

ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE ADITIVO À BASE DE NANOPARTÍCULA DE VIDRO DE SILÍCIO E SÓDIO EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

Raquel Nazário da Rosa Prado (1), Elaine Guglielmi Pavei Antunes (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) *keL_rnr@hotmail.com*, (2) *elainegpa@unesc.net*

RESUMO

As argamassas de revestimento têm a finalidade de proteger a edificação contra a ação de intempéries e do meio externo, além de proporcionar regularização e acabamento às superfícies. Os avanços da construção civil exigem um desempenho superior das argamassas de revestimento, portanto, no decorrer dos últimos anos, novos materiais são pesquisados com o intuito de melhorar as propriedades da argamassa de revestimento, tanto no estado fresco como no estado endurecido. Entre estes, os aditivos e as nanopartículas se destacam por agregarem características positivas à argamassa. Este trabalho tem como objetivo analisar as propriedades físico-mecânicas da argamassa de revestimento produzida a partir da incorporação de aditivo à base de nanopartícula de vidro de silício e sódio (AVN2S). Para tal, determinou-se seis traços de argamassa, sendo um deles o traço de referência (Tref), um traço sem aditivo (TCP) e os demais traços com adição de diferentes percentuais em massa, do aditivo à base de nanopartículas de vidro de silício e sódio (TANV2S). Foram analisadas propriedades no estado fresco e no estado endurecido. Os resultados demonstraram que o aumento do teor de ANV2S na argamassa proporcionou a redução na relação água/cimento, o aumento do teor de ar incorporado e conseqüentemente a redução da massa específica, apresentou, também, melhora na retenção de água o que garantiu um aumento da trabalhabilidade. O aumento do teor de ar incorporado, nos traços Tref e TANV2S, provocou o aumento da ascensão de água por capilaridade e influenciou a perda de resistência à tração na flexão e à compressão, comparadas ao TCP, que por não conter aditivos teve um menor teor de ar incorporado o que influenciou na melhora da resistência mecânica.

Palavras-chave: Argamassa de revestimento. Aditivos. Desempenho.

1 INTRODUÇÃO

A criação e utilização das primeiras argamassas deram-se há mais de 10.000 anos a partir da aplicação de argila molhada para unir os diversos tipos de materiais, diminuir as fendas e aumentar a estabilidade dos abrigos que serviam de proteção ao Homem Primitivo contra as intempéries, os animais e até mesmo contra os seus semelhantes (ALMEIDA, 2009, p.03). Segundo Trevisol et al. (2015), a argamassa

não apresenta uma evolução cronológica muito definida na história da construção civil. Porém, a descoberta do fogo fez com que as argamassas de argilas fossem substituídas pelas argamassas de cal, uma vez que se percebeu que o calor melhorava as características aglutinantes dos calcários e gessos (LEAL, 2012, p.06). Ao longo da história a necessidade de obter construções mais estáveis, resistentes, duráveis e com superfícies mais regulares, fez com que os homens buscassem, através de meios orgânicos e inorgânicos, formas de melhorar as propriedades da argamassa. Portanto, desde o Império Romano as argamassas vêm sendo aperfeiçoadas a partir da mistura de agregados, aditivos para assim alcançar as características desejadas. (ALMEIDA, 2009, p.03).

A ABNT NBR 13281:2005 - Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Requisitos, define que “a argamassa é uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) 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)”.

Para Baía e Sabatini (2004), as transformações econômicas, políticas, sociais e culturais levaram o homem a ousar cada vez mais em suas construções, tornando as estruturas mais solicitadas, aumentando significativamente as deformações, e assim, requerendo um melhor desempenho das argamassas de revestimento. Deste modo, é necessário elaborar e produzir argamassas que atendam às exigências das propriedades necessárias a fim de assegurar um bom desempenho, qualidade, durabilidade, economia e racionalização da produção.

As argamassas de revestimento estão diretamente ligadas à garantia de qualidade da obra, pois conferem estabilidade e durabilidade adicionais às estruturas, isolamento termo-acústico, estanqueidade à água e segurança ao fogo, além de apresentar textura uniforme otimizando o aspecto estético (LOPES, 2013, p. 07).

A ABNT NBR 13529:2013 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas, define que o sistema de revestimento é o conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.

Segundo Cardoso et al. (2005), a adequação das características reológicas favorece as propriedades finais da argamassa. Logo, se alterar os materiais constituintes das

argamassas, as suas propriedades, e conseqüentemente, o seu desempenho, irá variar.

Diante do exposto, no decorrer dos últimos anos, inúmeros materiais vêm sendo pesquisados com o intuito de melhorar as propriedades da argamassa de revestimento, tanto no estado fluido como no estado endurecido. (TEMP, 2014, p. 23).

Deste modo, os aditivos vêm se destacando, por agregarem características positivas à argamassa, atualmente sendo até considerado o quarto componente da argamassa, além do cimento, do agregado e da água. (CARDOSO et al. 2005, p. 124).

