

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

LEONARDO PEREIRA PARREIRA

**Estudo da influência dos polímeros no tempo de pega de pastas de cimento.**

Uberlândia

2023

LEONARDO PEREIRA PARREIRA

**Estudo da influência dos polímeros no tempo de pega de pastas de cimento.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Área de concentração: Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Antônio de Paulo Peruzzi

Uberlândia

2023

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo  
estímulo, carinho e compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por ser sempre meu amparo e meu alicerce em todos os momentos. Aos meus pais Claudinei e Elaine que sempre me apoiaram e me deram forças, ao eu irmão Victor por todo companheirismo, a toda minha família, e a todos meus amigos que estiveram de alguma forma comigo nessa trajetória.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia e a todo o corpo docente que me ajudaram durante minha graduação e na formulação deste trabalho, em especial meu orientador Professor Dr. Peruzzi, por todo auxílio e ensinamentos.

## **RESUMO**

A construção civil, devido à variedade de possibilidades e necessidades especiais para cada construção, busca sempre inovações em materiais e métodos construtivos a fim de aumentar a rentabilidade, otimizar o tempo de execução e para empregos específicos. Dentre essas inovações destacam-se os polímeros que são grandes redes formadas por um grande número de pequenas moléculas, chamadas de monômeros, que, ao se combinarem por meio da polimerização apresentam uma grande resistência à tração (devido principalmente pelas ligações covalentes C-C) e grande ductilidade pelo fato da ligação entre as redes de carbono ser de segunda ordem, ou seja, van der Waals. O desenvolvimento tecnológico dos polímeros possibilitou a produção de centenas de diferentes tipos de polímeros sem qualquer equivalência no mundo natural e, dessa forma, tornou-se o primeiro material sintético utilizado na engenharia como em argamassas colantes, argamassas para impermeabilização e, assim, pelo surgimento de novos polímeros faz-se necessário o estudo mais aprofundado de sua influência em argamassas, seja na trabalhabilidade, resistência a flexão e tração, tempo de pega, dentre outras. O trabalho proposto visa estudar a influência no tempo de pega de pastas de cimento Portland, ao adicionar diferentes polímeros reemulsionáveis em pó.

**Palavras-chave:** Construção civil, polímeros, cimento Portland, tempo de pega.

## ABSTRACT

Civil construction, due to the variety of possibilities and special needs for each construction, always seeks innovations and materials and construction methods in order to increase profitability, optimize execution time and for specific Jobs. Among these innovations, polymers stand out, which are large networks formed by a large number of small molecules, called monomers, which, when combined through polymerization, have great tensile strength (mainly due to the C-C covalent bonds) and great ductility due to the fact that the bond between the carbon networks is of the second order, that is, van der Waals. The technological development of polymers made possible the production of hundreds of different types of polymers without any equivalence in the natural world and, in this way, it became the first synthetic material used in engineering such as adhesive mortars, mortars for waterproofing and, thus, by appearance of new polymers, it is necessary to further study their influence on mortars, whether in workability, resistance to flexion and traction, setting time, among others. The proposed work aims to study the influence on the setting time of Portland cement pastes, when adding emulsifiable powdered polymers.

**Keywords:** Civil construction, polymers, Portland Cement, setting time.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2 MATERIAIS .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Cimento Portland .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 – Polímero A.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 – Polímero B.....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 – Polímero c.....</b>	<b>12</b>
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Determinação da pasta em consistência normal.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2. Aparelhagem .....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Balança .....	14
3.2.2 Misturador.....	14
3.2.3 Aparelho de vicat.....	15
<b>3.3 Determinação do tempo de início e fim de pega .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4 Procedimento experimental.....</b>	<b>16</b>
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Determinação da pasta de consistência normal.....</b>	<b>17</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

