

# ANÁLISE REOLÓGICA DE ARGAMASSAS PARA REVESTIMENTO COM DIFERENTES FAIXAS GRANULOMÉTRICAS DE AGREGADO MIÚDO PELO ENSAIO SQUEEZE-FLOW.

Murilo Hudson da Silva<sup>1</sup>, Marília Pereira De Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Email: [murilohudson10@gmail.com](mailto:murilohudson10@gmail.com)

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2009), Professora da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Email: [marilia@ufersa.edu.br](mailto:marilia@ufersa.edu.br)

## Resumo:

O comportamento reológico das argamassas é extremamente complexo, pois depende de diversos parâmetros que envolvem as características físicas, químicas e mineralógicas dos materiais, a finalidade, uso (revestimento ou assentamento) e as solicitações nas etapas de mistura, aplicação e acabamento são diferentes. A consistência é uma importante propriedade reológica desses materiais, determinada amplamente pelo ensaio de mesa de consistência, pois é de fácil execução. Contudo, esse ensaio é insuficiente para efetuar uma avaliação mais completa desses materiais no estado fresco. Por isso, neste trabalho foi proposto a utilização da técnica de *squeeze-flow* para avaliação reológica de argamassas de cimento Portland com diferentes distribuições granulométricas de agregado miúdo. O método consiste em medir o esforço necessário para comprimir o material entre duas placas paralelas gerando deformações elongacional (radial) no mesmo. Nesse trabalho, foram desenvolvidas seis amostras de argamassas a serem analisadas, no qual o traço feito foi desenvolvido seguindo a metodologia desenvolvida por Santos (14). As faixas granulométricas do agregado miúdo utilizado foram: areia grossa (G) que são os grãos passantes entre a peneira de malha 4,8 mm e retidos da de 1,2 mm, areia fina (F) grãos passantes na peneira de malha 1,2 mm e retidos na de 300 µm, e a amostra de referência, composta pelos grãos passantes na peneira de 4,8 mm. O ensaio de *squeeze-flow* foi realizado no equipamento Instron modelo DL 10.000 nas velocidades de 0,1 e 1,0 mm/s em amostras com altura de 20 mm e diâmetro de 100 mm. Os resultados mostram que a distribuição granulométrica possui grande influência no comportamento reológico das argamassas. As argamassas produzidas apenas com areia grossa ou fina apresentam o pior comportamento de fluxo e as argamassas com combinações dessas faixas granulométricas apresentaram comportamento semelhante ou melhor que as argamassas de referência.

**Palavras-chave:** cimento Portland; distribuição granulométrica; reologia.

## 1. INTRODUÇÃO

A argamassa é um dos itens essenciais no ramo da construção civil, sendo utilizada em inúmeras etapas ao longo de uma obra, variando desde o assentamento de alvenaria ao assentamento de cerâmicas. Contudo, para que se tenha um bom uso desse material, é necessário que a mesma apresente uma trabalhabilidade adequada para o tipo de trabalho onde será utilizada.

As argamassas são aplicadas no estado fluido e, apesar de ser uma etapa curta e intermediária do processo, o comportamento destas no estado fresco é de fundamental importância para possibilitar uma aplicação produtiva e isenta de defeitos. A adequação das características reológicas das argamassas às diversas solicitações envolvidas na aplicação permite a obtenção das máximas propriedades finais do revestimento, que são determinadas pelas características da formulação (composição química, granulometria, teor de água, aditivos e adições, etc.) (CARDOSO; PILEGGI; JOHN, 2010).

O *squeeze-flow* é especialmente interessante para avaliação de argamassas devido a mudança geométrica inerente ao ensaio que simula fenômenos de restrição que ocorrem durante etapas da aplicação. O método permite ainda a variação da taxa de solicitação e também da magnitude das deformações, uma versatilidade bastante importante para permitir a simulação de diferentes situações práticas. No lançamento contra o substrato, por exemplo, a argamassa é solicitada em altas taxas de cisalhamento e grandes deformações, enquanto as etapas de desempenho e acabamento podem submetê-la a deformações e taxas de cisalhamento bastante variáveis (CARDOSO; PILEGGI; JOHN, 2010).

