



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL - DEC
CAMPUS VIII - ARARUNA - PB**

OTÁVIO FERNANDES

EFEITOS DA ADIÇÃO DE POLIPROPILENO TRITURADO EM ARGAMASSA DE
CIMENTO PORTLAND

ARARUNA – PB
2017

OTÁVIO FERNANDES

EFEITOS DA ADIÇÃO DE POLIPROPILENO TRITURADO EM ARGAMASSA DE
CIMENTO PORTLAND

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo Científico - Apresentado como pré-requisito institucional para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba.

Orientador: Prof.º Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos.

Área de Concentração: Materiais alternativos na construção civil.

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

F363e Fernandes, Otávio
Efeitos da adição de polipropileno triturado em argamassas de cimento portland [manuscrito] / Otávio Fernandes. - 2017.
32 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2017.

"Orientação: Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos, Departamento de Engenharia Civil".

1. Argamassas. 2. Polipropileno. 3. Material de construção.
I. Título.

21. ed. CDD 691.5


OTÁVIO FERNANDES

EFEITOS DA ADIÇÃO DE POLIPROPILENO TRITURADO EM ARGAMASSA DE CIMENTO PORTLAND

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo Científico - Apresentado como pré-requisito institucional para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba.
Área de Concentração: Materiais alternativos na construção civil.

Aprovado em: 11, 04, 2017

BANCA EXAMINADORA


Prof.º Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos – Orientador
Departamento de Engenharia Civil – UEPB



Prof.º Dr. Laércio Leal dos Santos
Departamento de Engenharia Civil – UEPB



Prof.º Me. Alan Barbosa Cavalcanti
Departamento de Engenharia Civil – UEPB

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO GERAL	8
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
3.1. ARGAMASSAS	8
3.1.1. Propriedades das argamassas no estado fresco	9
3.1.2. Propriedades das argamassas no estado endurecido	12
3.2. POLIPROPILENO	14
3.2.1. Propriedades do polipropileno	15
3.3. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA	15
3.4. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	16
3.5. VARIAÇÃO DIMENSIONAL (RETRAÇÃO OU EXPANSÃO LINEAR)	18
3.6. ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1. MATERIAIS	20
4.1.1. Equipamentos/aparelhagem	20
4.2. MÉTODOS	20
4.2.1. Ensaio de composição granulométrica	20
4.2.2. Moldagem e cura dos corpos de prova	20
4.2.3. Ensaio de resistência à compressão simples	22
4.2.4. Ensaio de variação dimensional	23
4.2.5. Ensaio de absorção de água por imersão	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1. ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AREIA	24
5.2. ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DO POLIPROPILENO	25
5.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES	26
5.4. ENSAIO DE VARIAÇÃO DIMENSIONAL	28
5.5. ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO	29
6 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31

EFEITOS DA ADIÇÃO DE POLIPROPILENO TRITURADO EM ARGAMASSA DE CIMENTO PORTLAND

Otávio Fernandes¹

RESUMO

Argamassas são materiais de construção com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo e água, podendo conter ainda aditivos ou adições. As argamassas podem ser utilizadas em assentamento de alvenarias, revestimentos, pisos, assentamento e/ou rejuntamento cerâmico, entre outros. O polipropileno é um polímero termoplástico, ou seja, pode ser moldado quando aquecido, é derivado do propeno ou propileno, o qual pode ser facilmente identificado em materiais por meio de um símbolo triangular de reciclável, com o número “5” no interior e as letras “PP” na parte inferior. O objetivo do trabalho foi estudar os efeitos da adição de polipropileno triturado na formulação de argamassas de cimento Portland. A metodologia consistiu em triturar polipropileno reciclado, cujo foi adicionado às argamassas nas proporções de 10, 20 e 30%, com tamanho de partículas variando entre 0,6, 1,2 e 2,4 mm. Os corpos de prova foram moldados de acordo com as NBR's 5738 e 7215, no traço de 1:3, relação a/c 0,48 e foram deixados em cura por imersão em água saturada de cal, por um período de 7, 18 e 29 dias. Após esse período de cura os mesmos foram submetidos aos ensaios de compressão simples, absorção de água por imersão e variação dimensional, todos sendo realizados em triplicata. Nos ensaios de compressão simples, os corpos de prova padrão apresentaram resistência à compressão de $24,7 \pm 1,47$ MPa aos 7 dias de cura, de $30,1 \pm 1,73$ MPa aos 18 dias de cura e de $38,3 \pm 1,09$ MPa aos 29 de cura. Os corpos de prova com adição de 10% apresentaram resistência à compressão variando entre $11,4 \pm 2,8$ e $21,8 \pm 0,6$ MPa, já os corpos de prova com 20% de adição apresentaram resistência à compressão variando entre $15,3 \pm 0,63$ e $15,9 \pm 1,5$ MPa, e os com adição de 30% apresentaram resistência à compressão variando entre $5,13 \pm 0,96$ e $7,22 \pm 1,02$ MPa. Nos ensaios de absorção de água por imersão os corpos de prova padrão absorveram $2,03 \pm 0,29\%$ de água aos 7 dias de cura, $2,42 \pm 0,29\%$ aos 18 dias de cura e $3,15 \pm 0,3\%$ aos 29 dias de cura, enquanto que, nos ensaios de variação dimensional, nenhum deles apresentou retração ou expansão quanto ao seu diâmetro e comprimento. A partir dos resultados obtidos verificou-se que a adição de polipropileno nas proporções de 10, 20 e 30% não foi vantajosa, visto que, houve redução da resistência à compressão com relação às argamassas padrão, assim, conclui-se que o emprego de adições em argamassas pode interferir positiva ou negativamente nas características físicas e mecânicas da mistura.

Palavras-chave: Argamassas. Polipropileno. Resistência à compressão.

¹ Graduando em Engenharia Civil, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde – CCTS, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campus VIII, Araruna – PB,
E-mail: otaviofernandes@hotmail.com

ABSTRACT

Mortars are building materials with adhesion and hardening properties, obtained from the homogeneous mixture of one or more binders, aggregate and water, and may contain additives or additions. Mortars can be used in laying of masonry, coatings, floors, laying and/or ceramic grouting, among others. Polypropylene is a thermoplastic polymer, that is, it can be molded when heated, is derived from propene or propylene, which can be easily identified in materials by means of a triangular symbol of recyclable, having the number "5" inside and the letters "PP" at the bottom. The objective of this work was to study the effects of the addition of crushed polypropylene on the Portland cement mortars formulation. The methodology consisted in grinding recycled polypropylene, which was added to mortars in the proportions of 10, 20 and 30%, with a particle size ranging from 0,6, 1,2 and 2,4 mm. The proof bodies were molded according to NBR's 5738 and 7215, in the ratio of 1:3, to 0,48 and were allowed to cure by immersion in lime-saturated water for a period of 7, 18 and 29 days. After this curing period they were submitted to simple compression tests, water absorption by immersion and dimensional variation, all of which were performed in triplicate. In the simple compression tests, the standard test proof bodies showed compressive strength of $24,7 \pm 1,47$ MPa at 7 days of cure, $30,1 \pm 1,73$ MPa at 18 days of cure and $38,3 \pm 1,09$ MPa at 29 cure. The proof bodies with addition of 10% had a compressive strength ranging from $11,4 \pm 2,8$ and $21,8 \pm 0,6$ MPa, where as the samples with 20% of addition presented resistance to compression ranging from $15,3 \pm 0,63$ and $15,9 \pm 1,5$ MPa, and those with 30% added had compressive strength varying between $5,13 \pm 0,96$ and $7,22 \pm 1,02$ MPa. In the immersion water absorption tests the standard specimens absorbed $2,03 \pm 0,29\%$ water at 7 days cure, $2,42 \pm 0,29\%$ at 18 days cure and $3,15 \pm 0,3\%$ at 29 days of cure, where as in the dimensional variation tests, none of them showed retraction or expansion to their diameter and length. From the obtained results it was verified that the addition of polypropylene in the proportions of 10, 20 and 30% was not advantageous, since, there was a reduction of the compressive strength in relation to the standard mortars, therefore, it was concluded that the use of additions to mortars may positively or negatively interfere with the physical and mechanical characteristics of the mixture.