De acordo com Martins (2005), os aditivos têm como finalidade melhorar as características de trabalhabilidade, diminuir a segregação, obter regularidade nas misturas, ampliar o campo de utilização e diminuir o custo. A ABNT NBR 11768:2011 – Aditivos para concreto de cimento Portland, define aditivo como “produtos que adicionados em pequena quantidade a concretos de cimento Portland modificam algumas de suas propriedades, no sentido de melhor adequá-las a determinadas condições.”

Para Sanchez e Sobolev (2010), a nanotecnologia também tem contribuído para a melhoria dos materiais cimentícios, pois o emprego de nanopartículas nas argamassas modifica suas propriedades mecânicas.

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as propriedades da argamassa de revestimento produzida a partir da incorporação de aditivo à base de nanopartícula de vidro de silício e sódio, ao qual será chamado de ANV2S. Sendo assim, serão avaliadas algumas propriedades das argamassas de revestimento produzidas, tais como: índice de consistência, teor de ar incorporado, retenção de água, resistência à tração na flexão e à compressão e absorção de água por capilaridade.

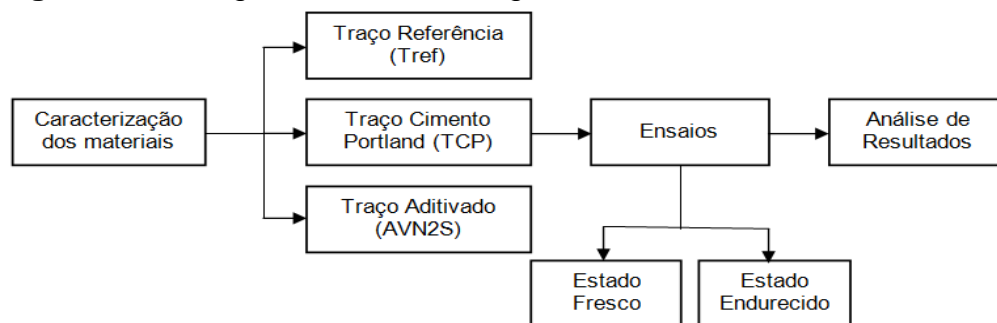
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MÉTODOS

Este trabalho pode ser classificado como pesquisa experimental comparativa, conforme Prodanov e Freitas (2013, p. 38), onde foram utilizados ensaios laboratoriais para analisar e comparar as propriedades da argamassa ANV2S com argamassas tradicionais, com e sem adição de cal, dosadas em obras.

A seqüência operacional do desenvolvimento da metodologia realizada pode ser visualizada no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma da metodologia utilizada



Fonte: Da Autora, 2017

O procedimento deste trabalho iniciou-se por meio da caracterização física do agregado miúdo. Para isso, foi realizada a granulometria da areia, a partir da ABNT NBR NM 248:2003.

Após a caracterização dos materiais determinara-se 06 (seis) traços de argamassa, sendo um deles o traço de referência (cimento, agregado, cal e água), um traço sem nenhum aditivo (cimento, agregado e água), considerados traços usuais, e os demais traços com adição do aditivo à base de nanopartículas de vidro de silício e sódio (cimento, agregado, ANV2S e água).

Visto que a escolha do traço é imprescindível para garantir a qualidade e a segurança da construção, a Tabela 1 apresenta traços usuais de argamassa de revestimento, segundo algumas bibliografias.

Tabela 1 - Traços básicos em massa encontrados na bibliografia

Designação	Cimento (kg)	Areia (kg)	Cal (kg)
SANTOS (2011)	1	4,5	0,5
ISAIA (2007)	1	6	1
SANTOS (2011) ASTM C 270:2003	1	4,5	1

Fonte: Adaptado de ISAIA (2007), SANTOS (2011) E ASTM C270:2003

Portanto, a fim de determinar o traço da argamassa referência adotou-se o traço 1:4,5:1 recomendado pela Norma ASTM C270-04, 2003, Specification for Mortar Unit Mansory.

Para produzir os 04 (quatro) traços com diferentes porcentagens de adição do aditivo ANV2S, utilizou-se a recomendação do fabricante para um dos traços (400ml/50kg de cimento) e a partir dele estimou-se os outros 03 (três) traços, 02 (dois) para mais e 01 (um) para menos. As quantidades dos materiais constituintes e a nomenclatura adotada para as formulações estão demonstradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Traços utilizados para a fabricação das argamassas

Nomenclatura	TRAÇOS			
	Cimento (kg)	Areia (kg)	Cal Hidratada (kg)	ANV2S (kg)
Tref.	1	4,5	1	-
TCP	1	4,5	-	-
TANV2S – 1	1	4,5	-	0,002
TANV2S – 2	1	4,5	-	0,012
TANV2S – 3	1	4,5	-	0,030
TANV2S – 4	1	4,5	-	0,050