Dito isto, este presente artigo tem como objetivo analisar a influência da distribuição granulométrica do agregado miúdo, onde o principal parâmetro a ser analisado é a trabalhabilidade pelo método *squeeze-flow*.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Argamassa

A NBR nº 13.281/2005 define argamassa como uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou instalação própria (argamassa industrializada). Seu uso na construção civil abrange inúmeras etapas na obra variando desde o assentamento da alvenaria, até ao acabamento as superfícies.

As proporções de cada constituinte (cimento, cal, agregado miúdo, água e aditivos) na mistura, sua natureza e a forma de preparo são os principais responsáveis pela qualidade de suas propriedades (JUNIOR, 2017).

### 2.2 Agregado miúdo

Segundo a NBR nº 9935/2011 agregado pode ser definido como um material granular, geralmente inerte, com dimensões e propriedades adequadas para a preparação da argamassa ou concreto. A tabela 01 a seguir estabelece os limites com os quais o agregado miúdo deve atender na distribuição granulométrica, de acordo com a NBR nº 7211/2009 agregados para concreto – requisitos.

A tabela 1 apresenta os limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

Tabela 1 - Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo

| Peneira com abertura de malha<br>(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             |
| NOTA 1 O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20.<br>NOTA 2 O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90.<br>NOTA 3 O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50. |                                         |            |                    |                 |

Fonte: ABNT NBR 7211, 2009

Arnold (2011) cita que é possível ver como os agregados influenciam nas características da argamassa como: perda de trabalhabilidade; perda de densidade de massa; redução da resistência à compressão e da resistência à tração na flexão; diminuição do módulo de elasticidade dinâmico; aumento da absorção de água por imersão; aumento do índice de vazios e aumento da massa específica.

### 2.3 Técnicas de caracterização reológica das argamassas

A reologia é uma ciência que se preocupa com a descrição do comportamento mecânico da matéria, ou seja, como um sólido se deforma (ou como um fluido flui), quando submetida a forças externas (CASTRO, 2011).

A argamassa é um material compósito, sendo basicamente constituída por um material ativo (o ligante), e um material inerte (o agregado), em escala macroscópica, a argamassa apresenta características de um fluido em suspensão, ou seja, a areia e o cimento estão dispostos na água, assim esse material obedece a todas as leis referentes ao escoamento de fluidos. Ao aplicar uma força de cisalhamento em um líquido, um gradiente de velocidade é induzido no líquido. Para determinados tipos de fluidos este comportamento é descrito pela Equação 1, sendo estes denominados de fluidos newtonianos. Como pode ser ilustrado na figura (1).

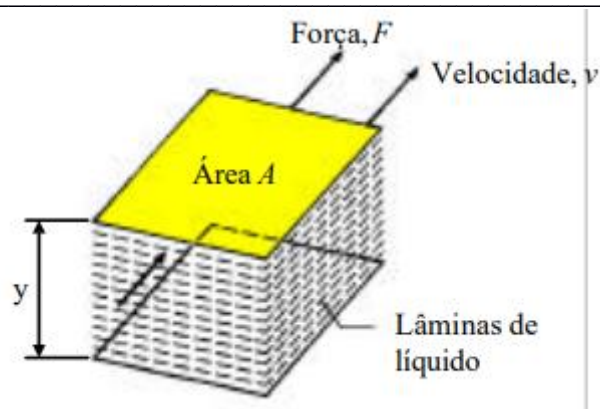


Figura (1) – Escoamento de um fluido devido a aplicação de uma força (FONTE: Chiara F. Ferraris)

$$\frac{F}{A} = \tau = \eta \gamma \quad (1)$$

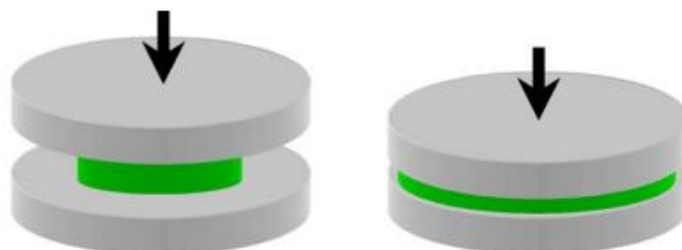
Sendo:

F = força de cisalhamento;  
A = Área do plano paralelo a força;  
 $\tau$  = tensão de cisalhamento;  
 $\eta$  = viscosidade;  
 $\gamma$  = taxa de cisalhamento;