Keywords: Mortars. Polypropylene. Compressive strength.

1 INTRODUÇÃO

Argamassas são materiais de construção, com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos por meio da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo e água. As argamassas podem ser simples, ou seja, aquelas que contêm apenas um aglomerante em sua composição ou mistas que são compostas por mais de um aglomerante.

Na construção civil, as argamassas podem ser utilizadas para várias finalidades, como assentamento e revestimento de alvenarias, pisos, assentamento de revestimento cerâmico, entre outras. Além disso, as argamassas e concretos podem receber aditivos ou adições de diferentes materiais, normalmente inertes e que tendem a melhorar suas propriedades físicas e mecânicas, além de melhorarem seu desempenho e reduzir custos.

O emprego de materiais alternativos na construção civil está sendo cada vez mais utilizado, cujos podem ser fibras naturais ou sintéticas, resíduos da demolição de construções, entre outros, com a finalidade de redução de custos e preservação do meio ambiente.

Existem vários tipos de materiais que podem ser utilizados como componentes adicionais nas formulações de argamassas e concretos, os quais apresentam características bem diferenciadas com relação às alterações na resistência à compressão, trabalhabilidade, plasticidade, entre outras. Assim, existem algumas restrições quanto ao emprego desses materiais, visto que, por se tratar de um componente de reforço e/ou enchimento, sendo necessário o conhecimento de suas características físicas, químicas e mecânicas.

O polipropileno é um material que não absorve a água utilizada na produção dos compósitos, por isso, a adição de polipropileno em argamassas ou concretos é diferenciada das adições de fibras vegetais, as quais absorvem água da mistura e podem aumentar de volume, em seguida, após a completa evaporação da água, volta ao volume inicial podendo gerar vazios no interior da superfície, o que não ocorre com o polipropileno quando utilizado como material de enchimento.

O polipropileno é quimicamente inerte em contato com ambientes alcalinos ou agressivos e apresenta propriedades como baixa massa específica, elevada resistência química, baixo custo, não condutor elétrico, entre outras.

Apesar da grande diversidade de adições utilizadas na construção civil, o referente trabalho abordou basicamente as argamassas simples reforçadas com adição de polipropileno triturado resultante da reciclagem de para-choques automotivos, considerado material de fácil aquisição e baixo custo, cujo material é inerte, resistente à corrosão e ao ataque químico em meio alcalino.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi estudar os efeitos da adição de polipropileno triturado na formulação de argamassas de cimento Portland.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os agregados utilizados nos ensaios;
- Analisar a resistência à compressão de argamassas com e sem adição de polipropileno triturado;
- Analisar as propriedades de absorção de água e retração das argamassas padrão;
- Conhecer as propriedades das argamassas nos estados fresco e endurecido.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. ARGAMASSAS

Argamassa é definida como a mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada) (NBR 13281, 2001).

As argamassas de cimento e areia ou cimento, cal e areia são utilizadas em múltiplas aplicações nas construções, cuja composição e espessura são muito variáveis de acordo com a aplicação (FIORITO, 2009).

Segundo Fiorito (2009), o endurecimento das argamassas é acompanhado por uma variação de volume, devido à perda de água evaporável, por se tratar de reação exotérmica durante as reações de hidratação do cimento.

Conhecendo-se a diversidade de aplicações das argamassas, algumas precauções também devem ser tomadas, como por exemplo, é preferível utilizar-se

argamassas elásticas, isto é, com um teor adequado de cimento, de água, de finos nos agregados, a fim de obter um módulo de elasticidade ideal.

Fiorito (2009), fala que a espessura das argamassas é um fator muito importante, ou seja, deve-se utilizar a menor espessura possível, especialmente nos casos em que for exigida argamassa muito rica, se exigidas maiores espessuras, como no caso de canalizações embutidas, ou grandes áreas com caimentos, a argamassa deverá ser executada em camadas sucessivas de cerca de 25 mm.

Quanto ao tempo de cura, Fiorito (2009), afirma que quando a camada de argamassa tem função de base para outras camadas mais superficiais ou para receber revestimentos colados, é indispensável que tenha idade mínima de sete dias, ocasião em que terá boa estabilidade dimensional (60 a 80% da retração já acontecida).

A preparação das argamassas envolve alguns cuidados relativos à quantidade de aglomerante, areia e água e ao local de preparação, que devem ser observados visando à obtenção das características necessárias ao seu emprego (RIBEIRO et al., 2011).

3.1.1. Propriedades das argamassas no estado fresco

a) Trabalhabilidade

A trabalhabilidade é considerada como uma propriedade subjetiva das argamassas, ou seja, é uma propriedade de avaliação qualitativa. Uma argamassa pode ser considerada trabalhável se não endurecer rapidamente quando aplicada, distribuir-se facilmente e preencher toda superfície de aplicação, manter-se coesa ao ser transportada, não aderir à colher ao ser lançada e deixar penetrar facilmente a colher de pedreiro, sem ser fluida (OLIVEIRA, 2001).

Uma boa trabalhabilidade das argamassas depende da combinação de diversos fatores como qualidade dos agregados e dos aglomerantes, quantidade de água de amassamento, consistência, capacidade de retenção de água da argamassa, tempo decorrido da preparação da argamassa, adesão e fluidez (ROMAN et al., 1999).

b) Consistência e retenção de consistência

A consistência é a propriedade em que a argamassa tende a resistir à deformação, ou seja, a quantidade de água adicionada à argamassa é o principal fator

que influi nesta propriedade, porém, outros fatores também podem influenciar nesta propriedade, como aglomerado/agregado e granulometria da areia (CINCOTTO, 1995).

Com relação à consistência, as argamassas podem ser fluidas, ou seja, aquelas que podem escorrer e se auto nivelar na superfície sem sofrer qualquer esforço; plásticas, que necessitam de um pequeno esforço para atingir sua forma final sobre a superfície; e as argamassas secas, a qual se faz necessária a aplicação de uma força para conformá-la em sua forma final (PAIXÃO, 2011).

Outra propriedade importante das argamassas é a sua retenção de consistência, na qual se trata da mesma em manter sua consistência mesmo após o contato com o substrato, a qual é de fundamental importância para as argamassas de assentamento de alvenarias e peças cerâmicas de revestimento, a qual depende basicamente da boa retenção de água das argamassas (OLIVEIRA, 2001).

c) Coesão e tixotropia

A coesão é a propriedade que as argamassas têm de manter seus constituintes homogêneos sem que haja segregação, por intermédio das forças físicas de atração existentes entre as partículas sólidas da argamassa e às ligações químicas do aglomerante. As argamassas necessitam de adições especiais e aglomerantes adequados para obterem uma boa coesão (CINCOTTO, 1995).