Fonte: Da Autora, 2017

Os ensaios utilizados para as análises das propriedades dos traços de argamassa, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, foram realizados com base nas ABNT NBR's apresentadas na Tabela 3:

Tabela 3 - Normas para análise das propriedades da argamassa

	Ensaio	NBR
Estado Fresco	Índice de Consistência	13276:2005
	Teor de Ar incorporado	13278:2005
	Retenção de Água	13277:2005
Estado Endurecido	Resistência a Compressão	13279:2005
	Resistência à Tração na Flexão	13279:2005
	Coefficiente de Capilaridade	15259:2005

Fonte: Da Autora, 2017

As variáveis foram analisadas através de amostra aleatória simples e através da análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey.

2.2 MATERIAIS

2.2.1 Água de Amassamento

De acordo com Nascimento (2005), a água é um ingrediente essencial na argamassa, uma vez que ela possui duas funções primordiais: possibilita que a mistura seja trabalhável e combina-se quimicamente com os aglomerantes proporcionando o endurecimento e a resistência da argamassa. Maiores detalhes podem ser encontrados na ABNT NBR 15900-1.

2.2.2 Cimento

O Para a produção da argamassa optou-se por utilizar cimento do tipo CP IV – 32, que segundo especificação do fabricante, o Cimento Portland Pozolânico fornece uma resistência de 32 MPa aos 28 dias seguindo a norma de ensaio de cimento ABNT NBR 7215:1996 - Determinação da Resistência a Compressão. Este cimento possui composição química aproximada, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização química e física aproximada do Cimento CPIV-32

Caracterização Química (%)									
Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P. Fogo	CaO L.	R. Ins.	Eq.Alc
10,10	29,63	3,76	44,77	2,84	2,31	3,51	0,79	25,99	1,00
Caracterização Física									
Massa Específica		Resíduo da Peneira 75 µm		Tempo de Pega		Resistência à Compressão Axial (MPa)			
mg/m ³		(%)		Início	Fim	7 dias	28 dias		
2,77		0,4		240	320	26	37,3		

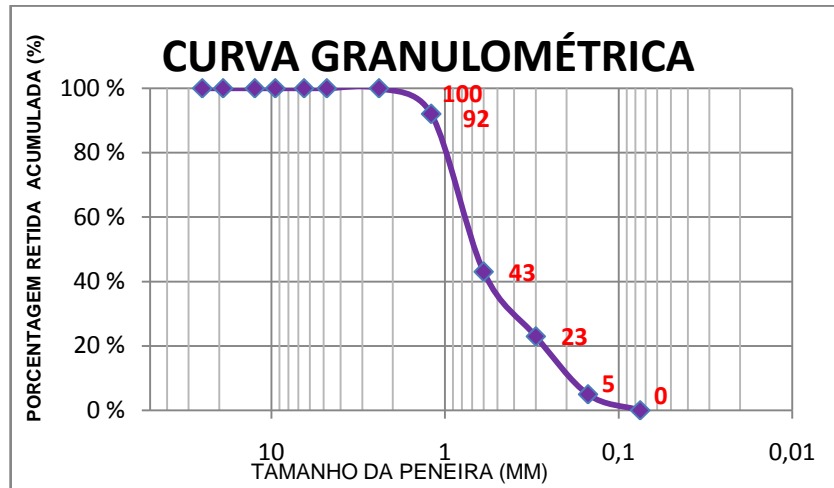
Fonte: Do Fabricante, 2017

2.2.3 Agregado

O agregado miúdo utilizado na confecção da argamassa foi proveniente de rio. O mesmo foi caracterizado segundo a norma ABNT NBR NM 248:2003 - Agregados – Determinação de Composição Granulométrica, que seguiu a sequência de peneiras da série normal. O resultado apresentou módulo de finura igual a 2,37 e dimensão máxima igual a 2,4 mm, sendo classificada como areia média.

A Figura 2 apresenta a curva granulométrica da areia utilizada nos ensaios.

Figura 2 - Curva granulométrica da areia



Fonte: LMCC 09/2017

2.2.4 Cal

Optou-se pela utilização da cal hidratada dolomítica, pois segundo Margalha (2011), a argamassa constituída de cal dolomítica apresenta maior retenção, o que proporciona à argamassa entre outras propriedades maior aderência. As suas características estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Características da cal hidratada dolomítica

Aspecto Físico	Cor	Ph	Densidade	Resíduo da Peneira 75 µm	Composição Básica	Solubilidade
Sólido	Branco	2,4 a 25°C (sol. Aquosa)	2,34 g/cm ³	0,15	Ca(OH) ₂ Mg(OH) ₂ CaCO ₃ CaO	0,185g/l a 0°C 0,071g/l a 100°C