## 2.2 Squeeze-Flow

A realização do ensaio de *squeeze-flow* consiste na compressão de uma amostra cilíndrica com dimensões previamente estabelecidas por norma, no qual uma força axial comprime a argamassa espremendo-a radialmente como pode ser visto nas figuras 2 e 3:

Figura 2: Fluxo de compressão axissimétrico com massa constante de amostra entre os pratos



(FONTE: Jan Engmann, Colin Servais, Adam S. Burbidge, 2005)

Figura 3. Fluxo de compressão axissimétrico com área de contato constante entre a amostra e as placas

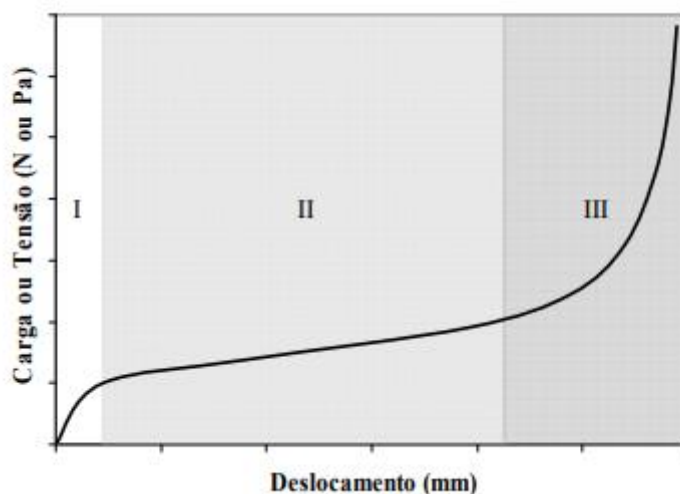


(FONTE: Jan Engmann, Colin Servais, Adam S. Burbidge, 2005)

Os resultados dos testes de *squeeze-flow* são expressos de maneira simples e direta, como gráficos de carga por deslocamento ou tensão por deslocamento. No caso da escolha dos gráficos de tensão, basta dividir as cargas de compressão registradas pela área da placa superior (punção), (CARDOSO; PILEGGI; JOHN, 2010). A figura (4) ilustra o comportamento da curva de ensaios realizados com *squeeze-flow*, mostrando a maneira como a argamassa se comporta em cada estágio do ensaio:

Figura 4: Perfil típico de carga versus deslocamento de um ensaio de *squeeze-flow* realizado com

deslocamento controlado. Estágio I: pequeno deslocamento - deformação elástica; estágio II: deslocamento intermediário - deformação plástica e/ou fluxo viscoso; estágio III: grande deslocamento - enrijecimento por deformação (*strain hardening*).



(FONTE: Fábio Alonso Cardoso, 2009)

O perfil é composto por três regimes principais do comportamento do material: I – regime de baixa deformação – o material apresenta comportamento elástico e resistência ao fluxo mesmo no estado fresco; II – regime de deformação intermediária – o material apresenta fluxo viscoso com grande capacidade de deformação plástica sem alteração significativa da força e III – regime de grande deformação – o material apresenta enrijecimento por tensão que é o aumento excessivo da carga para gerar um determinada taxa de deformação (CARDOSO; PILEGGI; JOHN, 2009).

### 3. METODOLOGIA

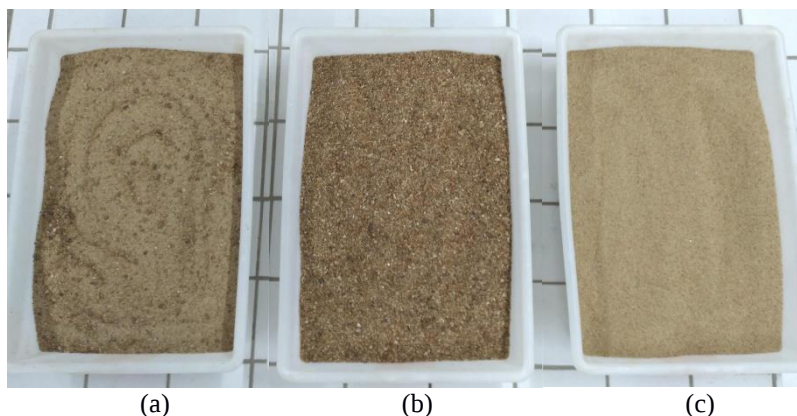
As argamassas foram produzidas no laboratório de construção civil e os ensaios *squeeze-flow* foram realizados no laboratório de ensaios mecânicos, ambos na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA campus Mossoró.