Segundo Cincotto (1995), a tixotropia é a mudança da viscosidade quando se promove a agitação da massa, provocando a passagem do estado sólido, ou de pasta, para o gel. No caso da argamassa, o estado de gel diz respeito à massa coesiva de aglomerante na pasta que se torna mais densa após a hidratação.

d) Plasticidade

A plasticidade é a propriedade que permite a argamassa se deformar e reter certa deformação após a redução das tensões a que a massa foi submetida (OLIVEIRA, 2001).

Conforme Cincotto (1995), a plasticidade é influenciada basicamente pelo teor de ar aprisionado, natureza e teor dos aglomerantes e pela intensidade de mistura das argamassas, a qual está diretamente ligada à sua consistência, coesão e retenção de água.

e) Retenção de água

Retenção de água é a propriedade das argamassas em reter água de amassamento contra a sucção da base ou contra a evaporação, a qual possibilita que as reações de endurecimento da argamassa tornem-se mais gradativas, promovendo uma adequada hidratação do cimento e ganho de resistência (MACIEL et al., 1998).

A retenção de água determina as condições de manuseio das argamassas e influencia diretamente em duas propriedades no estado endurecido, como aderência e resistência mecânica final (OLIVEIRA, 2001).

f) Massa específica e teor de ar incorporado

A massa específica é a relação entre a massa da argamassa e seu volume, podendo ser absoluta, quando não se considera os vazios existentes no volume de argamassa e podendo ser relativa ou unitária, quando são considerados os vazios existentes na massa (PAIXÃO, 2011).

Segundo Paixão (2011), o teor de ar é a quantidade de ar existente em um determinado volume de argamassa, sendo que quando esse teor de ar aumenta, a massa relativa da argamassa diminui. A trabalhabilidade de uma argamassa está relacionada com o teor de ar presente na massa, ou seja, quando esse teor aumenta, conseqüentemente se aumenta a trabalhabilidade.

g) Exsudação

A exsudação é basicamente o fenômeno de separação de parte da água de amassamento de uma argamassa fresca mantida em repouso sem qualquer tipo de vibrações ou choques, ou seja, é uma forma de segregação, visto que, os sólidos em suspensão tendem a se sedimentar sob a ação da força da gravidade, cuja propriedade pode interferir na trabalhabilidade e adesão das argamassas, visto que, exige constante remistura para homogeneização destas (METHA; MONTEIRO, 1994).

h) Aderência inicial

Aderência inicial é a propriedade que a argamassa possui de permanecer unida ao substrato de aplicação após o seu lançamento, normalmente ocorre em superfícies porosas, pela ancoragem da argamassa na base, por meio da entrada da pasta nos poros ou saliências, seguido do endurecimento progressivo da pasta (PAIXÃO, 2011).

Segundo Paixão (2011), aderência inicial é uma propriedade que depende das características da base de aplicação, como porosidade, rugosidade, condições de limpeza; e da superfície de contato efetivo entre a argamassa e a base.

i) Tempo de pega

O tempo de pega de argamassas é a propriedade que depende das reações de hidratação do cimento e/ou cal, ou seja, caso o início de pega ocorra de forma prematura, ocorrerá problemas no assentamento ou acabamento do revestimento e caso o endurecimento ocorra de forma muito lenta, haverá atrasos de execução (ROMAN et al., 1999).

Segundo Roman (1991), temperaturas muito altas tendem a acelerar o endurecimento das argamassas e as temperaturas baixas provocam o seu retardamento. Quanto mais homogênea a mistura, melhor será o espalhamento do cimento, e o seu contato com a água, conseqüentemente, ocorrerá à aceleração do processo de endurecimento.

j) Retração por secagem

Retração por secagem é o fenômeno ocorrido por meio da evaporação da água de amassamento das argamassas ou pelas reações de carbonatação e hidratação do aglomerante utilizado, o qual pode causar microfissuras, que podem ou não ser prejudiciais, ou fissuras que sempre serão prejudiciais e podem causar a percolação da água na superfície já no estado endurecido (PAIXÃO, 2011).

Segundo Paixão (2011), a retração por secagem pode ser influenciada pelo teor e tipo de cimento utilizado na argamassa, ou seja, maiores proporções de cimento podem causar o aparecimento de fissuras indesejadas, isto devido ao alto calor de hidratação do cimento.

3.1.2. Propriedades das argamassas no estado endurecido

a) Retração

A retração é basicamente o processo de variação de volume sofrido pelas argamassas principalmente nas primeiras idades, ou seja, normalmente ocorre logo após o seu endurecimento, isto devido às reações químicas do aglomerante e da evaporação da água durante o processo de secagem (KOPSCHITZ et al., 1997).

b) Permeabilidade

A permeabilidade está diretamente relacionada à percolação de água pela superfície do revestimento, cuja superfície normalmente é constituída de material poroso que permite a passagem da água tanto no estado líquido como gasoso (PAIXÃO, 2011).

Esta propriedade depende basicamente da quantidade e do tipo de aglomerante adicionado, da espessura da camada, da granulometria do agregado e das características e natureza do substrato (OLIVEIRA, 2001).

c) Resistência mecânica

A resistência mecânica das argamassas depende da natureza e do teor de agregados e aglomerantes empregados em sua composição, como também, das técnicas de execução, compactação e acabamento final. Assim, a resistência mecânica pode aumentar com a redução da proporção de agregado na argamassa e pode variar inversamente com a relação água/cimento da argamassa (PAIXÃO, 2011).

Carasek (2007) afirma que a resistência mecânica é a propriedade das argamassas de possuírem um estado de consolidação interna capaz de suportar esforços mecânicos das mais diversas origens e que se traduzem, em geral, por tensões simultâneas de tração, compressão e cisalhamento.

d) Aderência

Aderência é a propriedade da argamassa em manter-se fixa ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento. É resultante da resistência à tração, da resistência de aderência ao cisalhamento e da extensão de aderência da argamassa (MACIEL et al., 1998).

A NBR 13749/1996 fala que o limite de resistência de aderência à tração para o revestimento de argamassa (emboço ou camada única) varia de acordo com o local de aplicação e tipo de acabamento e pode ser medida por meio do ensaio de arrancamento por tração.

e) Durabilidade

Durabilidade é a propriedade que as argamassas apresentam de resistir ao ataque de meios e agentes agressivos e manter suas características físicas e mecânicas inalteradas no decorrer da vida útil da edificação (PAIXÃO, 2011).

Segundo Sabbatini (1986), a durabilidade de um revestimento pode ser definida como a propriedade do período de uso desse revestimento, resultante de suas propriedades no estado endurecido, e que reflete o desempenho das argamassas diante das ações do meio externo ao longo do tempo.

A durabilidade das argamassas pode ser afetada e prejudicada por vários fatores como, elevadas espessuras, fissuração, a proliferação de microrganismos, qualidade e modo de preparo das argamassas, falta de manutenção, entre outros, (PAIXÃO, 2011).

f) Módulo de elasticidade ou resiliência

A resiliência é a capacidade das argamassas de absorverem energia até a região elástica, ou seja, é a capacidade de se deformarem sem que sofram tensões nesse material, isto é, têm a capacidade de se deformar sem ocorrer a ruptura e retornar às suas dimensões iniciais ao cessar a força a que foram submetidas (OLIVEIRA, 2001).

Maciel et al., (1998), afirmam que o módulo de elasticidade é a propriedade que o revestimento apresenta quando exposto à pequenas tensões, devendo suportar as mesmas sem apresentar rupturas ou deformações que comprometam sua estrutura, aderência, estanqueidade e durabilidade.

