ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE MICROFIBRAS DE POLIPROPILENO E DA CURA NA DUREZA SUPERFICIAL DE CONCRETOS EMPREGADOS EM PISOS

J. M. GOLFETTO
Graduada em Engenharia Civil
URI – Campus de Erechim
Erechim/RS; Brasil
jana.golfetto@hotmail.com

F. PADILHA
Bolsista de Iniciação Científica
URI – Campus de Erechim
Erechim/RS; Brasil
francine.padilha1609@gmail.com

B. SCHIMELFENIG
Bolsista de Iniciação Científica
URI – Campus de Erechim
Erechim/RS; Brasil
beatrizschimelfenig@gmail.com

C. V. SILVA
Professora Doutora
URI – Campus de Erechim
Erechim/RS; Brasil
cristina@uricer.edu.br

RESUMO

Os pisos são frequentemente atingidos por manifestações patológicas que, na maioria das vezes, estão ligadas às falhas de dosagem e execução. Deste modo, não basta apenas utilizar mão de obra qualificada, é importante também conhecer os fatores que influenciam o comportamento do concreto ou alteram suas características, garantindo assim a produção de concretos de boa qualidade. Portanto, este estudo buscou avaliar a adição de microfibras de polipropileno nos teores de 0 g/m³ e 600 g/m³ e diferentes condições de cura (sem cura, cura úmida e cura úmida após três dias de exposição ao ambiente) nos concretos empregados em pisos. Esta avaliação se deu através dos ensaios de exsudação, resistência à compressão uniaxial e dureza superficial por esclerometria. Os resultados mostram que a presença das microfibras influenciou de maneira significativa a exsudação e a resistência à compressão, embora não tenha afetado diretamente a dureza da superfície, propriedade que também não foi influenciada pelo tipo de cura. Analisando-se de maneira conjunta os dados obtidos, pode-se dizer que o teor de microfibras de polipropileno avaliado pode ser empregado de maneira eficiente nos concretos empregados em pisos e que a cura é um fator muito importante para as propriedades de massa, apesar de não ter causado influência significativa na superfície do compósito.
Palavras-chave: Pisos de concreto. Manifestações patológicas. Dureza superficial. Microfibras de polipropileno. Cura.

ABSTRACT

The floors are often affected by pathological manifestations which, most of the time, are linked to dosing and execution failures. In this way, it is not enough to only use skilled labor, it is important also to know the factors that influence the behavior of the concrete or alter its characteristics, thus ensuring the production of good quality concrete. Therefore, this study sought to evaluate the addition of polypropylene microfibers in the contents of 0 g/m³ and 600 g/m³ and different curing conditions (without cure, wet curing and wet curing after three days of exposure) in concrete used in floors. This evaluation was carried out through the tests of bleeding, compressive strength and surface hardness by rebound hammer. The results showed that the addition of microfibers significantly influenced the bleeding and the compressive strength, although it did not directly affect the hardness of the surface, a property that was also not influenced by the type of cure. By analyzing the data obtained together, it can be said that the content of polypropylene microfibers evaluated can be efficiently employed in concrete used in floors and that curing is a very important factor for mass properties, although have not caused significant influence on the composite surface..
Keywords: Concrete floors. Pathological manifestations. Surface hardness. Polypropylene microfibers. Cure.

1. INTRODUÇÃO

O estudo tecnológico do concreto é de grande importância para que seja empregado com qualidade e segurança, uma vez que este material é utilizado em grande escala na construção civil.

Em relação aos pisos, as propriedades mais significativas do concreto são as resistências mecânicas e a dureza superficial. No entanto, estas propriedades são influenciadas por diversos fatores, como as variações do meio em que o concreto está inserido, a escolha e dosagem dos materiais, o elevado consumo de água, as condições impróprias de cura, além de outras falhas no processo de execução, que contribuem para o surgimento de manifestações patológicas (SILVA, 2015).

O mercado de pisos é um dos que mais cresce no segmento da construção civil, porém estas estruturas ainda sofrem com o grande número de manifestações patológicas que as atingem. Segundo dados da Associação Nacional de Pisos e Revestimentos de Alto Desempenho (ANAPRE, 2008 apud SENISSE, 2010), dos 35 milhões de m² de pisos e pavimentos de concreto produzidos no ano de 2008, cerca de 22,5 milhões de m² apresentaram algum tipo de manifestação patológica, o que representa 65% destas estruturas. No ano de 2011, ainda de acordo com a Instituição, a produção de pisos subiu para 42 milhões de m², porém não foi estimada a incidência de tais manifestações.