As argamassas foram produzidas com cimento Portland, agregado miúdo e água do sistema de abastecimento da cidade de Mossoró/RN. O cimento utilizado foi o CP II - F (Cimento Portland, com adição de Filer calcário). O agregado miúdo utilizado foi a areia de sílica.

As faixas de granulometria da areia foram divididas entre areia grossa e fina, sendo essa divisão feita por meio de peneiramento manual utilizando as peneiras normalizadas segundo a ABNT NBR NM ISO nº 3310-1/2010.

A separação das faixas de areia foi realizada de forma manual, conforme a NBR NM nº 248:2001. Para isso, primeiramente, o agregado miúdo, em seu estado natural e seco, foi peneirado na peneira de 4,8 mm, onde os grãos retidos foram descartados. Em seguida, uma parte da areia passante da peneira de 4,8 mm foi utilizada na composição da amostra de referência e a outra parte foi peneirada na peneira de 1,2 mm, onde, novamente, o volume retido foi separado e o passante foi utilizado para o peneiramento da próxima faixa de areia, peneira de 300 µm. A metodologia utilizada para a obtenção dessas faixas granulométricas foi baseada no estudo de (Nobre, 2022). Como pode ser observado na figura (5):

Figura (5): Agregado miúdo: (a) Amostra de referência, (b) areia grossa e (c) areia fina.



### 3.1 Caracterização do agregado miúdo

Foi realizada a caracterização física do agregado miúdo de acordo com suas respectivas normas:

- ABNT NBR 9776/2003 Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman
- ABNT NBR 7251/1982 Agregado em estado solto: determinação da massa unitária
- ABNT NBR 7211/2009 Agregados para concreto - Especificação

A tabela 2 apresenta os resultados da caracterização da areia de referência, grossa e fina:

Tabela 2 caracterização do agregado miúdo

|                                                | Amostra de referência | Areia Grossa | Areia Fina |
|------------------------------------------------|-----------------------|--------------|------------|
| Massa específica absoluta (g/cm <sup>3</sup> ) | 2,60                  |              |            |
| Massa específica aparente (g/cm <sup>3</sup> ) | 1,65                  | 1,59         | 1,46       |
| Módulo de finura                               | 1,78                  | -            | -          |

Fonte: Autoria própria (2022)

### 2.2 Produção das argamassas

O traço foi dimensionado seguindo a metodologia desenvolvida por Santos (2014) na sua tese sobre o “Desenvolvimento de metodologia de dosagem de argamassas de revestimento e assentamento”. O método visa determinar o coeficiente de vazios deixado pelo agregado miúdo de forma que esses vazios possam ser preenchidos por cimento, água e aditivos e ar incorporado, quando forem necessários à argamassa (SANTOS, 2014).

O consumo percentual de areia corresponde ao volume total (100%) menos o coeficiente de vazios (SANTOS, 2014):

$$C_{areia} = 100 - \left[ \left( 1 - \frac{\gamma_u}{\gamma_r} \right) \cdot 100 \right] \quad (2)$$

Sendo:

$C_{areia}$  = teor de agregados miúdos no traço, em %;

$\gamma_u$  = massa específica unitária compacta do agregado miúdo, em g/cm<sup>3</sup>;

$\gamma_r$  = massa específica real do agregado miúdo, em g/cm<sup>3</sup>.

Uma vez definido o consumo de agregado miúdo, este será utilizado para determinar o consumo de água da mistura. A definição final do consumo de água deve ser feita pelo ensaio de consistência, conforme a opção de uso do traço de argamassa (seca, plástica ou fluida). Indica-se o ensaio da mesa de espalhamento (*flow table*), cujos procedimentos são descritos pela ABNT NBR n° 13276/ 2005 para as argamassas de revestimento e assentamento, (SANTOS, 2014).

A porcentagem inicial de água utilizada no ensaio de *flow table* foi a de 15% conforme indicado na metodologia de (SANTOS, 2014). A primeira amostra obteve um índice de consistência de 35 cm, não estando entre os limites especificados pela norma ( $26 \pm 1$ ) cm, ou seja, entre 25 e 27 cm, logo, uma segunda tentativa foi realizada diminuindo a porcentagem de água para 12%. Dessa vez, o índice de consistência obtido foi de 25,5 cm, dentro dos limites estabelecidos na ABNT NBR N° 13276/ 2005.