3.2. POLIPROPILENO

O emprego de aditivos e adições na indústria da construção civil cresce a cada dia e são diversos os tipos de adições utilizadas, as quais apresentam diferentes características e funções. Geralmente, as adições são empregadas em materiais a base de cimento Portland, como concretos e argamassas, cuja função principal é reforçar as matrizes mais frágeis e conseqüentemente melhorar o desempenho dos compósitos.

O polipropileno é um polímero termoplástico, ou seja, pode ser moldado quando aquecido, é derivado do propeno ou propileno, o qual pode ser facilmente identificado em materiais por meio de um símbolo triangular de reciclável, com o número “5” no interior e as letras “PP” na parte inferior, conforme apresenta a Figura 1, cuja fórmula molecular é (C_3H_6) .

Nas palavras de Tanesi e Agopyan (1997), o polipropileno é um termoplástico, derivado do monômero propileno (C_3H_6) , obtido pelo craqueamento do petróleo,

através da síntese de elementos orgânicos, cujo polímero é composto por cadeias longas de alto peso molecular e desenvolvimento helicoidal.

Figura 1 – Identificação do polipropileno em materiais recicláveis.



Fonte – wikipedia.org/wiki/Polipropileno, acesso em fevereiro de 2017.

3.2.1. Propriedades do polipropileno

O polipropileno apresenta as seguintes características:

- Massa específica de 0,91 a 0,97 g/cm³, valor baixo em comparação ao aço, vidro, etc;
- Elevada resistência química e a solventes, ou seja, quimicamente inerte em contato com ambientes alcalinos ou agressivos;
- Baixo custo;
- Fácil moldagem ou manipulação;
- Boa resistência ao impacto;
- Material não condutor elétrico;
- Entre outras.

A adição de polipropileno em argamassas apresenta algumas vantagens, tais como: resistência ao ataque químico em meio alcalino por não estarem sujeitas à corrosão, não comprometendo assim, o desempenho do compósito ao longo da vida útil da edificação.

3.3. COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA

A composição ou análise granulométrica é a expressão das proporções dos grãos de diferentes tamanhos. Esta composição é obtida através de ensaio

laboratorial, no qual a amostra do agregado é submetida a uma separação dos grãos por faixas granulométricas, de acordo com a série de peneiras da ABNT (RIBEIRO et al., 2011).

A análise granulométrica consiste na determinação das dimensões das partículas que constituem o agregado e no tratamento estatístico dessas informações, cujo objetivo é calcular o módulo de finura, a dimensão máxima característica e obter a curva de distribuição granulométrica da amostra do agregado miúdo ensaiado com base na NBR 7217/1987.

A dimensão máxima característica corresponde à abertura nominal, em milímetros, da malha da peneira da série normal ou intermediária, na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa. Enquanto que, o módulo de finura representa a soma das porcentagens retidas acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividida por 100, conforme equação (1), (NBR 7217, 1987).

$$MF = \frac{\sum \%Acumulada}{100} \quad (1)$$

Dessa forma, após encontrar-se o módulo de finura do agregado, pode-se classificar o mesmo conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação das areias quanto ao módulo de finura.

Muito Grossa	$MF > 3,90$
Grossa	$3,30 < MF < 3,90$
Média	$2,40 < MF < 3,30$
Fina	$MF < 2,40$

Fonte – (NBR 7217, 1987).

3.4. RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Resistência à compressão é a relação entre a carga de ruptura e a área de seção transversal de corpos de prova (RIBEIRO et al., 2011), cujo valor é obtido por meio da utilização das equações abaixo.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2) \quad \therefore \quad A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3)$$

Onde:

σ → tensão de ruptura (kgf/cm^2)

P → carga de ruptura (kgf)

A → área da seção transversal (cm^2)

d → diâmetro do corpo de prova (cm)

O método de ensaio compreende a determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos de 50 mm de diâmetro e 10 mm de altura (NBR 7215, 1996).

A Associação Brasileira de Cimento Portland, em conformidade com a NBR 7215/1996, lançou o Guia Básico de Utilização do Cimento Portland, no qual são apresentados os tipos e nomenclaturas do cimento, evolução dos códigos, exigências químicas, físicas e mecânicas, entre outros.

A Tabela 2 apresenta a evolução das resistências à compressão em função das idades.

Tabela 2 – Evolução das resistências em função das idades (ABNT).

Tipos de cimento Portland	Classe	Resistência à compressão (MPa) por idade				
		1 dia	3 dias	7 dias	28 dias	91 dias
CP I	25		≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	
	32	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	-
	40		≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0	
CP II - E	25		≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	
	32	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	-
	40		≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 40,0	
CP III	25		≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 32,0
	32	-	≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	≥ 40,0
	40		≥ 12,0	≥ 23,0	≥ 40,0	≥ 48,0
CP IV	25	-	≥ 8,0	≥ 15,0	≥ 25,0	≥ 32,0
	32		≥ 10,0	≥ 20,0	≥ 32,0	≥ 40,0
CP V - ARI		≥ 14	≥ 24,0	≥ 34,0	-	-

Fonte – (NBR 7215, 1996).

3.5. VARIAÇÃO DIMENSIONAL (RETRAÇÃO OU EXPANSÃO LINEAR)

A variação dimensional das argamassas pode ser caracterizada como retração (quando negativa) ou expansão (quando positiva) e é expressa em milímetros por metro (NBR 15261, 2005).

Conforme a NBR 15261/2005, a variação dimensional deve ser calculada pela seguinte expressão:

$$\varepsilon_i = \frac{L_i - L_0}{0,25} \quad (4)$$

Onde:

ε_i – É a leitura da variação dimensional, na idade “i”, arredonda ao centésimo mais próximo, em milímetros por metro;

L_i – É a leitura efetuada na idade final, em milímetros;

L_0 – É a leitura efetuada após a desforma, em milímetros;

i – É a idade de leitura.

3.6. ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO

Conforme a NBR 9778/1987, que prescreve o método de ensaio para determinação da absorção de água por imersão de argamassa e concreto endurecidos, os corpos de prova devem permanecer imersos em água saturada de cal à temperatura de $(23 \pm 2)^\circ C$ até a data das leituras.

A absorção de água por imersão é definida pela seguinte expressão:

$$A = \frac{M_{sat} - M_s}{M_s} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

M_{sat} – É a massa do corpo de prova saturado;