Fonte: Do Fabricante

2.2.5 Aditivo

Além dos materiais convencionalmente utilizados em argamassas, cimento, areia e água de amassamento, foram utilizado um aditivo líquido à base de nanopartícula de vidro de silício e sódio (ANV2S), o qual suas características estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Características do aditivo ANV2S

Aspecto Físico	Cor	Ph	Densidade	Composição Básica	Solubilidade
Líquido viscoso	Branco	13 a 25°C	1,55 g/cm ³	Sílica Titânio Nanoparticulado Silicato de Sódio Ácido Aquil Sulfônico	Solúvel em água

Fonte: Do Fabricante

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA

Neste ensaio, buscou-se obter trabalhabilidade aproximada entre todos os traços de argamassa utilizados, posto isto, foi determinado a relação água/cimento, através do índice de consistência de 260mm (± 5 mm) sugerido pela norma ABNT NBR 13276:2005.

Os resultados apresentados na Tabela 7 demonstraram que o Tref. apesar de utilizar maior massa de material seco, comparado com o traço TCP, necessitou de menor massa de água. Essa diminuição pode ter ocorrido devido ao acréscimo de teor de finos, tendo em vista a inserção da cal na argamassa. As partículas finas preenchem os vazios existentes entre as partículas maiores, deslocando a água, que passa a atuar como “lubrificante” da movimentação das partículas. Essa hipótese vai de encontro à teoria de Rago e Cincotto (1999), que afirma que a cal propicia maior plasticidade à argamassa no estado fresco, e assim permite melhor trabalhabilidade com menor consumo de água.

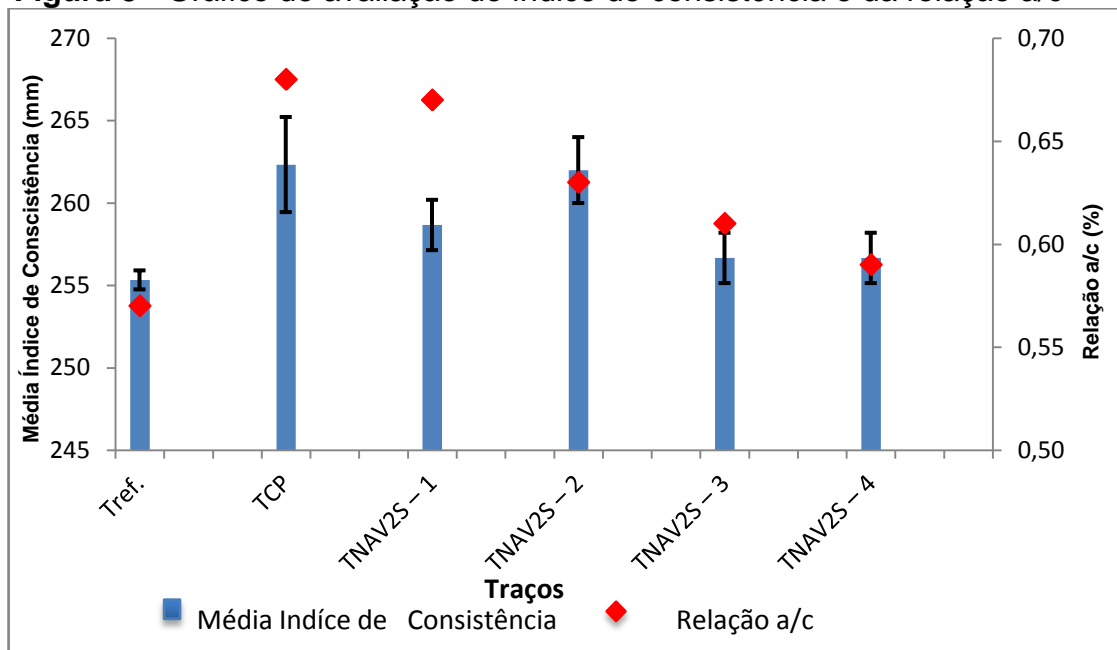
Tabela 7 - Relação água/cimento da amostra e seus respectivos abatimentos

Traços	ÍNDICE DE CONSISTENCIA					Média Consistência (mm)	Desvio Padrão (mm)
	Cimento (g)	Areia (g)	Cal Hidratada (g)	ANV2S (g)	a/c (g)		
Tref.	1000	4500	1000	-	0,57	255,33	0,58
TCP	1000	4500	-	-	0,68	262,33	2,89
TANV2S – 1	1000	4500	-	2	0,67	258,67	1,53
TANV2S – 2	1000	4500	-	12,4	0,63	262,00	2,00
TANV2S – 3	1000	4500	-	30,0	0,61	256,67	1,53
TANV2S – 4	1000	4500	-	50,0	0,59	256,67	1,53

Fonte: Da Autora, 2017

Para os traços contendo aditivo de nanopartícula de vidro de silício e sódio (ANV2S) e o traço de cimento Portland foram utilizados materiais secos de mesma massa, no entanto, os traços de ANV2S necessitaram de menor massa de água à medida que se aumentou a quantidade de aditivo na argamassa. Essa redução se deve ao aditivo apresentar propriedades plastificantes.