Já definidos os consumos de agregado miúdo e água em porcentagem, o consumo de aglomerante foi obtido pela diferença mostrada na Equação 2:

$$C_{cimento} = 100 - C_{areia} - C_{água} \quad (3)$$

Sendo:

$C_{cimento}$  = teor de cimento no traço, em %;

$C_{areia}$  = teor de agregados miúdos no traço, em %;

$C_{água}$  = teor de água no traço, em %.

O procedimento da mistura foi realizado de forma manual, com suas respectivas proporções de materiais descritos na Tabela 2:

Tabela 2 - Porcentagens das faixas de areia para cada amostra.

| Areia (%)                   | Amostras   |      |      |         |         |         |
|-----------------------------|------------|------|------|---------|---------|---------|
|                             | Referência | 100G | 100F | 50G 50F | 75G 25F | 25F 75G |
| Referência                  | 100        |      |      |         |         |         |
| Grossa<br>(4,8 mm - 1,2 mm) |            | 100  |      | 50      | 75      | 25      |
| Fina<br>(1,2 mm - 300 µm)   |            |      | 100  | 50      | 25      | 75      |

Fonte: Nobre (2022)

### 2.3 Moldagem

Com o traço definido, foram desenvolvidas cinco amostras, além da amostra de referência, cada uma com 500g, a escolha das porcentagens de areia grossa e fina de cada amostra foi feita seguindo Nobre (2022). As porcentagens de cada amostra bem como o valor em gramas estão descritas na tabela 3.

Após o preparo da argamassa, o molde plástico (limpo e isento de poeira, gordura ou umidade) é preenchido por completo com a mistura, o nivelamento e arrasamento é feito com o auxílio de uma espátula metálica

Tabela 3 - Proporção de materiais para cada amostra de acordo com o traço estabelecido.

| Materiais           | Amostras     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                     | Referência   |              | 100G         |              | 100F         |              | 50G50F       |              | 75G25F       |              | 25G75F       |              |
|                     | %            | G            | %            | G            | %            | G            | %            | g            | %            | g            | %            | G            |
| Areia de referência | 63,7         | 318,3        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Areia Grossa        | -            | -            | 63,7         | 318,3        | -            | -            | 31,8         | 159,2        | 47,7         | 238,7        | 15,9         | 79,6         |
| Areia Fina          | -            | -            | -            | -            | 63,7         | 318,3        | 31,8         | 159,2        | 15,9         | 79,6         | 47,7         | 238,7        |
| Cimento             | 24,3         | 121,7        | 24,3         | 121,7        | 24,3         | 121,7        | 24,3         | 121,7        | 24,3         | 121,7        | 24,3         | 121,7        |
| Água                | 12,0         | 60,0         | 12,0         | 60,0         | 12,0         | 60,0         | 12,0         | 60,0         | 12,0         | 60,0         | 12,0         | 60,0         |
| <b>TOTAL</b>        | <b>100,0</b> | <b>500,0</b> | <b>100,0</b> | <b>500,0</b> | <b>100,0</b> | <b>500,0</b> | <b>100,0</b> | <b>500,0</b> | <b>100,0</b> | <b>500,0</b> | <b>100,0</b> | <b>500,0</b> |
| 500g                |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| A/C                 | 0,49         |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

Fonte: Autoria própria.

### 2.4 Ensaio de Squeeze-Flow

Após o preparo manual das argamassas foi realizado o ensaio de *Squeeze-flow* de acordo com a NBR nº 15839 de 06/2010 - Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método *squeeze-flow*. Amostras de argamassa foram moldadas para os ensaios de *squeeze-flow* com diâmetro de 100 mm e altura de 20 mm como pode ser visto na Figura 6.

. Os testes de *squeeze-flow* foram realizados em uma máquina universal de ensaio Emic/Instron modelo DL 10000. As amostras com diâmetro de 100 mm e altura de 20 mm (Figura 7) foram submetidas a uma compressão máxima de 15 mm com taxas de deslocamento de 0,1 e 1 mm/s.