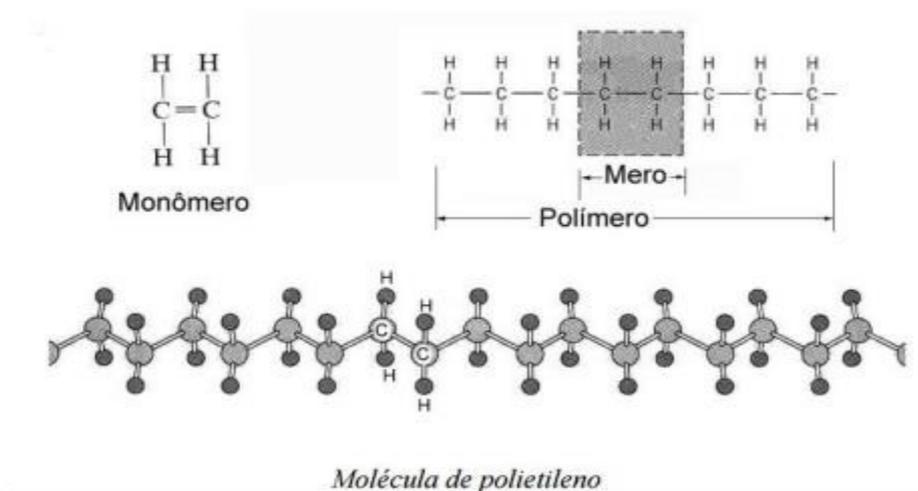
## 1 INTRODUÇÃO

Os materiais de engenharia podem ser distribuídos em dois grandes grupos: aqueles considerados como “clássicos ou convencionais”, tais como o cimento, aço, madeira, etc. e os materiais chamados de “não clássicos” como os compósitos e polímeros sintéticos (Mano,2019).

No final do século XX, alguns materiais que, até então eram considerados substâncias que não se cristalizavam e se difundiam lentamente, na verdade eram constituídos por grandes moléculas que podiam ser resultado da junção de 10.000 ou mais átomos de carbono. Esses produtos sintéticos foram chamados de polímeros, pois exibiam pequenas unidades estruturais repetidas em uma longa cadeia principal (Mano, 2019).

O termo “Polímero” vem da palavra grega “poli”, que significa “muitos”. Tratam-se de macromoléculas que compõem os polímeros costumam ser longas e flexíveis, são macromoléculas formadas por subunidades estruturais chamadas “mero” (grego para “partes”) que se repetem uma após a outra ao longo da cadeia molecular. Um número de unidade é chamado de “monômero”; o termo polímero foi introduzido para indicar “muitos meros”, como mostra a Figura 1.

Figura 1: Modelo esquemático da representação de um monômero, mero, polímero e macromolécula



Fonte: Callister (2021)

Desde sua descoberta, os polímeros vêm sendo utilizados na engenharia para diversos propósitos, e um estudo que se destaca é o uso de polímeros para otimizar as propriedades do concreto. Como um método de utilização de polímeros em concreto, é apresentado um processo de modificação em que o polímero é adicionado a uma mistura ainda fresca sem alterar o processo de fabricação, obtendo-se assim o concreto modificado com polímero (Rossignolo, 2003).

O desenvolvimento de novas resinas da indústria petroquímica e de óleos vegetais tem promovido uma redução de custo dos materiais poliméricos e assim, possibilita o uso de polímeros em argamassas e concretos. Em países que são industrialmente desenvolvidos, argamassas e concretos polímeros são aplicados em maior escala comparado ao Brasil, em que são pouco utilizados.

Para atender os requisitos de praticidade, economia e durabilidade, o concreto convencional está atualmente sofrendo modificações com novas tecnologias. O objetivo é melhorar ainda mais suas propriedades e, assim, o desempenho em termo de trabalhabilidade, resistência mecânica, durabilidade, etc., o que se torna favorável para a construção final. Dessa forma, vários produtos são aplicados ao concreto para atingir seu melhor desempenho e os polímeros são um deles (Rossignolo,2003). Os polímeros que podem ser utilizados em modificação de concretos e argamassas, para que estes melhorem suas propriedades, são comercializados na forma de emulsão (látex) e reemulsionáveis (em pó).

O látex é uma suspensão coloidal de polímero em água contendo aproximadamente 50% em peso de pequenas partículas esféricas de polímero mantidas em suspensão em água por agentes tenso-ativos. Esta forma de polímero pode ser encontrada na forma concentrada ou diluído. Já os polímeros reemulsionáveis são encontrados em pó, possuem alto peso molecular, alta eficiência e grande versatilidade.

Pode-se destacar que, atualmente, os polímeros já são utilizados em concretos e argamassas conhecidos como na argamassa impermeabilizante, argamassas colantes, rejuntas e concretos para recuperação estrutural. No estudo de Oliveira (2018), ela define a argamassa polimérica como argamassas cimentícias que contém aditivos poliméricos que melhoram ou alteram suas propriedades e são normalmente utilizadas tanto no assentamento dos blocos cerâmicos em alvenarias de vedação como no assentamento de pisos ou azulejos.