Entre as manifestações patológicas de ocorrência mais comum nos pisos encontram-se as fissuras por retração, que estão diretamente ligadas ao processo de cura, e o desgaste superficial, causado pela baixa resistência mecânica do concreto, principalmente da camada superficial, devido à exsudação excessiva (CHODOUNSKY, 2010).

Desta forma, é de extrema relevância que a qualidade da camada superficial dos pisos seja garantida, a fim de evitar estes problemas, já que esta camada estará constantemente submetida a impactos contínuos e outras solicitações provenientes do uso da estrutura. A propriedade que garante esta qualidade é a dureza superficial, proporcionando resistência à superfície e assegurando, assim, a durabilidade da estrutura.

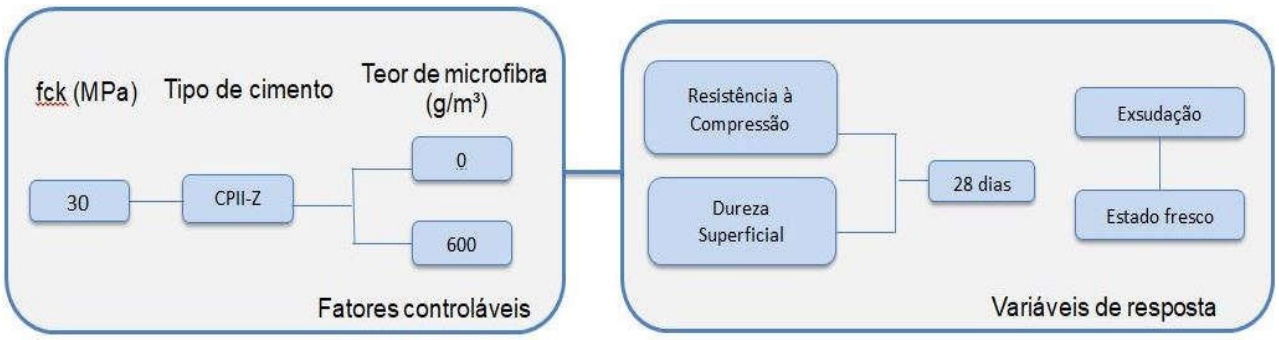
Com o objetivo de minimizar a ocorrência destes problemas, apresentam-se diferentes alternativas e soluções inovadoras. Contudo, a evolução do conhecimento no mercado produtivo não acompanha o surgimento destas novas soluções (CHODOUNSKY; VIECILI, 2007).

Portanto, o presente estudo pretende contribuir para o conhecimento do comportamento do concreto empregado em pisos, analisando a influência da cura e da adição de microfibras de polipropileno em suas propriedades.

2. METODOLOGIA

Através deste estudo avaliou-se a influência da adição de microfibras de polipropileno, em teores de 0 g/m³ e 600 g/m³ , e da cura, nas condições de cura úmida, cura úmida após três dias de exposição e sem cura, na exsudação, resistência à compressão e na dureza superficial de concretos empregados em pisos. A Figura 1 apresenta o programa experimental proposto.

Figura 1 – Programa experimental.



Fonte: Autores.

2.1 Materiais

2.1.1 Cimento

Por ser o tipo de cimento mais empregado nas obras de pisos na região de Erechim-RS, utilizou-se o CP II-Z. As Tabelas 1, 2 e 3 indicam a caracterização do material, segundo o fabricante.

Tabela 1 – Caracterização química do cimento.

Parâmetros avaliados (%)	Resultados do fabricante	Exigências NBR 11578/97
Al_2O_3	6,77	-
SiO_2	22,59	-
Fe_2O_3	3,10	-
CaO	53,20	-
MgO	3,94	≤ 6,50
SO_3	2,77	≤ 4,00
Perda ao Fogo	5,01	≤ 6,50
CaO Livre	0,80	-
Resíduo Insolúvel	12,31	≤ 16,00
Equivalente Alcalino (Na_2O e K_2O)	0,80	-

Fonte: Autores.