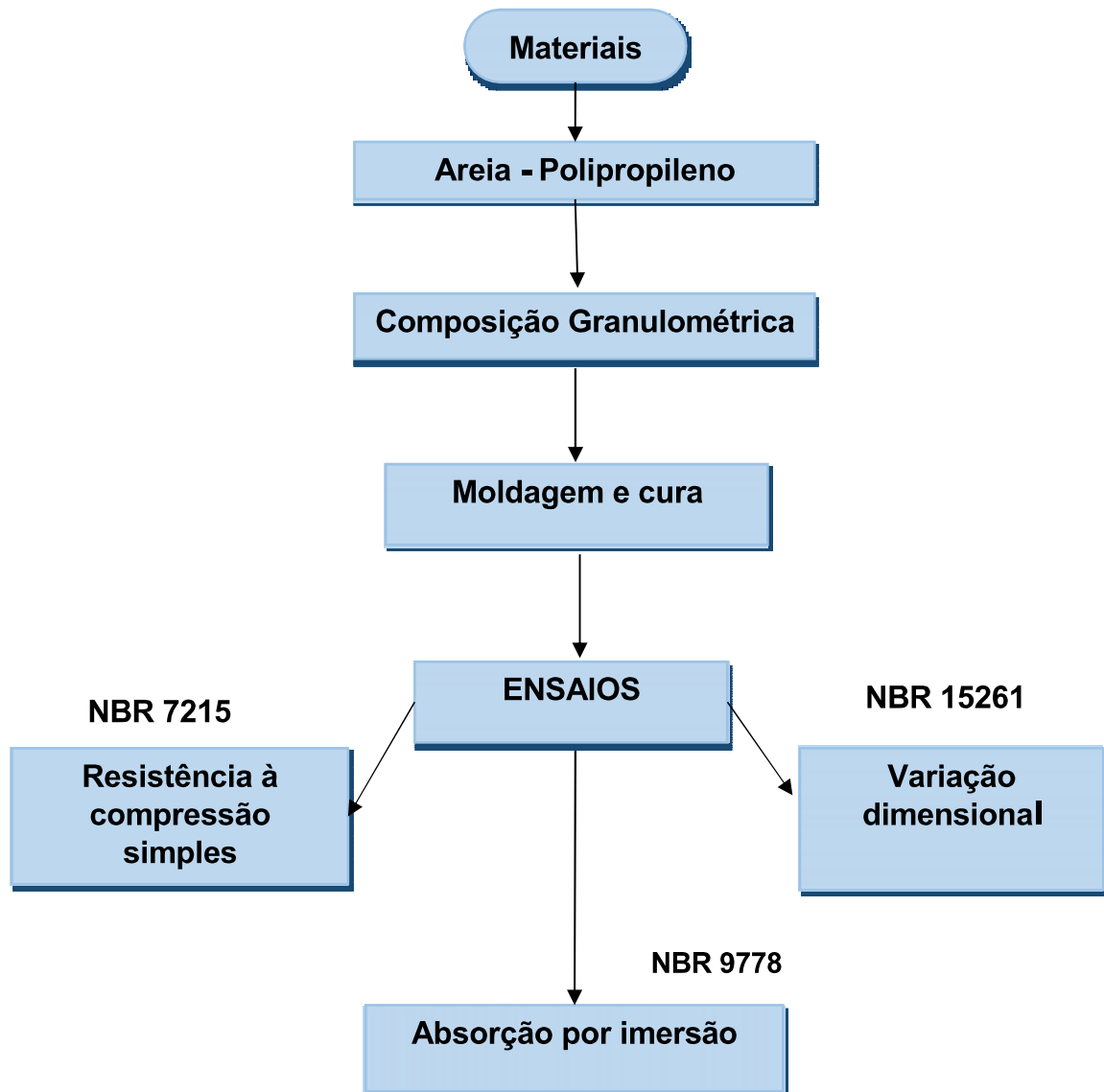
M_s – É massa do corpo de prova seco.

Cujas grandezas são obtidas com a utilização da balança hidrostática sensível a 0,0025% da massa das amostras.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas experimentais realizadas durante o trabalho em laboratório.

Figura 2 – Fluxograma das etapas experimentais realizadas.



Fonte – Otávio Fernandes, fevereiro de 2017.

4.1. MATERIAIS

Neste trabalho foi utilizado o cimento Portland CP II Z 32 como aglomerante e como agregados utilizou-se areia natural extraída de depósitos sedimentares e o polipropileno triturado oriundo de para-choques automotivos reciclados, visto que, o produto é de fácil aquisição, baixo custo e diariamente este tipo de material é descartado no meio ambiente sem que haja a devida fiscalização.

4.1.1. Equipamentos / aparelhagem

Nos experimentos foram utilizados balança com resolução de 0,1% da massa da amostra de ensaio; moldes com dimensões de (5x10 cm); soquete; conjunto de peneiras, tampa e fundo; agitador de peneiras eletromecânico (SOLOTEST, modelo 1.202.230); estufa; prensa elétrica Marshall com anel dinamométrico (SOLOTEST, modelo 1.030.220); e acessórios diversos como paquímetro, régua metálica, espátulas, placas de vidro, recipientes, etc.

4.2. MÉTODOS

4.2.1. Ensaio de composição granulométrica

Em conformidade com a NBR 7217/1987, primeiramente todo o agregado miúdo (areia) foi lavado e seco em estufa à 105°C até constância de massa. Em seguida foi realizado o quarteamento e pesagem de aproximadamente 1000,00g do agregado que passou em um conjunto de peneiras progressivamente menores partindo da peneira de 4,8 mm diminuindo gradativamente até a peneira de 0,075 mm. Da mesma forma procedeu-se o ensaio de análise granulométrica do polipropileno, porém, este não passou pelo processo de lavagem e secagem em estufa.

4.2.2. Moldagem e cura dos corpos de prova

As argamassas utilizadas nos ensaios foram preparadas no laboratório de Materiais e Geotecnia do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba.

De acordo com a NBR 7215/1996, foram confeccionados os corpos de prova de argamassas padrão com traço em massa de 1:3 (cimento e areia respectivamente) e relação água/cimento 0,48, quatro frações de areia, fração grossa (passante na # de 1,2 mm), fração média grossa (passante na # de 0,6 mm), fração média fina (passante na # de 0,3 mm) e a fração fina (passante na # de 0,15 mm) conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 – Quantidade de materiais para cada traço.

Material	Massa para mistura (g)
Cimento Portland	624
Água	300
Fração grossa: 1,2 mm	468
Fração média grossa: 0,6 mm	468
Fração média fina: 0,3 mm	468
Fração fina: 0,15 mm	468

Fonte – (NBR 7215, 1996).

Para os corpos de prova moldados com adição de polipropileno também foi utilizado o traço em massa de 1:3 (cimento e areia respectivamente) e relação água/cimento 0,48, porém, a estes foram adicionados polipropileno triturado nos percentuais de 10, 20 e 30% com tamanho de partículas variando entre 0,6, 1,2 e 2,4 mm.

A moldagem dos corpos de prova foi realizada em conformidade com as NBR's 5738/2003 e 7215/1996, obedecendo aos critérios básicos para corpos de prova de argamassa. No total, foram moldados 51 corpos de prova cilíndricos com dimensões de 5x10 cm, divididos em 17 ensaios, sendo eles de resistência à compressão simples, variação dimensional e absorção de água por imersão, os quais foram realizados todos em triplicata. Sendo que, para os ensaios de resistência à compressão simples, 3 dos ensaios foram realizados com argamassa padrão, ou seja, sem conter adição em sua composição, conforme apresenta a Tabela 4.

Tabela 4 – Ensaios com argamassa sem adição.

Traço	Ensaio	Idade (dias)
1:3	1	7
	2	18
A/C = 0,48	3	29

Enquanto que, 11 ensaios foram realizados de acordo com uma matriz de planejamento experimental, com diferentes teores de adição de polipropileno e diferentes tamanhos de partículas, conforme apresenta a Tabela 5.

Tabela 5 – Ensaio com argamassa com adição de polipropileno.

Traço	Ensaio	Idade	Adição (%)	Peneira (#)
1:3 A/C = 0,48	1	7	10	0,6
	2	29	10	0,6
	3	7	30	0,6
	4	29	30	0,6
	5	7	10	2,4
	6	29	10	2,4
	7	7	30	2,4
	8	29	30	2,4
	9	18	20	1,2
	10	18	20	1,2
	11	18	20	1,2

Ao iniciar a moldagem, procedeu-se a pesagem dos materiais, cujos foram transferidos em seguida para um recipiente onde se iniciou a mistura manual da massa até a completa homogeneização da mesma. Colocou-se a água e o cimento e logo após, adicionou-se todas as frações de areia. Imediatamente após o amassamento e com a maior rapidez possível, a argamassa foi colocada nos moldes devidamente untados com óleo nas laterais e fundo, em quatro camadas de alturas aproximadamente iguais, adensadas com 30 golpes cada, uniformemente distribuídos.