O estudo de Rossignolo (2003), mostrou que, em pasta cimentícias que foram adicionados polímeros na forma de látex estireno-butadieno, foi possível observar um aumento significativo nos tempos de início e fim de pega da mistura. Com isso, devido a novas formulações e apresentações agora do mesmo polímero que antes existia como látex e que hoje existe no mercado em pó, faz-se necessário o estudo da interferência no “tempo em aberto” de concretos e argamassas ao realizar a adição destes novos polímeros.

Essa pesquisa teve como objetivo estudar a influência no “tempo em aberto” em pastas de cimento Portland, em diferentes proporções de três diferentes tipos de polímeros em pó. O primeiro polímero, aqui chamado de “A”, é composto por acetato de vinil hidrofílica, é um polímero já utilizado no mercado assim como o polímero “C” que é composto por acetato de vinila. Já o polímero B, é um estireno butadieno, que era apenas comercializado na forma de látex, foi lançado recentemente no mercado na forma de pó e que confere em propriedades de adesão aprimoradas. O estudo das diferenças desse novo polímero em pó e os outros dois outros (A e C), em relação aos tempos de início e fim de pega das pastas de cimento, foi a principal motivação desse trabalho.

Esse Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é apresentado segundo a estrutura de artigo científico.

## **2 MATERIAIS**

### **2.1 Cimento Portland**

O cimento utilizado para a mistura da pesquisa foi o cimento CP II – F 32, é um cimento Portland composto (Figura 2). Segundo a ABNT NBR 16697:2018 – Cimento Portland - Requisitos - cimento Portland é um aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio. Este cimento foi escolhido por ser encontrado no mercado com facilidade e é bastante utilizado em obras convencionais.

Figura 2: Cimento utilizado no estudo



Fonte: Autor (2023).

## 2.2 – Polímero A

O polímero A é um acetato de vinil hidrofóbico/ resina de vinil versatato de copolímero em forma de pó reemulsionável. É uma resina altamente versátil com alta redispersibilidade em água. Este polímero é muito utilizado nas argamassas colantes e argamassas para assentamento de alvenaria e revestimentos. As propriedades do polímero se encontram na Tabela 1.

Tabela 1: Propriedades do polímero A

Propriedades	Valores Típicos	Unidade
Sólidos totais	99	%
Teor de cinzas a 600°C	12	%
Tamanho da partícula	80	µm
Gravidade específica	0,5	g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Synthomer (2020)

## 2.3 – Polímero B

O polímero B é uma resina de copolímero de estireno butadieno, em forma de pó redispersível em água e possui o tamanho da partícula fino e alto poder de ligação, o que confere propriedades de adesão aprimoradas. Este polímero estireno-butadieno, na sua versão em pó reemulsionável, é um material novo no mercado. Sendo assim, realizar o estudo da influência deste material no tempo em aberto das pastas e cimento tornou-se relevante. Este polímero é altamente recomendado para aplicação a base de gesso, também recomendado para argamassas adesivas de ladrilhos, sistemas cimentícios de baixa reatividade, rebocos de fachadas e argamassas de reparação. O polímero B possui as propriedades segundo a Tabela 2.

Tabela 2: Propriedades do polímero B

Propriedades	Valores Típicos	Unidade
Sólidos totais	99	%
Teor de cinzas a 600°C	12	%
Tamanho da partícula	85	µm
Gravidade específica	0,5	g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Synthomer (2020)

## 2.4 – Polímero c

O polímero C é um pó de copolímero de acetato de vinila e etileno, é dispersível em água e possui carga mineral fina. Compostos que são modificados com este polímero são fáceis de processar e é ideal para combinar com outros aditivos de argamassa destinados a melhorar propriedades específicas. As propriedades deste polímero se encontram na Tabela 3.

Tabela 2: Propriedades do polímero C

Propriedades	Valores Típicos	Unidade
Sólidos totais	98	%
Teor de cinzas a 1000°C	13	%
Tamanho da partícula >400 µm	4	%
Gravidade específica	0,5	g/cm <sup>3</sup>

Fonte: Wacker (2022)

A Figura 3 (a, b e c) traz ilustrações dos três tipos de polímeros estudados, na forma de pó, muito semelhantes entre si.