Tabela 2 – Caracterização física do cimento.

Parâmetros Avaliados		Resultados do fabricante	LAPATEC URI	Exigências NBR 11578/97
Massa específica (g/cm³)		-	2,96	
Expansão à quente (mm)		0,35	-	≤ 5,0
Tempo de pega (h:min)	Início	03:21	-	≥ 1:0
	Fim	04:00	-	≤ 10:0
Consistência normal (%)		27,5	-	-
Finura Blaine (cm²/g)		3621	-	≥3000
Resíduo peneira #200 (%)		2,73	-	-
Resíduo peneira #325 (%)		12,29	-	-

Fonte: Autores.

Tabela 3 – Caracterização mecânica do cimento.

Característica Avaliada		Resultados do fabricante	Exigências NBR 11578/97
Resistência à Compressão (MPa)	1 dia	12,2	-
	3 dias	26,5	≥ 10
	7 dias	32,7	≥ 20
	28 dias	41,6	≥ 32

Fonte: Autores.

2.1.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo utilizado foi uma areia natural de origem quartzosa, caracterizada pelos ensaios de massa específica (NBR NM 52/2009), massa unitária (NBR NM 45/2006), composição granulométrica (NBR NM 248/2003) e absorção de água (NBR NM 30/2001). A Tabela 4 apresenta a caracterização física deste agregado e os limites de distribuição granulométrica segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009).

Tabela 4 – Caracterização do agregado miúdo.

Abertura das Peneiras (mm)	Caracterização da Areia		Limites da distribuição granulométrica (NBR 7211/2009)			
			Porcentagem, em massa, retida acumulada			
			Limites Inferiores		Limites Superiores	
	Média Retida (%)	Média Retida Acumulada (%)	Zona utilizável	Zona ótima	Zona ótima	Zona utilizável
4,75	0,04	0,04	0	0	5	10
2,36	0,81	0,86	0	10	20	25
1,18	1,82	2,68	5	20	30	50
0,6	3,60	6,28	15	35	55	70
0,3	42,22	48,50	50	65	85	95
0,15	40,46	88,96	85	90	95	100
Fundo*	11,04	100,00	-	-	-	-
Módulo de Finura		1,47	Nota 1: O módulo de finura da zona ótima varia de 2,20 a 2,90. Nota 2: O módulo de finura da zona utilizável inferior varia de 1,55 a 2,20. Nota 3: O módulo de finura da zona utilizável superior varia de 2,90 a 3,50.			
Dimensão Máxima (mm)		1,18				
Massa Específica (g/cm³)		2,60				
Massa Unitária (g/cm³)		1,42				
Absorção de Água (%)		0,8				

Fonte: Autores.

2.1.3 Agregado graúdo

Utilizou-se agregado de origem basáltica, contido na zona granulométrica 9,5/25 (brita 1). Foi caracterizado pelos ensaios de massa específica e absorção de água (NBR NM 53/2009), massa unitária (NBR NM 45/2006) e composição granulométrica (NBR NM 248/2003). A Tabela 5 apresenta a caracterização física deste agregado e os limites de distribuição granulométrica estabelecidos pela NBR 7211 (ABNT, 2009).

Tabela 5 – Caracterização do agregado graúdo.

Abertura das Peneiras (mm)	Caracterização da Brita		Limites da distribuição granulométrica (NBR 7211/2009)			
			Porcentagem, em massa, retida acumulada			
			Zona granulométrica d/D[a]			
	Média Retida (%)	Média Retida Acumulada (%)	4,75/12,5	9,5/25	19/31,5	25/50
25*	0,00	0,00	-	2 - 15[b]	65[b] - 95	95 – 100
19	3,71	3,71	0 – 5	40[b] - 65[b]	92 - 100	-
12,5*	66,11	69,82	2 - 15[b]	80[b] - 100	95 - 100	-
9,5	17,58	87,40	40[b] - 65[b]	92 - 100	-	-
6,3*	11,93	99,32	80[b] – 100	95 - 100	-	-
4,75	0,55	99,87	95 – 100	-	-	-
2,36	0,12	99,99	-	-	-	-
1,18	0,01	100,00	-	-	-	-
0,6	0,00	100,00	-	-	-	-
0,3	0,00	100,00	-	-	-	-
0,15	0,00	100,00				
Fundo*	0,00	100,00	-	-	-	-
Módulo de Finura		6,91	a: Zona granulométrica correspondente à menor (d) e à maior (D) dimensão do agregado graúdo. b: Em cada zona granulométrica deve ser aceita uma variação de no máximo cinco unidades percentuais em apenas um dos limites marcados com 2. Essa variação pode também estar distribuída em vários desses limites.			
Dimensão Máxima (mm)		19				
Massa Específica (g/cm³)		2,57				
Massa Unitária (g/cm³)		1,36				
Absorção de Água (%)		2,98				

Fonte: Autores.