A operação foi concluída com a rasura do topo dos corpos de prova com o auxílio da régua metálica e placas de vidro conforme especifica a NBR 7215/1996.

Após a desmoldagem dos corpos de prova decorridas 24 horas da sua moldagem, estes foram transferidos para um recipiente com água saturada de cal para iniciar o processo de cura, cujos permaneceram submersos até o momento dos ensaios de ruptura nas idades de 7, 18 e 29 dias respectivamente.

4.2.3. Ensaio de resistência à compressão simples

Os ensaios de resistência à compressão simples dos corpos de prova foram realizados conforme especifica a NBR 7215/1996, cujos foram realizados em triplicata, sendo três ensaios apenas com argamassa padrão e mais onze ensaios cujos corpos

de provas receberam adições à massa em diferentes proporções e diferentes tamanhos de partículas, no entanto, todos eles com três idades de ruptura definidas.

4.2.4. Ensaio de variação dimensional

Os ensaios de variação dimensional foram realizados com argamassa padrão, com três diferentes idades de cura, cujos foram analisados tanto a variação do diâmetro como também a variação da altura, conforme apresenta a Tabela 6.

Tabela 6 – Ensaio com argamassa sem adição (variação dimensional).

Traço	Ensaio	Idade (dias)
1:3 A/C = 0,48	1	7
	2	18
	3	29

Os procedimentos para determinar a variação dimensional dos corpos de prova obedeceram aos critérios da NBR 15261/2005, ou seja, as primeiras leituras coletadas após decorridas 24 horas da moldagem serão comparadas com as leituras posteriormente efetuadas em diferentes idades conforme visto na Tabela 6, para isto, utilizou-se o paquímetro.

4.2.5. Ensaio de absorção de água por imersão

Quanto à avaliação da absorção de água por imersão dos corpos de prova moldados com argamassa padrão, as leituras iniciais foram efetuadas na hora da desforma, ou seja, após decorridas 24 horas da moldagem e as demais leituras foram efetuadas em 3 diferentes idades de cura, sendo que, os corpos de prova restantes permanecem imersos em água saturada de cal até o dia da próxima leitura como especifica a NBR 9778/1987, conforme apresenta a Tabela 7.

Tabela 7 – Ensaio com argamassa sem adição (absorção de água por imersão).

Traço	Ensaio	Idade (dias)
1:3 A/C = 0,48	1	7
	2	18
	3	29

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DA AREIA

A Tabela 8 apresenta os dados referentes à caracterização granulométrica da areia de acordo com a NBR 7217/1987.

Tabela 8 – Dados obtidos por meio do ensaio de peneiramento da areia.

Peneiras (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada	% Passante
4,8	0,00	0,00	0,00	100,00
2,4	5,36	0,54	0,54	99,46
1,2	19,03	1,90	2,44	97,56
0,6	172,84	17,30	19,74	80,26
0,3	491,54	49,21	68,95	31,05
0,15	216,67	21,69	90,64	9,36
0,075	88,36	8,85	99,48	0,52
Fundo	5,16	0,52	100,00	0,00
Σ	998,96	100,00	–	–

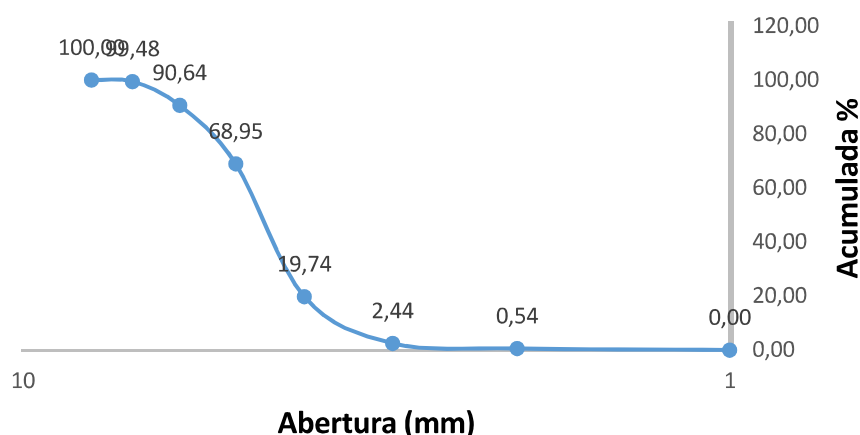
Determinou-se a dimensão máxima característica de 2,4 mm, como também, obteve-se o módulo de finura de 2,82 mm, sendo assim, a areia foi classificada como areia média.

Segundo Santos e Martins (2010), o módulo de finura pode influenciar na quantidade de água e cimento a serem adicionados à mistura, ou seja, quanto menor o módulo de finura, será maior a quantidade de água necessária para o amassamento.

Quanto ao diâmetro máximo, quanto maior a partícula do agregado, menor será a área superficial por unidade de massa a ser molhada, ou seja, maior granulometria diminui a demanda de água para a mistura, de modo que, para uma trabalhabilidade e um teor de cimento especificado, a relação água/cimento pode ser reduzida com um consequente aumento da resistência (SANTOS; MARTINS, 2010).

A Figura 3 apresenta a curva de distribuição granulométrica da areia utilizada no trabalho.

Figura 3 – Curva de distribuição granulométrica da areia.



5.2. ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DO POLIPROPILENO

A Tabela 9 apresenta os dados obtidos no ensaio de composição granulométrica do polipropileno triturado em conformidade com a NBR 7217/1987.

Tabela 9 – Dados obtidos por meio do ensaio de peneiramento do polipropileno.

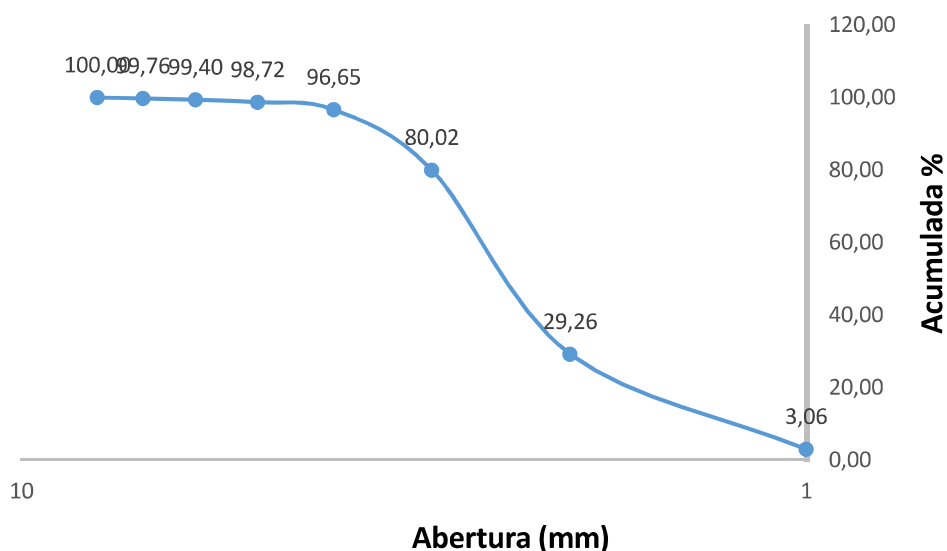
Peneiras (mm)	Massa Retida (g)	% Retida	% Acumulada	% Passante
4,8	30,59	3,06	3,06	96,94
2,4	261,86	26,20	29,26	70,74
1,2	507,41	50,76	80,02	19,98
0,6	166,22	16,63	96,65	3,35
0,3	20,65	2,07	98,72	1,28
0,15	6,8	0,68	99,40	0,60
0,075	3,64	0,36	99,76	0,24
Fundo	2,39	0,24	100,00	0,00
Σ	999,56	100,00	–	–

De acordo com os dados apresentados na Tabela 9, obteve-se um diâmetro máximo de 4,8 mm e um módulo de finura de 5,07 mm, sendo assim o polipropileno foi classificado como uma areia muito grossa.