(a)

(b)

(c)

Figura 3: Polímeros (a) Polímero A, (b) Polímero B, (c) Polímero C.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Determinação da pasta em consistência normal

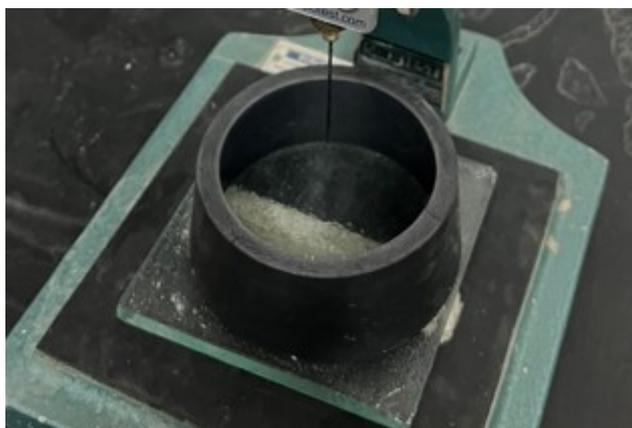
A pasta na consistência normal foi chamada de pasta de referência (REF) neste trabalho. Segundo a norma ABNT NBR 16606:2018, a pasta em consistência normal é aquela que a sonda de Tetmajer (Figura 4) penetra e estaciona a  $(6 \pm 1)$  mm da placa-base do molde tronco-cônico (Figura 5).

Figura 4 - Sonda Tetmajer



Fonte: Autor (2023)

Figura 5 - Placa base e molde



Fonte: Autor (2023)

## 3.2. Aparelhagem

### 3.2.1 Balança

Para determinação das massas de cimento, água e polímeros utilizados nas pastas, foi utilizada balança de precisão que apresentava a resolução de 0,01 gramas como mostra na Figura 6.

Figura 6: Balança utilizada na pesquisa



Fonte: Autor (2023)

### 3.2.2 Misturador

O misturador utilizado possui uma cuba com capacidade de 5 dm<sup>3</sup> e uma pá de metal que gira em torno de si mesma realizando movimento planetário, girando em torno do eixo da cuba, porém realizando movimentos em sentidos opostos.



(a)

(b)

(c)

Figura 7: Misturador utilizado no estudo. (a) Cuba, (b) Pá, (c) Misturador.

### 3.2.3 Aparelho de vicat

O aparelho Vicat (Figura 8) possui uma haste móvel de metal a qual em um extremo se encontra a sonda de Tetmajer e no outro uma agulha que pode ser desmontada. Esta haste se move sobre uma escala graduada em milímetros, porém pode ser fixada em qualquer posição através de um parafuso que suporta um ponteiro indicador.

Figura 8: Aparelho de Vicat



Fonte: Autor (2023)

### 3.3 Determinação do tempo de início e fim de pega

Segundo a norma ABNT NBR 16607:2018, o tempo de início de pega é o tempo decorrido desde o momento em que o cimento e a água entram em contato, até o momento em que a agulha de Vicat (Figura 10) penetra na pasta de cimento e para a  $(6 \pm 2)$  mm da placa-base do molde tronco-

cônico. Já segundo a mesma norma, o tempo de fim de pega é o tempo decorrido desde o momento em que o cimento e a água entrem em contato, até o momento em que a agulha Vicat entra 0,5mm na pasta.

Saber o tempo de pega da argamassa e do concreto na construção civil é importante por diversos fatores. Quando as reações entre a água e o cimento começam a acontecer é denominado o início de pega, fenômeno no qual ocorre aumento brusco de viscosidade da pasta e elevação da temperatura. E o fim de pega, simplificada, ocorre quando a pasta deixa de ser deformável para pequenas cargas e se torna um bloco rígido. Por essa razão, um tempo muito curto, como no caso de caminhões betoneira que precisam de um tempo desde o carregamento até chegar na obra, representa perigo com a possibilidade de o concreto endurecer dentro do caminhão. Por outro lado, um tempo muito longo de pega também pode representar riscos para a construção civil, visto que, como no exemplo citado, a demora para o concreto enrijecer pode resultar em atrasos nas obras.

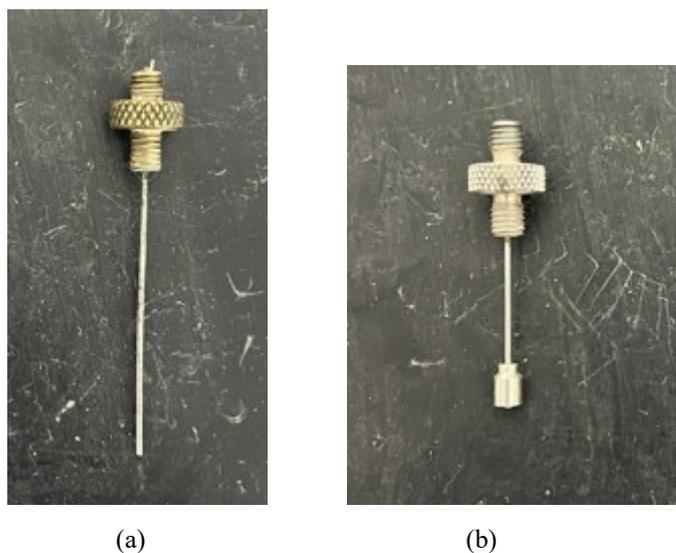


Figura 10: Agulhas de Vicat. (a) Agulha para determinação do início de pega, (b) Agulha para determinação do fim de pega.

