



15º Simpósio Brasileiro  
de Impermeabilização 2018



Instituto de  
Impermeabilização

## ANAIS DO 15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2018 - São Paulo / SP

### ESTUDO DO PERFIL REOLÓGICO DE ARGAMASSAS POLIMÉRICAS INDUSTRIALIZADAS PARA IMPERMEABILIZAÇÃO

**CAMPOS, Leticia**

Química

Weber Saint Gobain

Mogi das Cruzes

[leticia.campos@saint-gobain.com](mailto:leticia.campos@saint-gobain.com)

**RABY, Xavier**

Químico

Saint Gobain

Mogi das Cruzes

[Xavier.Raby@saint-gobain.com](mailto:Xavier.Raby@saint-gobain.com)

#### RESUMO

Atualmente a característica de fluidez das argamassas poliméricas industrializadas para impermeabilização é medida através da viscosidade com cisalhamento constante. Essa condição não simula as etapas de aplicação real do produto em obra, trata-se apenas de uma característica avaliada empiricamente pelos laboratórios de desenvolvimento de produtos que visa à padronização do procedimento para o desenvolvimento e controle de qualidade do produto, como por exemplo, mistura mecânica do produto, e posteriormente, aplicação e transferência do mesmo para um determinado substrato.

O objetivo do estudo foi desenvolver uma metodologia para avaliar o perfil reológico das argamassas poliméricas em diferentes taxas de cisalhamento que simulam todas as etapas executadas em obra: mistura mecânica, aplicação imediata após mistura (transferência para um substrato), tempo em aberto e aplicação

após uma hora de mistura (tempo médio indicado pelos fabricantes de argamassas poliméricas para impermeabilização). Este projeto visa ainda otimizar tempo e proporcionar mais recursos no desenvolvimento de produtos, devido ao método, foco desse estudo, permitir avaliar a influência de cada matéria prima na formulação para desenvolver produtos com o mesmo desempenho em diferentes regiões do país.

### **Palavras-chave**

Argamassa polimérica, reologia, viscosidade.

# 1. INTRODUÇÃO

As argamassas poliméricas para impermeabilização são produtos especialmente desenvolvidos com o propósito de prevenir e reparar problemas de infiltração e/ou vazamento de água. São resistentes a pressão positiva e pressão negativa de água, utilizadas em áreas molhadas e molháveis como cozinhas, banheiros, muros de arrimo e reservatórios enterrados de água, conforme indicação do fabricante, e normalmente aplicadas com trincha ou brocha.



Figura 1. Utilização de argamassas poliméricas

De maneira geral, esses produtos são produtos bi componentes, composto por cimentos, areias e aditivos no componente pó, e uma resina polimérica dispersa em água no componente líquido.



Figura 2. Matérias primas utilizadas em argamassas poliméricas

A norma brasileira para argamassas poliméricas industrializadas para impermeabilização ABNT NBR 11905:2015 estabelece como requisito de desempenho que após a mistura, a consistência da argamassa deve manter-se estável por 1 hora, não podendo variar mais que 35% entre o valor de consistência Krebs unit (KU) inicial e final.

## **2. REOLOGIA**

A reologia é a ciência que estuda a resposta de um material provocada pela aplicação de tensões ou de deformações, pode se dizer, de modo simplificado, que a reologia avalia qual a força necessária (taxa de cisalhamento) para causar deformação ou escoamento de um determinado material.

As argamassas são concentrações de partículas sólidas (agregados) suspensos em um líquido viscoso que se comportam como fluidos não newtonianos, ou seja, sua viscosidade pode variar em função da taxa de cisalhamento aplicada.

A viscosidade das argamassas está associada a origem mineralógica do ligante, tamanho e formato dos agregados e tipo de aditivos utilizados em sua fabricação.