2.1.4 Microfibras de polipropileno

A caracterização das microfibras empregadas, de acordo com o fabricante, é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Caracterização das microfibras de polipropileno.

GEOMETRIA			
Comprimento (mm)	Diâmetro (µm)	Frequência (milhões de fibras/kg)	Área superficial específica (m²/kg)
12	18	360	244
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS			
Densidade relativa (g/cm³)			0,91
Alongamento (%)			80
Tempo de fusão (ºC)			160
Temperatura de ignição (ºC)			365

Fonte: Autores.

2.1.5 Aditivo

Utilizou-se aditivo superplastificante na mistura, para melhorar a trabalhabilidade e a dispersão das microfibras. A Tabela 7 mostra as características físico-químicas do aditivo.

Tabela 7 – Caracterização físico-química do aditivo, segundo o fabricante.

Propriedades Físico-Químicas	
Estado físico	Líquido
Base química	Éter policarboxílico
Cor	Branco turvo
pH	5 - 7
Densidade (g/cm³)	1,055 - 1,085
Teor de sólidos (%)	29 - 32

Fonte: Autores.

2.2 Dosagem

A dosagem foi realizada pelo método do IPT/EPUSP, proposto por Helene e Terzian (1992), fixando-se o abatimento do concreto, em 100 ± 20 mm, e o teor ideal de argamassa (α), em 54%, determinado experimentalmente. A dosagem experimental e os parâmetros dos traços ensaiados são apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8 – Dosagem experimental.

Traço unitário (1:m)	**Relação água/cimento (a/c)**	**Resistência - 28 dias (MPa)**	**Consumo de cimento (kg/m³)**	**H (%)**	**Abatimento (mm)**
1:3,5	0,44	35,61	466,53	9,8	80
1:5,0	0,64	23,29	342,74	10,7	130
1:6,5	0,76	16,37	276,6	10,1	100

Fonte: Autores.

Tabela 9 – Parâmetros dos traços ensaiados.

Traço	Fatores controláveis		Consumo de cimento (kg/m³)	Traço unitário					Parâmetros		
	Teor de microfibra (g/m³)	Tipo de cura		cim	a	p	m	H (%)	α (%)	Abat. (mm)	Aditivo (%)
1-A	0	úmida	428,33	1	1,38	2,62	3,4	10	54	115	0,1
1-B	0	úmida após 3 dias									
1-C	0	sem cura									
2-A	600	úmida								110	
2-B	600	úmida após 3 dias									
2-C	600	sem cura									

Fonte: Autores.

2.3 Descrição dos ensaios

2.3.1 Exsudação

O ensaio de exsudação, realizado com o concreto no estado fresco, seguiu as prescrições da NBR 15558 (ABNT, 2008). No entanto, o molde para confecção dos corpos de prova foi em PVC, com dimensões reduzidas (200x150 mm), mas respeitando-se a relação entre diâmetro e altura proposta pela Norma. Durante o ensaio os corpos de prova permaneceram em câmara climatizada (UR 60 ± 10% e temperatura de 23 ± 2ºC). A Figura 2 demonstra o ensaio.

Figura 2 – Ensaio de exsudação.



Fonte: Autores.

2.3.2 Resistência à Compressão Uniaxial

O ensaio de resistência à compressão uniaxial seguiu a NBR 5739 (ABNT, 2007). Foram moldados, e ensaiados aos 28 dias, corpos de prova cilíndricos com dimensão 100x200 mm. Estes foram adensados em mesa vibratória e permaneceram cobertos por uma lona plástica durante as primeiras 24 horas, a fim de evitar a perda de água do concreto para o ambiente externo. Posteriormente, os corpos de prova foram desmoldados e mantidos em câmara úmida (UR ≥ 95% e temperatura de 23 ± 2ºC) até a realização do ensaio, apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Ensaio de resistência à compressão uniaxial.



