partículas suscetíveis de serem desfeitas pela pressão entre os dedos polegar e indicador.

O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Teor de argila em torrões e materiais friáveis (%)
Areia natural	Rio Claro	0,47

A análise permitiu verificar que a amostra em questão atende aos limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas nos agregados destinados ao preparo de concreto, que é de 3,0%.

Joaquim Augusto
Executor do ensaio



Denilson Pereira Rocha
Eng. Civil / Chefe do Lab. de Materiais
CREA 20459/D-GO

 CARLOS CAMPOS CONSULTORIA E CONSTRUÇÕES LIMITADA <small>02000 1071</small>	Relatório de ensaio	Revisão 00
---	----------------------------	------------

Goiânia, 07 de maio de 2021

Relatório nº: 386-2/21

Página 1/1

À

NILTON LEÃO DE PAULA

Ref.: Determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis (NBR NM 44)

A determinação do teor de argila em torrões e materiais friáveis, eventualmente presentes em agregados destinados ao preparo de concreto, consiste na presença de partículas suscetíveis de serem desfeitas pela pressão entre os dedos polegar e indicador.

O resultado obtido foi o seguinte:

Identificação da amostra	Procedência da amostra	Teor de argila em torrões e materiais friáveis (%)
Areia natural	Rio Caiapó	0,92

A análise permitiu verificar que a amostra em questão atende aos limites máximos aceitáveis de substâncias nocivas nos agregados destinados ao preparo de concreto, que é de 3,0%.

Joaquim Augusto

Executor do ensaio



Denilson Pereira Rocha
Eng. Civil / Chefe do Lab. de Materiais
CREA 20459/D-GO