Apesar de amplamente utilizado e prevista em norma, a viscosidade Krebs representa uma taxa de cisalhamento média e não quantifica outras variáveis como facilidade de mistura, aplicação e escorrimento do produto após aplicado, por isso a importância de analisar o comportamento reológico em taxas de cisalhamento que compreendem toda a aplicação do produto.

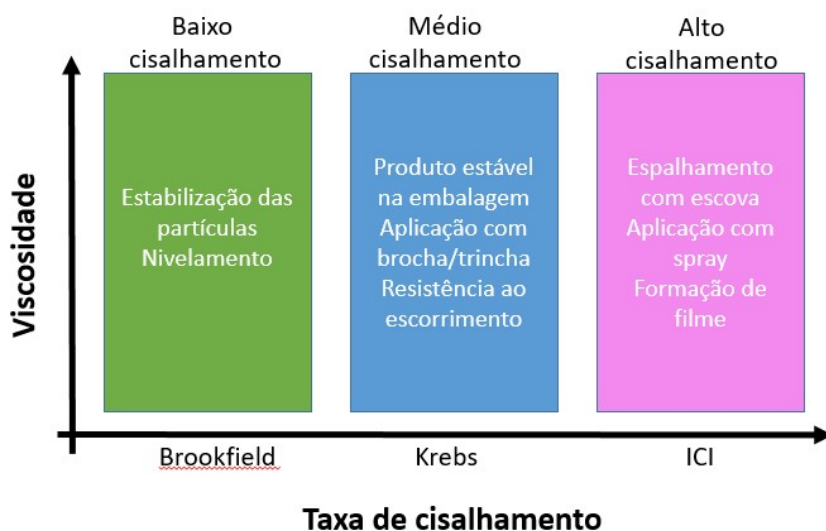


Figura 2. Relação viscosidade e taxa de cisalhamento



Figura 3. Relação aplicação e taxa de cisalhamento

### 3. MATERIAS E MÉTODO

#### 3.1. Materiais

##### 3.1.1. Cimento

Segundo a norma brasileira NBR 5732, cimento Portland é definido como o 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. Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto forno e/ou materiais carbonáticos. Nesse

trabalho, foram utilizados os cimentos CP II-E 40, CP III-40 RS e CP-V.

### 3.1.2. Agregados

Pode-se definir como agregados matérias granulares com variação dimensional e de propriedades que se adequam às necessidades em produtos ou obras associados à construção civil.

Os agregados possuem classificação de acordo com sua origem, composição, densidade e tamanho de partícula.

Nesse trabalho foi utilizado a areia fina malha 200 classificada como agregado miúdo de acordo com a norma NBR 7211: Agregado para concreto – Especificação.

Peneira		Retida
#	abertura (mm)	
# 50	0,300	0,13
# 60	0,250	0,14
# 100	0,150	7,91
# 150	0,105	48,39
# 200	0,075	36,17
# 325	0,045	6,86
Prato		0,40
Total		100,00

Tabela 1. Granulometria areia fina

### 3.1.3. Aditivos

De maneira geral, aditivos são componentes químicos adicionados a argamassa para modificar alguma propriedade da

mesma em seu estado fresco ou endurecido, e influencia diretamente no aspecto e desempenho do produto final.

Para esse projeto, estudou-se a influência dos aditivos plastificantes base policarboxilato, aditivo espessante base metil hidroxil etil celulose e aditivo retardador base ácido cítrico.

O objetivo principal de utilizar essas três categorias foi para entender a influência de cada matéria prima na viscosidade inicial e manutenção do tempo em aberto.

### **3.2. MÉTODO**

A metodologia de ensaio foi desenvolvida em um reômetro marca Anton Paar, modelo MCR 302, todos os ensaios foram realizados na temperatura padronizada de 25°C.