Fonte: Autores.

2.3.3 Dureza superficial

O ensaio de dureza superficial foi realizado conforme a NBR 7584 (ABNT, 2012). Foram moldadas placas de concreto com dimensões de 250x350x100 mm, marcando-se 16 pontos de leitura na superfície de cada uma, espaçados entre si 30 mm, e com mais de 50 mm de distância das bordas. Para a realização do ensaio, as placas foram fixadas por duas de suas extremidades na prensa hidráulica, com aplicação de 30% da tensão de ruptura à compressão do concreto. A leitura dos pontos foi feita pelo esclerômetro de reflexão, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4 – Ensaio esclerométrico.



Fonte: Autores.

3. RESULTADOS

A seguir são apresentados e discutidos os resultados obtidos para as propriedades avaliadas. Salienta-se que os dados foram tratados estatisticamente através do método da análise de variância (ANOVA).

3.1 Exsudação

Os resultados do ensaio de exsudação, expressos em porcentagem, são apresentados na Tabela 10.

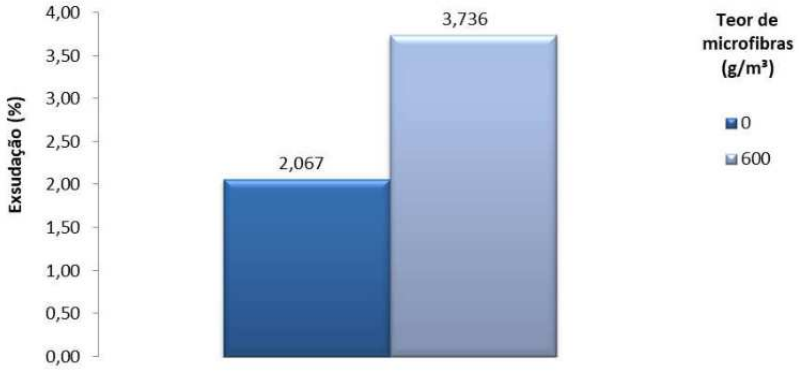
Tabela 10 – Resultados do ensaio de exsudação.

Traço	Teor de microfibra (g/m³)	Exsudação (%)
1	0	2,067
3	600	3,736

Fonte: Autores.

A adição de 600 g/m³ de microfibra aumentou a exsudação em 80,7%, comportamento que pode ser melhor visualizado na Figura 5.

Figura 5 – Quantidade de água exsudada, em percentual.



Fonte: Autores.

O aumento deste parâmetro para a adição de microfibras pode ser atribuído à orientação dos filamentos do material, que podem ter criado caminhos preferenciais para a saída da água. Porém, a orientação das microfibras só poderia ser confirmada através de uma análise microscópica do compósito cimentício.

No entanto, não é possível afirmar que tal material gera influência nesta propriedade, fato condizente aos resultados encontrados por Silva (2011). Para determinar o real comportamento das microfibras seria necessário aumentar o número de amostras ensaiadas e fazer a análise microscópica, obtendo assim, resultados mais precisos.

3.2 Resistência à Compressão Uniaxial

A Tabela 11 apresenta os resultados médios obtidos para a resistência à compressão.

Tabela 11 – Resultados do ensaio de compressão uniaxial.

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL				
Traço	Teor de microfibras (g/m³)	Médias (MPa)	Desvio padrão	CV (%)
1	0	29,21	0,38	1,31
2	600	38,97	1,57	4,02

Fonte: Autores.

De acordo com a análise estatística ANOVA, cujos resultados são mostrados na Tabela 12, as microfibras tiveram influência significativa nesta propriedade. A Figura 6 apresenta a representação gráfica deste comportamento.