Figura 6: Limites da distribuição granulométrica do agregado miúdo



(FONTE: Autoria própria)

Figura 7: Amostras de argamassa com 100 mm de diâmetro e 20 mm de altura



(FONTE: Autoria própria)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas Figuras 8 e 9 são apresentados os resultados da força versus deslocamento obtidos através da realização do ensaio de *squeeze-flow* para as argamassas nas velocidades de 0,1 mm/s e 1 mm/s.

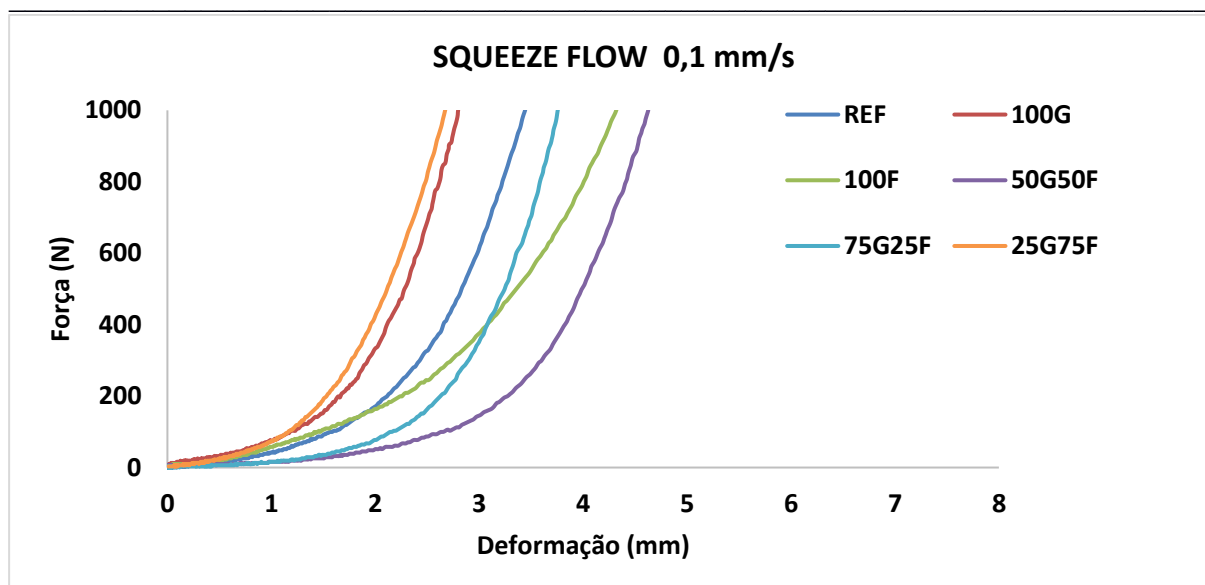


Figura 8: Gráfico de tensão versus deslocamento com as seis amostras na velocidade de 0,1 mm/s.