A primeira etapa consiste na homogeneização dos componentes pó e líquido da argamassa polimérica impermeabilizante, conforme descrito abaixo:

- Pesar previamente a quantidade 54,439g do componente pó em um recipiente e 15,554g de componente líquido no copo do reômetro;
- Adicionar o componente pó sobre o componente líquido no copo do equipamento e com o auxílio de uma espátula, realizar homogeneização dos componentes de forma leve;
- Acoplar o copo no reômetro e realizar a mistura por 3 minutos na taxa de cisalhamento de  $1000s^{-1}$  durante 3 minutos com uma hélice que simula um agitador.



**Figura 4 – Preparo da amostra**

A avaliação do comportamento reológico da mistura é realizada em duas etapas:

- 1) Varredura do cisalhamento → Avaliação global do comportamento reológico;
- 2) Varredura do tempo → Avaliação do comportamento reológico em função do tempo.

A primeira etapa tem como objetivo avaliar o perfil reológico da mistura enquanto a segunda etapa simula uma aplicação.

Para uma trabalhabilidade ideal, a viscosidade deve ser baixa com alta taxa de cisalhamento, isso proporciona ao material facilidade de mistura e homogeneização dos componentes, e fácil aplicação para o usuário. Deve conter ainda alta viscosidade com taxa de cisalhamento baixa, o que significa que o material não irá escorrer após aplicação em superfícies verticais.

Essa varredura de taxa de cisalhamento é repetida por 1 hora para avaliação do tempo em aberto da argamassa. O resultado final é mostrado como a evolução da viscosidade no  $t=0$  e  $t=1h$ .



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Influência do cimento

As amostras foram preparadas com a mesma formulação do componente líquido, alterando-se apenas a o tipo de cimento da formulação do componente pó.

No gráfico 1, é mostrado a relação entre a viscosidade ( $\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e tempo (minutos), e pode-se verificar a influência da alteração do cimento no comportamento do material.

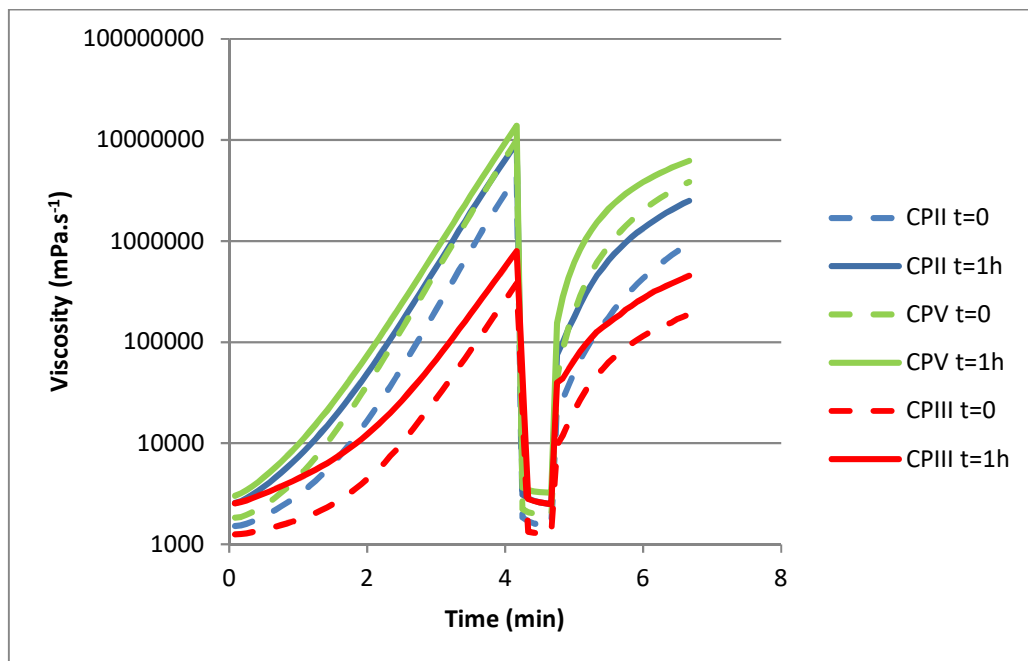


Gráfico 1 – Influência do cimento

Como já era esperado, todas as formulações apresentaram viscosidade maior após 1 hora comparando com a viscosidade inicial, devido a hidratação do cimento.