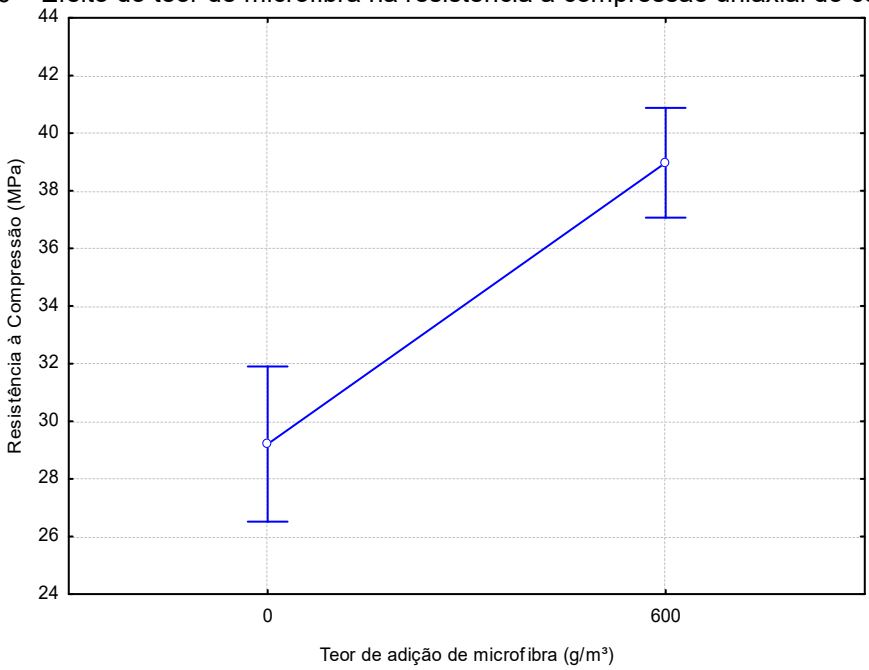
Tabela 12 – Análise de variância para resistência à compressão uniaxial.

	GDL	MS	F	P	Significância
Teor de microfibra	1	127,075	67,609	0,001193	S
Erro	4	1,880			

GLD = graus de liberdade; MS = média simples; F = valor calculado de F;
P = nível de significância; S = valor significativo; se P<5%, valor significativo.

Fonte: Autores.

Figura 6 – Efeito do teor de microfibra na resistência à compressão uniaxial do concreto.



Fonte: Autores.

Analisando-se o gráfico é possível observar que a adição das microfibras aumentou a resistência à compressão do concreto em 33,4%. Este resultado não era esperado, visto que o material possui baixo módulo de elasticidade, o que não causaria alterações significativas nas propriedades mecânicas. Tal comportamento já foi comprovado em diversos estudos, como o de Silva (2011) que utilizou adição de 600 g/m³ e o de Richardson (2006), que avaliou a resistência à compressão de concretos com adição de 450 g/m³, 900 g/m³ e 1800 g/m³.

Contudo, para os materiais e o teor de aditivo utilizado, as microfibras podem ter retido mais água na zona de transição, atuando como pontos de nucleação, o que possibilitou maior hidratação das partículas de cimento presentes nessa zona, melhorando a coesão e resultando em ganhos de resistência. O que também pode ter contribuído para o aumento desta propriedade foi o fato de o material ter a capacidade de amarrar as microfissuras iniciais do concreto, retardando a ruptura dos corpos de prova, como constatado nos estudos de Senisse (2010) e Junior e Rocha (2011).

3.3 Dureza superficial

A dureza superficial média verificada para cada condição ensaiada e sua análise estatística pelo método ANOVA são apresentadas nas Tabelas 13 e 14, respectivamente.

Tabela 13 – Resultados do ensaio de dureza superficial.

DUREZA SUPERFICIAL					
Traço	**Teor de microfibras (g/m³)**	**Condição de cura**	**IE médio**	**Desvio padrão**	**CV (%)**
1-A	0	úmida	51,8	2,1	4,0
1-B	0	úmida após três dias	51,4	2,4	4,7
1-C	0	sem	50,5	0,5	1,0
2-A	600	úmida	47,9	2,1	4,4
2-B	600	úmida após três dias	53,7	1,5	2,9
2-C	600	sem	51,2	0,5	1,0

Fonte: Autores.

Tabela 14 – Análise de variância para dureza superficial.

	GDL	**MS**	**F**	**P**	**Significância**
Teor de microfibra (1)	1	0,21	0,07	0,797662	NS
Tipo de cura (2)	2	7,64	2,64	0,150631	NS
(1) X (2)	2	10,23	3,53	0,096807	NS
Erro	6	2,90			NS

GLD = graus de liberdade; MS = média simples; F = valor calculado de F;
P = nível de significância; NS = valor não significativo; se P>5%, valor não significativo.