De acordo com Santos e Martins (2010), tanto o módulo de finura quanto a dimensão máxima do agregado, podem influenciar nas características da mistura, ou seja, a quantidade de água e cimento a serem adicionados à mistura pode variar, comprometendo assim, a trabalhabilidade da massa.

A Figura 4 apresenta a curva de distribuição granulométrica do polipropileno triturado.

Figura 4 – Curva de distribuição granulométrica do polipropileno.



5.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES

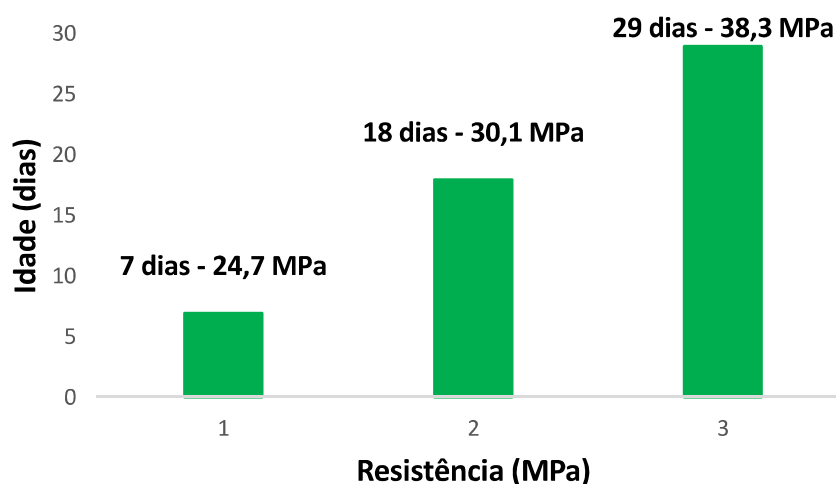
A Tabela 10 apresenta os dados obtidos no ensaio de resistência à compressão simples das argamassas sem conter adição em sua composição em conformidade com a NBR 7215/1996.

Tabela 10 – Valores de resistência das argamassas sem adição.

Traço	Ensaio	Idade (dias)	Resistência (MPa)
1:3	1	7	24,7 ± 1,47
	2	18	30,1 ± 1,73
A/C = 0,48	3	29	38,3 ± 1,09

Observando os dados contidos na Tabela 10, percebe-se claramente que os corpos de prova constituídos apenas de argamassa padrão apresentaram ótimas resistências em todas as idades de ruptura, como também, estes valores aumentam gradativamente com relação às idades de ruptura nos ensaios 1, 2 e 3 conforme apresenta a Figura 5, obedecendo assim, aos critérios estabelecidos pela Tabela 2, formulada pela Associação Brasileira de Cimento Portland, que apresenta a evolução das resistências em função das idades, em conformidade com a NBR 7215/1996.

Figura 5 – Gráfico de resistência à compressão de argamassa sem adição.



A Tabela 11 apresenta os dados de resistência à compressão simples das argamassas formuladas com adição de polipropileno.

Tabela 11 – Ensaio de resistência à compressão simples de argamassas com adição de polipropileno.

Traço	Ensaio	Idade	Adição (%)	Peneira (#)	Resistência (MPa)
1:3 a/c = 0,48	1	7	10	0,6	11,4 ± 2,8
	2	29	10	0,6	15,1 ± 0,8
	3	7	30	0,6	5,13 ± 0,96
	4	29	30	0,6	6,91 ± 1,41
	5	7	10	2,4	18,9 ± 1,12
	6	29	10	2,4	21,8 ± 0,6
	7	7	30	2,4	5,52 ± 1,13
	8	29	30	2,4	7,22 ± 1,02
	9	18	20	1,2	15,9 ± 1,5
	10	18	20	1,2	15,6 ± 0,72
	11	18	20	1,2	15,3 ± 0,63

Como observado na Tabela 11, os valores de resistência referentes às argamassas contendo adição de polipropileno em sua composição estão abaixo do especificado em norma, e semelhantes aos corpos de prova padrão, os valores de resistência elevam-se conforme aumenta a idade de cura, porém, em nenhum dos

ensaios com 10, 20 ou 30% de adição alcançou-se a resistência característica à compressão conforme estabelece a Tabela 2 (NBR 7215, 1996).

Outro fator relevante é que os três diferentes tamanhos de partículas, variando entre 0,6, 1,2 e 2,4 mm, não contribuíram de forma significativa nos resultados obtidos, porém, nota-se que, a mistura formulada com as partículas de maior diâmetro (2,4 mm), apresentou uma pequena diferença positiva em relação às outras, talvez pela semelhança nas dimensões do agregado miúdo e da adição utilizada. Uma vez que, quanto maior a partícula do agregado, menor será a superfície por unidade de massa a ser molhada, assim um agregado com granulometria maior diminui a demanda de água para a trabalhabilidade específica da mistura, de modo que, pode ocorrer um consequente aumento da resistência (SANTOS; MARTINS, 2010).

Enquanto que, ao comparar-se os valores das resistências apresentadas na Tabela 11 com a Tabela 2, a qual representa a evolução das resistências em função das idades, percebe-se que os valores de resistência obtidos por meio dos ensaios de compressão simples estão abaixo do especificado pela ABNT (NBR 7215, 1996).

5.4. ENSAIO DE VARIAÇÃO DIMENSIONAL

Seguindo as especificações da NBR 15261/2005 e com a utilização da equação (4), determinou-se a variação dimensional dos corpos de prova padrão, cujos valores referentes ao diâmetro são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Resultados dos ensaios de variação dimensional (diâmetro).

Traço	Ensaio	Idade (dias)	Retração (mm/m)	Expansão (mm/m)
1:3	1	7	0,00	0,00
A/C =	2	18	0,00	0,00
0,48	3	29	0,00	0,00

A Tabela 13 apresenta os valores de expansão e retração referentes ao comprimento dos corpos de prova padrão.

Tabela 13 – Resultados dos ensaios de variação dimensional (comprimento).

Traço	Ensaio	Idade (dias)	Retração (mm/m)	Expansão (mm/m)
1:3	1	7	0,00	0,00
A/C =	2	18	0,00	0,00
0,48	3	29	0,00	0,00

Como observado nas Tabelas 12 e 13, os corpos de prova moldados com argamassa padrão não apresentaram retração nem expansão com relação ao seu diâmetro e comprimento, concluindo-se que na mistura não contém nenhuma substância agressiva que possa alterar as características da massa, cujo resultado pode ser influenciado pelo fator água/cimento, composição da argamassa, condições ambientais e características da base (BASTOS et al., 2001).