### 3.4 Procedimento experimental

O procedimento utilizado para determinação da pasta na consistência normal está descrito na norma ABNT NBR 16606 de 2018. Já o ensaio para a determinação do tempo de início e fim de pega se encontram na norma ABNT NBR 16607 de 2018.

O traço determinado como consistência normal foi considerado como REF, ou seja, sem modificações com polímeros. Então, a partir dele, foram modificados com a adição de 5%,10% e 15% de cada um dos polímeros (A, B e C) a partir da massa de cimento. Isto é, para o polímero A, criou-se as pastas A5, A10 e A15; para o polímero B, criou-se as pastas B5, B10 e B15 e, conseqüentemente, para o polímero C criou-se as pastas C5, C10 e C15. Para cada uma delas foram determinados os tempos de início e fim de pega.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Determinação da pasta de consistência normal

Foram realizadas as tentativas descritas na Tabela 3, para encontrar a massa de água a qual a pasta referência se encontrava em consistência normal.

Tabela 3: Determinação da pasta em consistência normal

DETERMINAÇÃO DA CONSISTÊNCIA NORMAL		
1º TENTATIVA	CIMENTO	500g
	ÁGUA	160g
	TEMPERATURA	22,3°C
	URA	51%
	REGISTRO	0mm
2º TENTATIVA	CIMENTO	500g
	ÁGUA	150g
	TEMPERATURA	22,3°C
	URA	51%
	REGISTRO	0mm
3º TENTATIVA	CIMENTO	500g
	ÁGUA	140g
	TEMPERATURA	22,3°C
	URA	51%
	REGISTRO	8mm
4º TENTATIVA	CIMENTO	500g
	ÁGUA	145g
	TEMPERATURA	22,3°C
	URA	51%
	REGISTRO	4mm
5º TENTATIVA	CIMENTO	500g
	ÁGUA	142g
	TEMPERATURA	22,3°C
	URA	51%
	REGISTRO	6mm

Fonte: Autor (20233)

Após realizar a determinação da pasta na consistência normal (REF), realizou-se o ensaio para determinar o início e fim de pega dessa pasta, para posteriormente comparar com o início e fim de pega da pasta com a adição dos polímeros.

A tabela 4 mostra o ensaio para determinação dos tempos de início e fim de pega da pasta referência.

Tabela 4: Tempo de início e fim de pega pasta REF

TEMPO DE PEGA PASTA CONSISTÊNCIA NORMAL	
10:33	0mm
11:33	0mm
12:03	0mm
12:33	0mm
13:03	0mm
13:33	0mm
14:03	0mm
14:33	1mm
15:03	1,5mm
15:33	5mm (INICIO PEGA)
17:22	FIM PEGA

Fonte: Autor (2023)

Após encontrar os tempos em aberto da pasta referência (REF), realizou-se a adição de 5%, 10% e 15% de massa dos polímeros em relação a massa do cimento, formando as amostras A5, A10 e A15; B5, B10 e B15; C5, C10 e C15. (Tabela 4, 5 e 6).

Tabela 4: Traço utilizado nos ensaios do Polímero A

Polímero A		
A5	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (5%)	25 gramas
A10	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (10%)	50 gramas
A15	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (15%)	75 gramas

Fonte: Autor (2023)

Tabela 5: Traço utilizado nos ensaios do Polímero B

Polímero B		
B5	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (5%)	25 gramas
B10	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (10%)	50 gramas
B15	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (15%)	75 gramas

Fonte: Autor (2023)

Tabela 6: Traço utilizado nos ensaios do Polímero C

Polímero C		
C5	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (5%)	25 gramas
C10	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (10%)	50 gramas
C15	Cimento	500 gramas
	Água	142 gramas
	Polímero (15%)	75 gramas

Fonte: Autor (2023)

Para cada ensaio, foram determinados os tempos de início e fim de pega, para que possam ser comparados com a pasta de referência (Tabelas 7, 8 e 9).