Fonte: Autores.

De acordo com a Tabela 14, observa-se que nenhuma das variáveis de controle, nem a interação entre elas, tiveram efeito significativo sobre a dureza superficial.

A dureza é uma propriedade de superfície, de modo que o ensaio de esclerometria avalia o concreto a uma profundidade de aproximadamente 3 mm, apenas. Desta forma, conforme Mehta e Monteiro (2011), durante o ensaio, o êmbolo pode impactar sobre agregados que ficam próximos à superfície, interferindo nos resultados, já que a dureza do agregado é superior à dureza da argamassa. Este pode ter sido um dos fatores que inibiu a manifestação da real influência das variáveis de controle.

No entanto, sabe-se que a cura é comprovadamente um fator de extrema importância no desempenho do concreto, o que é reforçado pela pesquisa de Silva (2015), onde a autora avaliou a influência da cura submersa e em caixa aquecida na dureza superficial de concretos, comprovando aumento de 3% para corpos de prova que receberam cura submersa.

Neste caso, a influência da cura provavelmente não pôde ser observada devido à ação das microfibras, que podem ter diminuído a retração na fase plástica, o que minimizou a abertura de fissuras nos concretos sem cura, igualando a dureza superficial destes àqueles submetidos à cura úmida. Sendo assim, possivelmente o efeito da cura seja mais evidente nas propriedades de massa, como a resistência à compressão, do que nas propriedades de superfície. Os estudos de Silva *et. al* (2012) e Bauer *et. al* (2000) comprovaram um aumento significativo na resistência à compressão para corpos de prova que foram curados em câmara úmida ou submersos, em relação aos sem cura.

4. CONCLUSÕES

As microfibras aumentaram de forma significativa a exsudação, servindo de caminhos preferenciais para a saída da água do concreto. Quanto à resistência à compressão, verificou-se que o material elevou significativamente a propriedade, devido à amarração das microfissuras e da atuação como pontos de nucleação. Já na dureza superficial não houve influência direta das microfibras, e o feito da cura também não pôde ser observado, por esta ser uma propriedade de superfície.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 23:** Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 30:** Agregado miúdo - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

_____. **NBR NM 45:** Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

_____. **NBR NM 52:** Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 53:** Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 248:** Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 5739:** Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 7211:** Agregados para concreto - Especificações. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 7584:** Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 11578:** Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 15558:** Concreto - Determinação da exsudação. Rio de Janeiro, 2008.

BAUER, R. J. F. CURTI, R. MARTINS, A. TAKASHIMA, S. **Estudo de característica física e mecânica do concreto pelo efeito de vários tipos de cura**. L. A. Falcão Bauer Centro Tecnológico de Controle da Qualidade Ltda. São Paulo, 2000.

CHODOUNSKY, M. A. **Patologias em Pisos Industriais**. Rio de Janeiro: ANAPRE, 2010.

CHODOUNSKY, M. A. VIECILI, F. A. **Pisos Industriais de Concreto** – Aspectos Teóricos e Executivos. São Paulo: Reggenza, 2007.

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

JUNIOR, E. S. D. ROCHA, L. F. S. **Estudo de concreto com adição de fibra de polipropileno para controle da fissuração.** 2011. 110 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade da Amazônia, Belém, 2011.

MEHTA, P. K. MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. 3 ed. São Paulo: IBRACON, 2011.

RICHARDSON, A. E. **Compressive strength of concrete with polypropylene fibre additions**. Structural Survey. v. 24, n. 2, p. 138-153, 2006.

SENISSE. J. A. L. **Influência do consumo de água, do teor de adição de microfibras de polipropileno e do tipo de cimento no fenômeno da retração por secagem em concretos empregados em pisos**. 2010. 160 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SILVA, C.V. **Contribuição ao estudo do desgaste superficial por abrasão em concretos empregados em pisos**. 2011. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

_____. **Estudo da influência das propriedades relacionadas à superfície e à matriz na resistência à abrasão de concretos para pisos**. 2015. 242 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SILVA, A. V. R. DINIZ, H. A. A. RIBEIRO, J. A. E. OLIVEIRA, S. S. GOMES, V. L. L. **Influência do processo de cura em concreto convencional em seis idades**. VII CONNEPI, Palmas, 2012.