Figura 3 - Gráfico de avaliação do índice de consistência e da relação a/c



Fonte: Da Autora, 2017

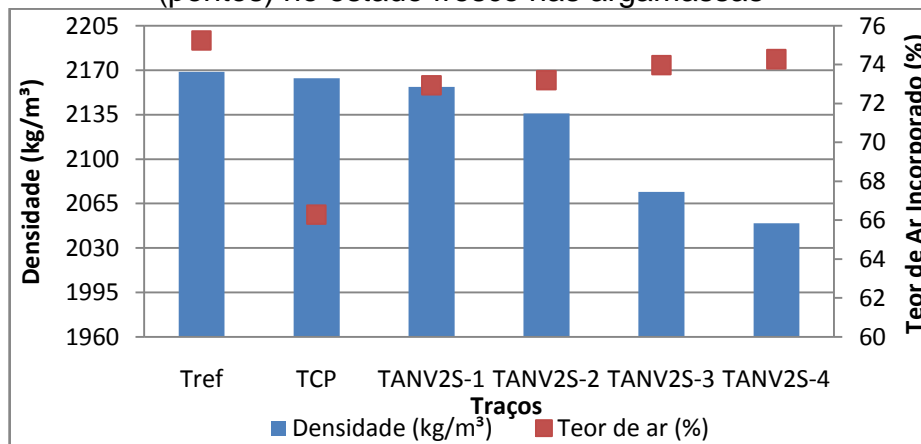
Segundo Mehta e Monteiro (2008), a função de um aditivo plastificante é reduzir o consumo de água necessário na mistura para produzir uma argamassa com uma determinada consistência. Sendo assim, como pode ser observado na Figura 03 os traços que contém o aditivo ANV2S apresentaram plasticidade superior ao traço que não contem cal (TCP), no entanto, inferior ao traço que contem cal (Tref).

3.2 TEOR DE AR INCORPORADO

Com base nos resultados obtidos no ensaio de teor de ar incorporado, apresentados na Figura 04, notou-se que o traço de cimento Portland (TCP) apresentou elevada massa específica e uma diminuição significativa do teor de ar incorporado, isso pode ser justificado pelo fato do TCP não possuir nenhum aditivo.

Já, o traço referência (Tref) contém a adição de cal, o que proporcionou um aumento do teor de ar incorporado. Contudo, percebeu-se um aumento da massa específica, provavelmente devido ao traço apresentar uma maior quantidade de materiais secos.

Figura 4 - Massa específica (colunas) e teor de ar incorporado (pontos) no estado fresco nas argamassas



Fonte: Da Autora, 2017

Observou-se que o aumento do teor de aditivo ANV2S na argamassa proporcionou um aumento de ar incorporado e conseqüentemente diminuiu a massa específica da argamassa. Este resultado provocou uma redução no consumo de água e garantiu um aumento da trabalhabilidade. Já era esperado que a argamassa contendo ANV2S apresentasse menor densidade, haja visto que a densidade do mesmo é menor que a densidade da cal.

Segundo Romano et al. (2007), o teor de ar na argamassa altera a tensão superficial da pasta, ou seja, atua na minimização do atrito dos agregados, pois com o aumento do teor de ar, o espaço existente na argamassa se torna suficiente para que as partículas se desloquem sem se tocarem, evitando o surgimento das forças de atrito, facilitando o espalhamento sobre a base.

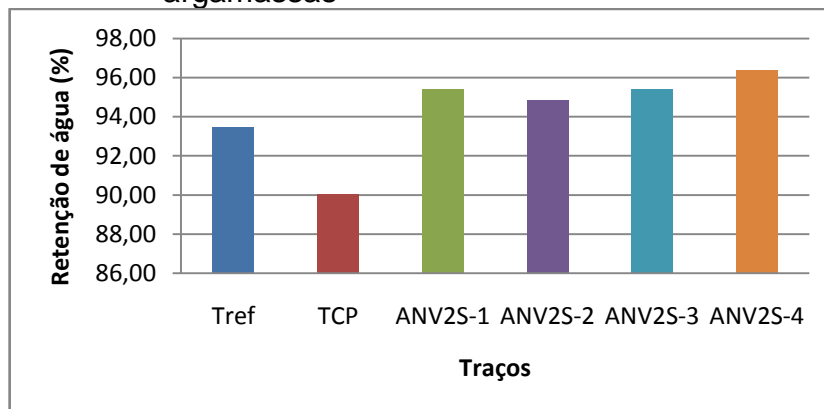
3.3 RETENÇÃO DE ÁGUA

A partir dos resultados de retenção de água, expostos na Figura 05, percebe-se que os traços Tref e TANV2S apresentaram maior retenção de água. A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativas,

promovendo a adequada hidratação do cimento (MACIEL et al., 1998, p.14). Todos dos traços com incorporação do aditivo ANV2S apresentaram alta retenção de água, portanto, a variação de percentual de aditivo adicionado na argamassa não influenciou esta característica física.