Tabela 7: Tempo de início e fim de pega para o Polímero A

TEMPO DE PEGA POLÍMERO A					
A5		A10		A15	
11:54	0mm	12:09	0mm	07:45	0mm
12:54	0mm	13:09	0mm	08:45	0mm
13:54	0mm	13:54	0mm	09:45	0mm
14:24	0mm	14:24	0mm	11:15	0mm
14:54	0mm	14:54	0mm	11:45	0mm
15:24	0,5mm	15:24	0mm	12:15	0mm
15:54	0,5mm	15:54	0mm	12:45	0mm
16:24	1mm	16:24	0mm	13:15	1,5mm
16:54	1mm	16:54	0mm	13:45	1,5mm
17:24	1mm	17:24	0mm	14:15	1,5mm
17:54	8mm (INICIO PEGA)	17:54	0mm	14:45	1,5mm
19:00	FIM DE PEGA	18:24	0mm	15:15	1,5mm
		18:54	0,5mm	15:45	5mm (INICIO PEGA)
		19:24	0,5mm	18:10	FIM DE PEGA
		19:54	2mm		
		20:24	5mm (INICIO PEGA)		
		22:10	FIM DE PEGA		

Fonte: Autor (2023)

Tabela 8: Tempo de início e fim de pega para o Polímero B

TEMPO DE PEGA POLÍMERO B					
B5		B10		B15	
12:00	0mm	07:21	0mm	07:18	0mm
13:00	0mm	08:21	0mm	08:18	0mm
14:00	0mm	09:21	0mm	09:18	0mm
14:30	0mm	09:51	0mm	09:48	0mm
15:00	0mm	10:21	1mm	10:18	0mm
15:30	0mm	10:51	1mm	10:40	2mm
16:00	2mm	11:31	5mm	11:10	2mm
16:23	5mm (INICIO PEGA)	13:50	FIM DE PEGA	11:40	6mm (INICIO PEGA)
17:48	FIM DE PEGA			14:25	FIM DE PEGA

Fonte: Autor (2023)

Tabela 9: Tempo de início e fim de pega para o Polímero C

TEMPO DE PEGA POLÍMERO C					
C5		C10		C15	
11:48	0mm	08:41	0mm	07:24	0mm
12:48	0mm	09:41	0mm	08:24	0mm
13:48	0mm	10:11	0mm	09:24	0mm
14:18	0mm	10:41	0mm	10:24	0mm
14:48	0mm	11:11	0mm	10:54	0mm
15:18	0mm	11:41	0mm	11:24	0mm
15:48	1mm	12:11	0mm	11:54	1mm
16:18	2,5mm	12:41	0mm	12:24	1mm

16:30	6mm (INICIO PEGA)	13:11	0mm	12:54	1mm
18:45	FIM DE PEGA	13:41	0mm	13:24	1mm
		14:30	0,5mm	13:54	1mm
		15:00	1mm	14:24	1mm
		15:30	2mm	14:54	2mm
		16:00	6mm (INICIO PEGA)	15:24	3mm
		18:12	FIM DE PEGA	15:46	7mm (INICIO PEGA)
				17:50	FIM DE PEGA

Fonte: Autor (2023)

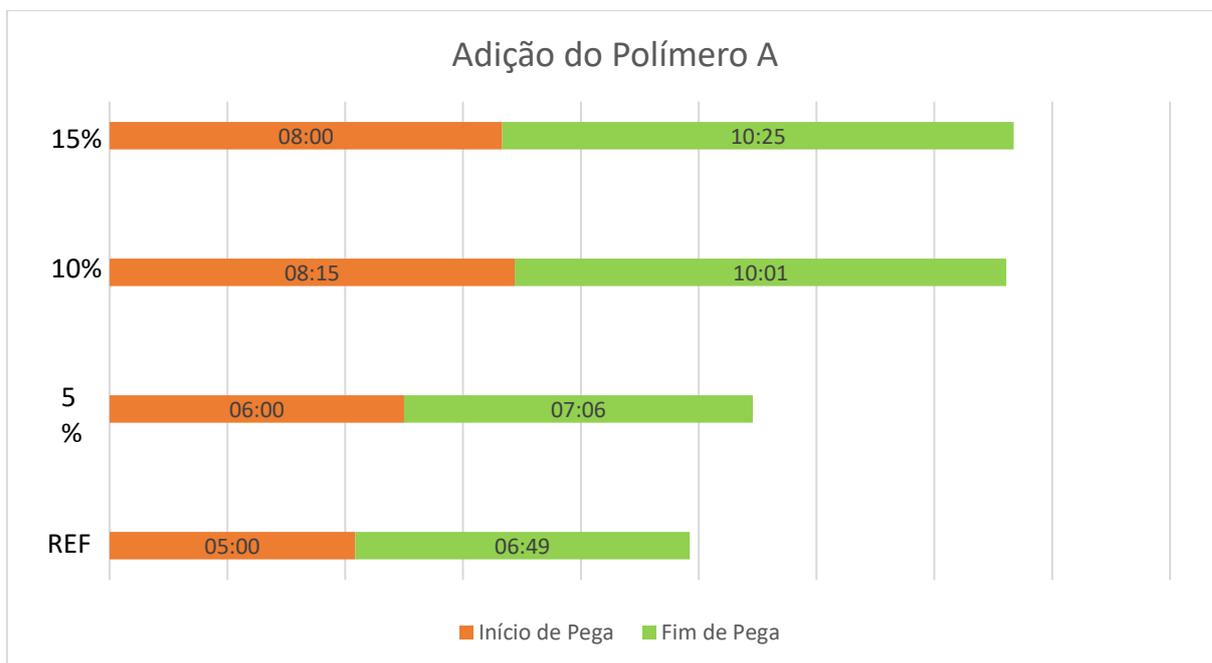
Após realizar os ensaios, através da Tabela 10 foi possível construir gráficos (Figuras 11, 12 e 13) nas quais se encontram todos os tempos de início e fim de pega para os polímeros em diferentes quantidades, além do tempo da pasta referência (REF), a fim de analisar a influência da adição dos mesmos na pasta de cimento.