Observaram-se diferenças significativas no comportamento reológico da argamassa com alteração do cimento na formulação.

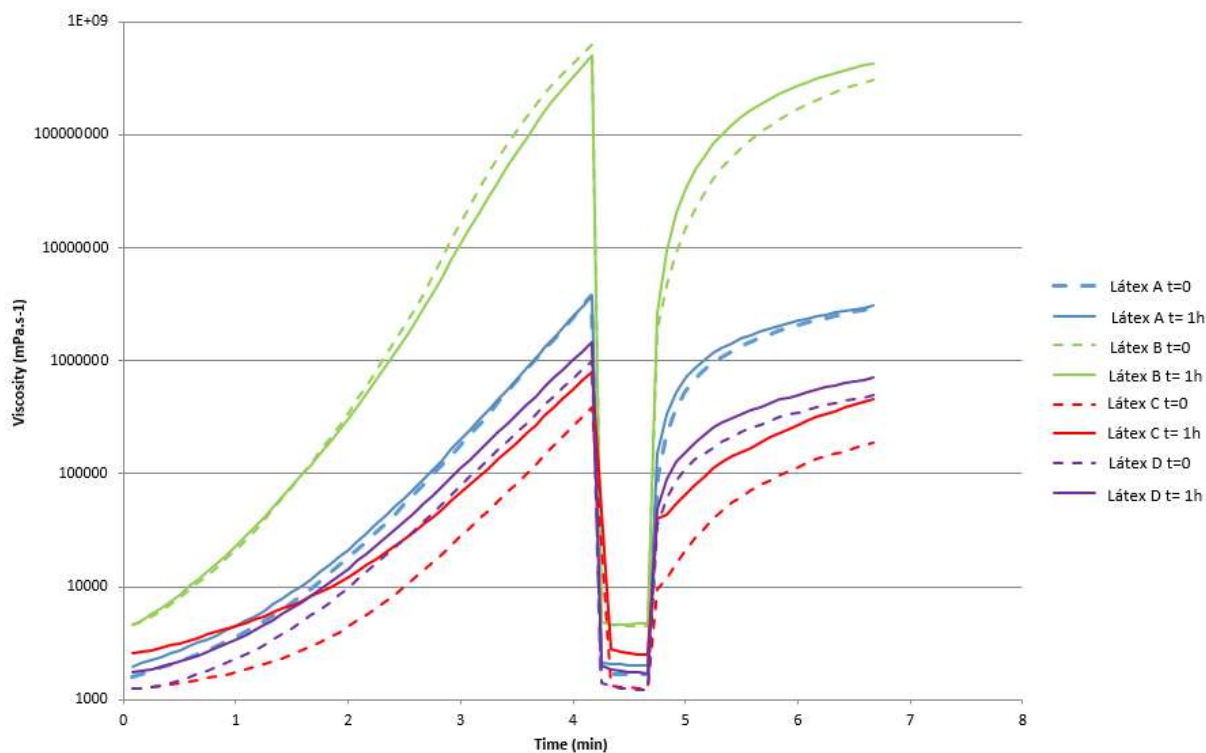
As formulações utilizando o cimento CP II e CP V apresentaram viscosidade maior do que a formulação com cimento CP III, resultado que mostra a forte influência da composição do cimento na viscosidade da argamassa.

#### **4.2. Influência do látex**

Nesse estudo foram testados 4 tipos de látex, todos indicados para aplicação em argamassa polimérica para impermeabilização com a mesma concentração de matéria ativa e de diferentes fornecedores.

Nas amostras analisadas, manteve-se a formulação do componente pó e apenas o tipo de látex no componente líquido foi alterado.