Verificou-se, também, que o traço de cimento Portland (TCP) apresentou baixa capacidade de retenção de água. A baixa retenção apresentada pode interferir no comportamento da argamassa tanto no estado fresco como no estado endurecido, pois a retenção de água está ligada à capacidade da argamassa de manter sua trabalhabilidade quando sujeita a perda de água de amassamento, seja por evaporação seja pela absorção de água da base (CARASEK, 2007, p.23).

Figura 5 - Gráfico da Avaliação da retenção de água nas argamassas



Fonte: Da Autora

Assim sendo, através dos limites estabelecidos para retenção de água, segundo a ABNT NBR 13281:2005 - Argamassa para assentamento de paredes e tetos, classifica a retenção como alta se for maior que 90%, e como normal, se estiver compreendida no intervalo de 80% a 90%.

Tabela 8 - Classificação de retenção de água

Classe	Retenção de Água (%)
U1	≤ 78
U2	72 a 85
U3	80 a 90
U4	86 a 94
U5	91 a 97
U6	95 a 100

Fonte: ABNT NBR 13281:2005

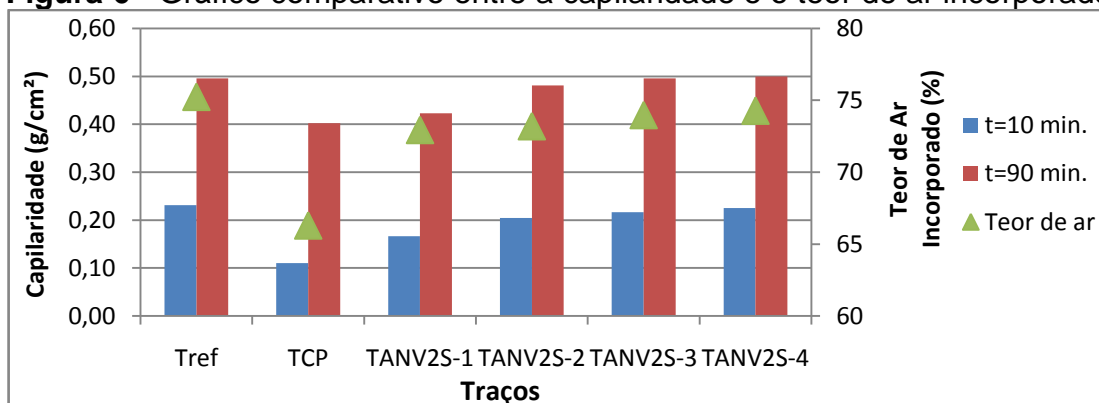
Logo, conforme apresentado na Tabela 8, verificou-se que os traços Tref e ANV2S podem ser classificados com U5, ou seja, argamassas com alta retenção de água, enquanto que o TCP pode ser classificado como U3, argamassa com normal retenção de água.

3.4 CAPILARIDADE

Em virtude do traço de Cimento Portland (TCP) ter apresentado uma argamassa com maior densidade e um menor volume total de poros capilares notou-se que a ascensão de água por capilaridade nos corpos de prova foi menor que nos demais traços. Já, os traços que continham aditivos apresentaram maior teor de ar incorporado e, em vista disso, a ascensão de água por capilaridade também foi elevada. Os traços ANV2S tiveram o índice de capilaridade aumentado conforme aumentou o teor de ar incorporado.

Na Figura 06 é possível observar os resultados de cada traço em forma de gráfico.