Tabela 10: Tempo de início e fim de pega de todos os ensaios

REF	INICIO DE PEGA	5:00	FIM DE PEGA	6:49
A5	INICIO DE PEGA	6:00	FIM DE PEGA	7:06
A10	INICIO DE PEGA	8:15	FIM DE PEGA	10:01
A15	INICIO DE PEGA	8:00	FIM DE PEGA	10:25
B5	INICIO DE PEGA	4:23	FIM DE PEGA	5:48
B10	INICIO DE PEGA	4:10	FIM DE PEGA	6:29
B15	INICIO DE PEGA	4:22	FIM DE PEGA	7:07
C5	INICIO DE PEGA	4:42	FIM DE PEGA	6:57
C10	INICIO DE PEGA	7:19	FIM DE PEGA	9:31
C15	INICIO DE PEGA	8:22	FIM DE PEGA	10:26

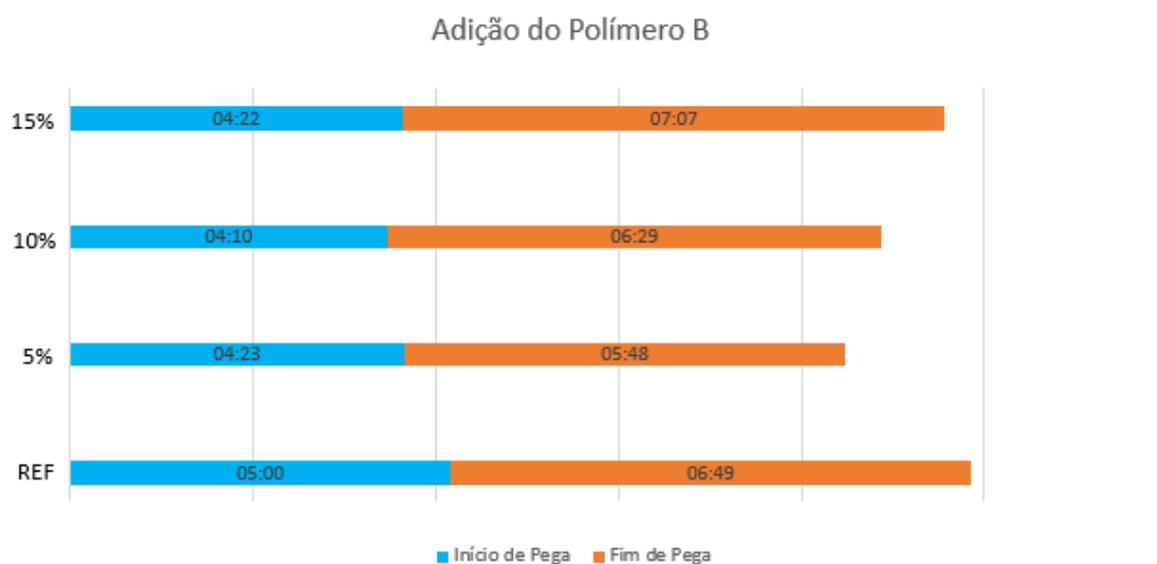
Fonte: Autor (2023)