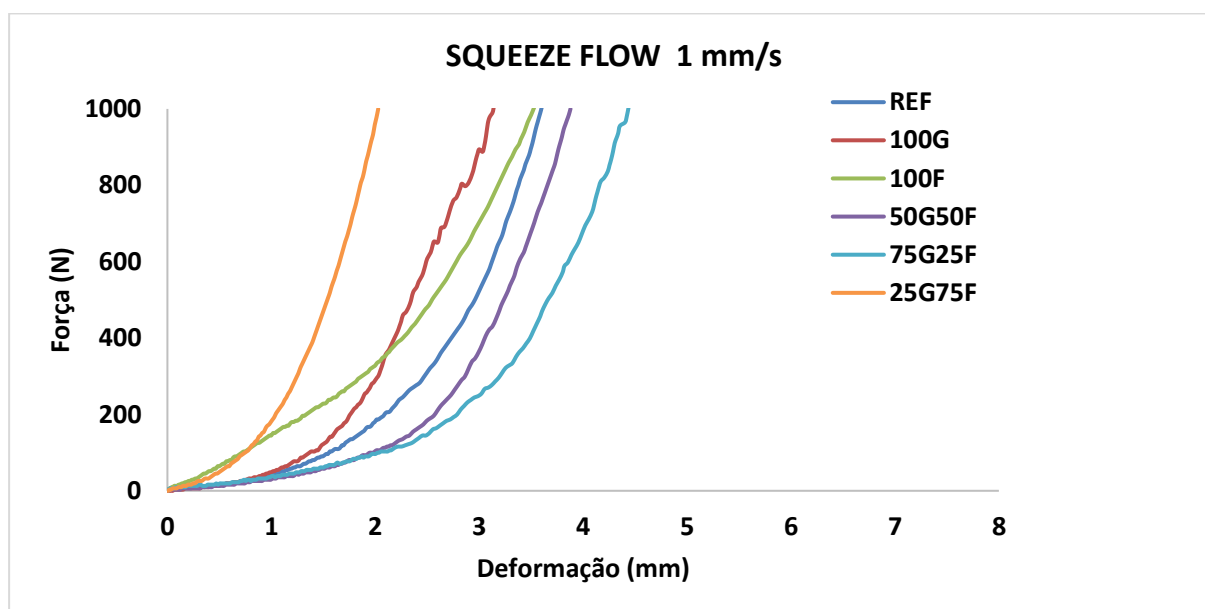


Figura 9: Gráfico de tensão versus deslocamento com as seis amostras na velocidade de 1 mm/s.

Observa-se que as deformações variaram de acordo com a composição das argamassas, neste caso, as granulometrias: grossa, fina e as misturas destas duas no agregado utilizado. Através dos resultados pode-se analisar que as argamassas produzidas com 50% de areia e 50% de fina obtiveram uma maior deformação, consequentemente melhor trabalhabilidade e menor esforço para aplicação desta argamassa em um revestimento na velocidade 0,10 mm/s. Para as amostras realizadas com a velocidade de 1mm/s verificou-se que a maior deformação foi 75G25F. As amostras 25G75F e 100G foram as amostras que menos deformaram em ambas as velocidades, consequentemente apresentaram uma baixa trabalhabilidade seguidas das amostras 100G e a de referência (REF).

As amostras com maior porcentagem de areia fina apresentaram uma menor deformação quando comparadas com as de areia grossa submetidas a mesma tensão, isso pode ser explicado utilizando o conceito de volume de vazios: quanto maior a concentração de grãos finos, maior será o volume de vazio entre os agregados, fazendo com que seja necessária uma maior quantidade de água de amassamento. As amostras 50G50F e 75G25F mostraram um maior valor de deformação dentre as seis amostras em estudo. Observa-se nessas amostras uma menor concentração de areia fina, o que corroborou com a teoria do volume de vazios.

## 5. CONCLUSÕES

Analisando os resultados obtidos nos ensaios com as seis amostras, é possível perceber a influência da composição granulométrica do agregado miúdo com respeito a trabalhabilidade da argamassa, sendo este, um

---

dos critérios mais importantes a serem considerados na hora de sua aplicação. As argamassas produzidas apenas com areia grossa e fina apresentam comportamento inferiores de fluxo, já as argamassas com combinações dessas faixas granulométricas apresentaram comportamento semelhante (ou melhor) a argamassas de referência.

Aqui vimos que a variação na distribuição granulométrica do agregado miúdo é uma alternativa para a melhora da trabalhabilidade de argamassas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNOLD, Daiana Cristina Metz. **análise da influência da forma dos grãos nas propriedades das argamassas**. 2011. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Do Vale Do Rio Dos Sinos, São Leopoldo. 2011.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 7251: Agregado em estado solto: determinação da massa unitária**. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR NM ISO 3310-1: Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - Parte I: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico (ISO 3310-1:2000)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 9776: Agregados - Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR: Agregados - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2016.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 15839: Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze-flow**. Rio de Janeiro, 2010.

CARDOSO, F. A., PILEGGI, R. G., JOHN, V. M. “Squeeze-flow aplicado a argamassas de revestimento: Manual de utilização. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil BT/PCC/545, 2010.

F. A. Cardoso, V. M. John, e R. G. Pileggi, “Rheological behavior of mortars under different squeezing rates”, Cement and Concrete Research, vol. 39, no 9, p. 748–753, set. 2009, doi: 10.1016/j.cemconres.2009.05.014.

NOBRE, Suyane Samimy Silva. **Influência da distribuição granulométrica do agregado miúdo em argamassas de cimento Portland**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró. 2022.

SANTOS, White José dos. **Desenvolvimento de metodologia de dosagem de argamassas de revestimento e assentamento**. 2014. 155f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2014.