Figura 6 - Gráfico comparativo entre a capilaridade e o teor de ar incorporado



Fonte: Da Autora, 2017

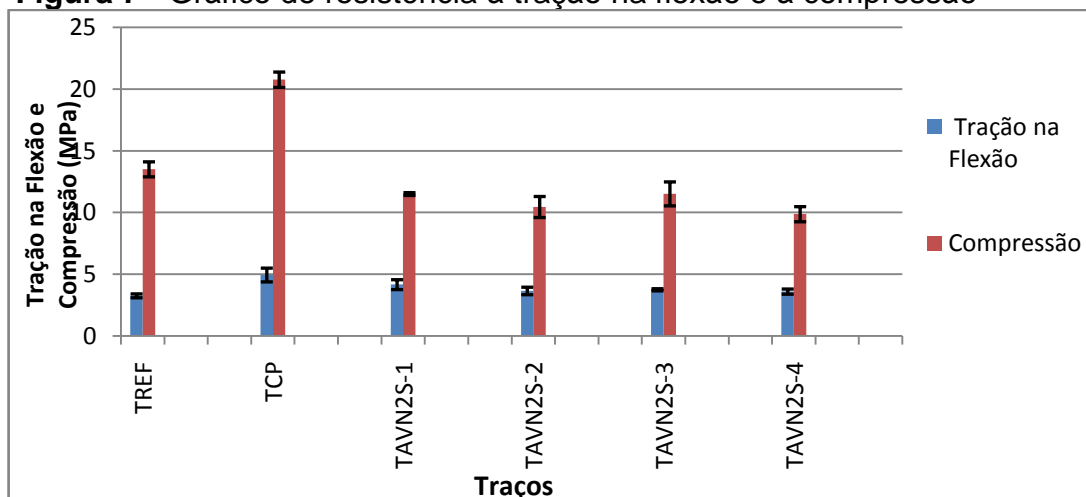
3.5 TRAÇÃO NA FLEXÃO E COMPRESSÃO

Através da análise estatística, análise de variância (ANOVA), juntamente com o teste de Tukey, obteve-se o valor de $p=0,0033$ para o ensaio de tração na flexão e $p=6,64 \cdot 10^{-9}$ para o ensaio de compressão, portanto $p < 5\%$, o que significa que pelo menos um dos traços apresenta diferença significativa entre si.

A partir dos resultados apresentados na Figura 07 e na Tabela 9, observou-se que os traços TCP e TANV2S-1 apresentaram significativa resistência à tração na flexão

comparada ao traço de argamassa referência (Tref). O teste de Tukey demonstrou também, que os demais traços que continham ANV2S não apresentaram diferença significativa comparado ao traço Tref no tocante a resistência à tração na flexão. Notou-se também, com o auxílio do teste de Tukey, que o traço TCP apresentou maior resistência significativa à compressão comparada ao traço de argamassa referência (Tref). Os traços contendo ANV2S apresentaram menor resistência significativa à compressão comparada ao traço de argamassa referência (Tref) e ao traço de cimento Portland (TCP).

Figura 7 - Gráfico de resistência à tração na flexão e à compressão



Fonte: Da Autora, 2017

Tabela 9 - Resistência à flexão na tração e à compressão

Traços	Tração na Flexão					
	TREF	TCP	TANV2S-1	TANV2S-2	TANV2S-3	TANV2S-4
Resistência (Mpa)	3,44	5,26	4,48	3,39	3,68	3,37
	3,13	4,31	4,32	3,99	3,74	3,74
	3,23	5,29	3,72	3,61	3,85	3,72
Média (Mpa)	3,27	4,95	4,17	3,66	3,76	3,61
Desvio Padrão	0,16	0,56	0,40	0,30	0,09	0,21
Traços	Compressão					
	TREF	TCP	TANV2S-1	TANV2S-2	TANV2S-3	TANV2S-4
Resistência (Mpa)	13,35	20,88	11,42	11,29	12,43	10,5
	14,18	20,09	11,64	9,59	10,50	9,28
	13,00	21,32	11,47	10,50	11,64	9,85
Média (Mpa)	13,51	20,76	11,51	10,46	11,52	9,88
Desvio Padrão	0,61	0,62	0,12	0,85	0,97	0,61

Fonte: Da Autora, 2017

A baixa resistência à tração na flexão e à compressão dos traços Tref e TANV2S pode ser justificado pelo alto teor de ar incorporado encontrado nas argamassas. O maior teor de ar incorporado nas misturas pode ser considerado como fator que influência na perda de resistência das propriedades mecânicas (MANSUR, 2006, p.07).

4 CONCLUSÕES

Foram analisadas e comparadas as propriedades reológicas e mecânicas de argamassas para revestimentos contendo aditivo de nanopartícula de vidro de silício e sódio (TANV2S), com argamassa tradicional contendo cal (Tref) e também com argamassa sem nenhuma adição (TCP).

Os resultados reológicos da argamassa contendo ANV2S mostraram que o aditivo possui propriedades plastificantes, visto que, apresentaram redução na relação água/cimento ao passo que se aumentou o teor de ANV2S na argamassa. O acréscimo de aditivo de nanopartícula de vidro de silício e sódio na argamassa proporcionou um aumento de ar incorporado e conseqüentemente diminuiu a massa específica da argamassa, isso conferiu melhora na retenção de água e garantiu um aumento da trabalhabilidade. O aumento do teor de ar incorporado também provocou o aumento da ascensão de água por capilaridade e influenciou a perda de resistência das propriedades mecânicas.

Embora a argamassa contendo ANV2S tenha demonstrado boa trabalhabilidade, seus resultados mostraram um desempenho reológico inferior aos da argamassa com adição de cal (Tref), contudo apresentaram uma melhora reológica referente à argamassa sem nenhuma adição (TCP).