Figura 11 - Resultados dos ensaios com a adição do polímero A



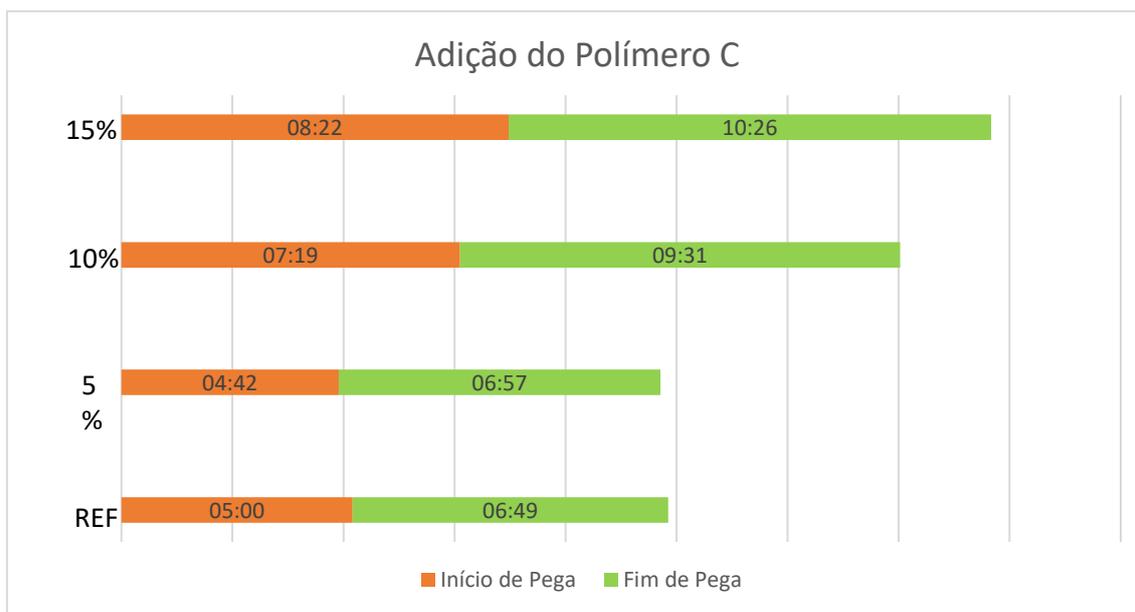
Fonte: Autor (2023)

Figura 12 - Resultados dos ensaios com a adição do polímero B



Fonte: Autor (2023)

Figura 13 - Resultados dos ensaios com a adição do polímero C



Fonte: Autor (2023)

## 5 DISCUSSÃO

A adição de pequenas porções desses polímeros, em 5%, leva a uma pequena variação nesse tempo de pega, viabilizando o uso de cada um deles A, B e C. A partir da adição de 10% o incremento no tempo em aberto passou a ser grande, se comparado à amostra sem polímero (REF).

Os resultados evidenciam que os polímeros A e C têm comportamento semelhantes, aumentando o tempo em aberto, enquanto o polímero B (Estireno-Butadieno) interferiu de forma a reduzir esse tempo, se comparado ao REF. Porém, a variação no tempo em aberto foi menor que as apresentadas pelos polímeros A e C, mesmo em níveis superiores de adições 10% e 15%.

## 6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa apresentou resultados satisfatórios e viáveis para todos os polímeros, principalmente em porções em torno de 5%, porção essa que mesmo no polímero B o qual sofreu redução 22% no tempo de pega, pode representar concretos e argamassas modificadas por polímeros com características técnicas esperadas e economicamente viáveis.

Uma possível continuidade dessa pesquisa seria estudar com melhor detalhes porções entre 0% a 5% de adição de polímeros.

## REFERÊNCIAS

CALLISTER, W. D. J.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma introdução** – 10ª Edição, 2021.

Mano, E. B. **Polímeros como materiais de engenharia** – 8ª Edição, 2019.

OLIVEIRA, Gabrielle Brito; ALVES, Laís do Amaral. **Uso da Argamassa Polimérica na Recuperação Estrutural**. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 8, n. 8, p. 56-64, ago. 2019. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/412>>.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto Leve de Alto Desempenho Modificado com SB para pré-fabricados esbeltos – Dosagem, Produção, Propriedades e Microestrutura**. – 2003.

Ferreira, O. P. **Concreto polímeros**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697**: - Cimento Portland – Requisitos, Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16606**: - Cimento Portland – Determinação da pasta de consistência normal, Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16607**: - Cimento Portland – Determinação dos tempos de pega.