5.5. ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO

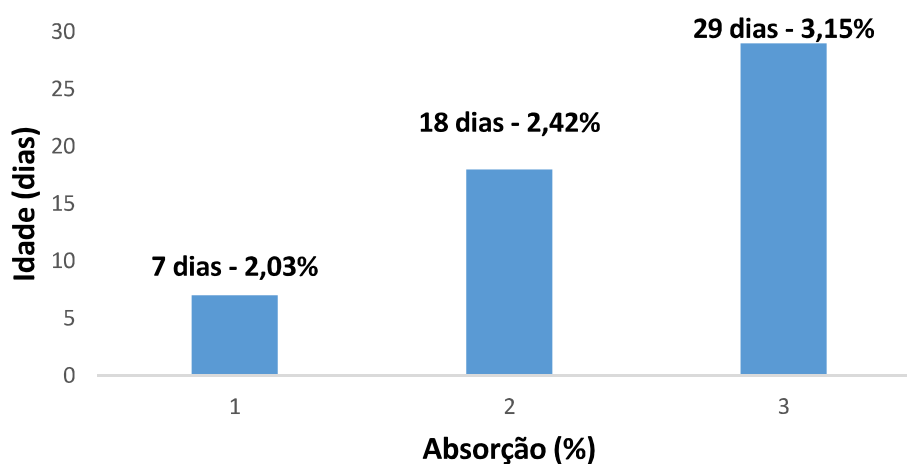
De acordo com a NBR 9778/1987, determinou-se a porcentagem média de absorção de água por imersão nas argamassas sem conter adição em sua composição, cujos valores são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados dos ensaios de absorção de água por imersão.

Traço	Ensaio	Idade (dias)	Absorção (%)
1:3 A/C = 0,48	1	7	2,03 ± 0,29
	2	18	2,42 ± 0,29
	3	29	3,15 ± 0,3

Com base nos valores apresentados na Tabela 14, percebe-se que os corpos de prova moldados com argamassa padrão absorveram pequena quantidade de água, cujos valores aumentam gradativamente em relação às idades de leitura efetuadas nos ensaios 1, 2 e 3 respectivamente, conforme apresenta a Figura 6.

Figura 6 – Gráfico de absorção de água por imersão.



De acordo com Honório e Carasek (2010), a absorção de água no estado fresco pode alterar as propriedades da argamassa no estado endurecido, ou seja, quanto maior a absorção inicial, maior a resistência superficial da argamassa.

6 CONCLUSÕES

Por meio dos ensaios de análise granulométrica dos agregados, a areia apresentou um diâmetro máximo de 2,4 mm e um módulo de finura de 2,82 mm, a qual foi classificada como uma areia média, já o polipropileno triturado apresentou um diâmetro máximo de 4,8 mm e um módulo de finura de 5,07 mm, sendo classificado como uma areia muito grossa.

Através dos ensaios de compressão simples, obteve-se como resultados no rompimento dos corpos de prova padrão, resistência à compressão de $24,7 \pm 1,47$ MPa aos 7 dias de cura, de $30,1 \pm 1,73$ MPa aos 18 dias de cura e de $38,3 \pm 1,09$ MPa aos 29 de cura.

Os corpos de prova com adição de 10% apresentaram resistência à compressão variando entre $11,4 \pm 2,8$ e $21,8 \pm 0,6$ MPa, já os corpos de prova com 20% de adição apresentaram resistência à compressão variando entre $15,3 \pm 0,63$ e $15,9 \pm 1,5$ MPa, e os com adição de 30% apresentaram resistência à compressão variando entre $5,13 \pm 0,96$ e $7,22 \pm 1,02$ MPa.

Nos ensaios de absorção de água por imersão os corpos de prova padrão absorveram $2,03 \pm 0,29\%$ de água aos 7 dias de cura, $2,42 \pm 0,29\%$ aos 18 dias de cura e $3,15 \pm 0,3\%$ aos 29 dias de cura, enquanto que, nos ensaios de variação dimensional, nenhum deles apresentou retração ou expansão quanto ao seu diâmetro e comprimento.

A partir dos resultados obtidos verificou-se que a adição de polipropileno nas proporções de 10, 20 e 30% não foi vantajosa, visto que, houve redução da resistência à compressão com relação às argamassas padrão, assim, conclui-se que o emprego de adições em argamassas pode interferir positiva ou negativamente nas características físicas e mecânicas da mistura.

Concluindo-se que, neste trabalho as proporções de polipropileno adicionadas foram muito altas, resultando na diminuição da resistência à compressão dos corpos de prova, isto devido à pouca aderência entre as partículas do agregado miúdo e da adição de polipropileno triturado.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 7217: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 11578: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.

_____. NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 1996.

_____. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2001.

_____. NBR 10520: Informação e documentação – Citações em documentos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 6023: Informação e documentação- Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 14724: Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 6024: Informação e documentação: Numeração progressiva das seções de um documento escrito - Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 6022: Informação e documentação – Artigo em publicação periódica científica impressa – Apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

_____. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2003

_____. NBR 6034: Informação e documentação – Índice - Apresentação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 15261: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear), 2005.

_____. NBR 6027: Informação e documentação – Sumário - Apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia de utilização do cimento Portland. 7ª edição (BT – 106). São Paulo, 2002.

- BASTOS, Pedro Kopschitz; DETRICHE, Charles Henri; BALAYSSAC, Jean Paul; CINCOTTO, Maria Alba. Método de ensaio para medida da retração de argamassas. IV Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Brasília, 2001.
- CARASEK, Helena. Materiais de Construção Civil e princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo, IBRACON, 2007.
- CINCOTTO, M. A. Argamassas de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo, 1995.
- FIORITO, A. J. S. I. Manual de Argamassas e Revestimentos: Estudos e procedimentos de execução. 2ª Edição. São Paulo: Editora PINI, 2009.
- HONÓRIO, Túlio; CARASEK, Helena. Influência da absorção de água do substrato na resistência superficial de revestimentos de argamassa. Artigo. Goiás, 2010.
- KOPPSCHITZ, P.; FRANCINETE, Jr., P.; CINCOTTO, M. A.; JOHN, V. M. Estudo da retração e do desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas para revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. Salvador, 1997.
- MACIEL, Luciana Leone; BARROS, Mércia M. S. B.; SABBATINI, Fernando Henrique. Recomendações para execução de revestimentos de argamassa. São Paulo, 1998.
- METHA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Estrutura, propriedades e materiais. São Paulo: PINI, 1994.
- OLIVEIRA, Maria Luiza Lopes. Influência da adição de fibras de polipropileno em argamassas. Dissertação. Florianópolis, 2001.
- PAIXÃO, Cesar Alexandre Bratti. Utilização de refugos de revestimentos cerâmicos em substituição à areia em argamassas cimentícias. Dissertação. Porto Alegre, 2011.
- RIBEIRO, Carmen Couto; PINTO, Joana Darc da Silva.; STARLING, Tadeu. Materiais de Construção Civil. 3ª Edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011.
- ROMAN, H. R. Argamassas de assentamento para alvenarias. In: III Simpósio de desempenho de materiais e componentes de construção civil. Anais Florianópolis: CTC-UFSC/DEC/NPC, 1991.
- ROMAN, H. R.; MUTTI, C. N.; ARAÚJO, H. N. de. Construindo em alvenaria estrutural. Florianópolis: UFSC, 1999.
- SABBATINI, Fernando Henrique. Argamassas de assentamento para paredes de alvenaria resistentes. Boletim IPT. São Paulo, 1986.
- SANTOS, Flávio André Raimundo Alves; MARTINS, Matheus Rodrigues. Determinação da composição granulométrica do agregado miúdo. Relatório Técnico. Palmas, 2010.