Quanto à resistência mecânica, o traço de cimento Portland (TCP) se mostrou mais resistente aos demais traços uma vez que o baixo teor de ar incorporado reduziu os vazios no seu interior e aumentou a sua massa específica, o que conferiu um aumento da sua resistência.

No entanto, a baixa resistência mecânica encontrada tanto no traço referencia (Tref) como no traço ANV2S, pode ser considerado positivo, haja visto que, para Barros et al. (2005), argamassas de revestimento com elevada resistência mecânica estão sujeitas ao aumento de incidência de fissuras.

4.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Testar diferentes percentuais do ANV2S;
- Testar o aditivo em traços distintos;
- Fazer novos ensaios, como por exemplo o módulo de elasticidade, microscopia eletrônica de varredura, expansão e retração, etc.;
- Verificar a viabilidade técnico/econômica da aplicação das argamassas com incorporação de AVN2S em um canteiro de obras;

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. L. M. S. L. **Argamassas tradicionais e industriais de alvenaria em edifícios**. Porto, Portugal, 2009. 03 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia – Especialização em Materiais e Processos de Construção). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.

ANUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. **American Society for Testing and Material: C 270-04**. Standard Specification for Mortar for Unit Mansory. 2003. **Argamassa sobre superfícies de concreto**. Belo Horizonte, 2013. Monografia (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR - NM 248, Agregados - Determinação da composição granulométrica**. rio DE JANEIRO, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 13276, Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 13277, Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 13278, Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos. Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 13279, Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 15259, Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos.** Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 7215, Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768: Aditivos para concreto de cimento Portland.** Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas.** Rio de Janeiro, 2013.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

BARROS, M. M. S. B.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. **Avaliação do comportamento da argamassa no estado fresco através dos métodos de mesa de consistência, dropping ball e squeeze flow.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, VI., 2005, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ANTAC, 2005. p. 106-120.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Ed.) **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais.** Ipsis Gráfica e Editora, São Paulo, 2007. p. 23.

CARDOSO, F. A.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. **Caracterização reológica de argamassas pelo método de Squeeze-flow.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologias das Argamassas - SC - Brasil. 2005.

ISAIA, G. C. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais.** Editora IBRACON. 2 volumes. São Paulo. 2ª Edição. 2010.

LEAL, M. M. R. **Desenvolvimento de argamassas de revestimento com comportamento térmico melhorado.** Setúbal, Portugal, 2012. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Instituto Politécnico de Setúbal, IPS.

LOPES, B. B. **Avaliação da aderência em sistemas de revestimento de**

Argamassa sobre superfícies de concreto. Belo Horizonte, 2013. Monografia (Especialização em Construção Civil). Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

MACIEL, Luciana Leone. BARROS, Mércia M. S. Bottura. SABBATINI, Fernando Henrique. **Recomendações para Execução de Revestimentos de Argamassa para paredes de vedação internas e externa e tetos.** São Paulo, 1998.

MANSUR, A. A. P. **Avaliação do teor de ar incorporado em argamassas modificadas com poli (álcool vinílico).** 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais, Foz do Iguaçu, PR (2006).

MARGALHA, M. G. **Argamassas – Conservação e recuperação do patrimônio.** Universidade de Évora – Portugal, 2007. p. 11.

MARTINS, J. F. Matias. **Aditivos para concreto.** In: ISAIA, G.C. (Ed). CONCRETO - Ensinos, Pesquisa e Realizações. São Paulo - SP - Brasil: IBRACON, 2005. p. 382-406.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. - **Concreto, Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 3ª. Ed.– São Paulo: Ibracon, 2008, 674 p.

NASCIMENTO, O. L. **Estudo do comportamento de aderência de argamassas de chapisco para revestimentos sobre superfícies de concreto de cimento Portland CIII.** Belo Horizonte: Escola De Engenharia Da Ufm, 2005. 277p. (Dissertação, Mestrado Em Engenharia Metalúrgica E De Minas).

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico – Métodos e técnicas da pesquisa do trabalho acadêmico.** 2ª edição. Rio Grande do Sul: Universidade FEEVAL, 2013.

RAGO, F.; CINCOTTO, M. A. **Influência do tipo da cal hidratada na reologia de pastas.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. Boletim Técnico n. 233.

SANTOS, White José. **Argamassa de alto desempenho.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG, Julho de 2011.

SANCHEZ, F.; SOBOLEV, K. **Nanotechnology in concrete – A review.** *Construction and Building Materials.* V. 24, p. 2060-2071, 2010.

TEMP, A. L. **Avaliação de revestimento de argamassa à permeabilidade ao vapor d'água.** Santa Maria/RS, 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

TREVISOL JR, L. A.; PORTELLA, K. F.; BRAGANÇA, M. O. G. P. **Estudo comparativo entre as argamassas: estabilizada dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios físicos no estado fresco e endurecido.** In: XI Simpósio Brasileiro de Tecnologias das Argamassas, Porto Alegre, 28 a 30 de abril de 2015.