No gráfico 2, é apresentado a relação da viscosidade ( $\text{mPa}\cdot\text{s}^{-1}$ ) em relação ao tempo (minutos), e mostra a influência gerada pela alteração do látex na formulação do produto.



**Gráfico 2 – Influência do látex**

Neste estudo, observou-se a forte influência do látex no comportamento reológico do material.

A formulação utilizando o látex A, apresenta alta viscosidade inicial e final, mesmo após 1 hora de mistura, enquanto as demais formulações apresentam viscosidades próximas entre si. A formulação com látex C foi a que apresentou maior variação na viscosidade inicial e final.

### **4.3. Influência do aditivo plastificante**

As amostras foram preparadas com um plastificante de mercado base policarboxilato. Em todas as amostras manteve-se a formulação do componente líquido e variou-se a concentração do aditivo plastificante no componente pó.

No gráfico 3, está expressado a influência gerada pela alteração da concentração do aditivo plastificante na formulação do produto.

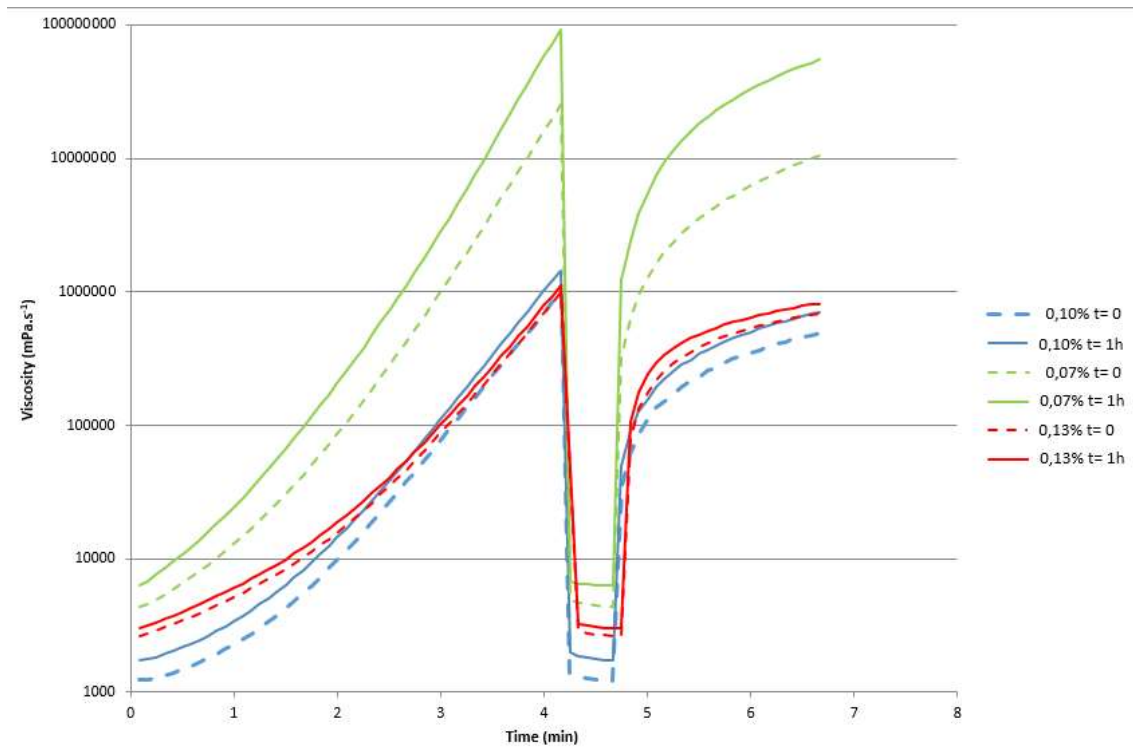


Gráfico 3 – Influência do aditivo plastificante

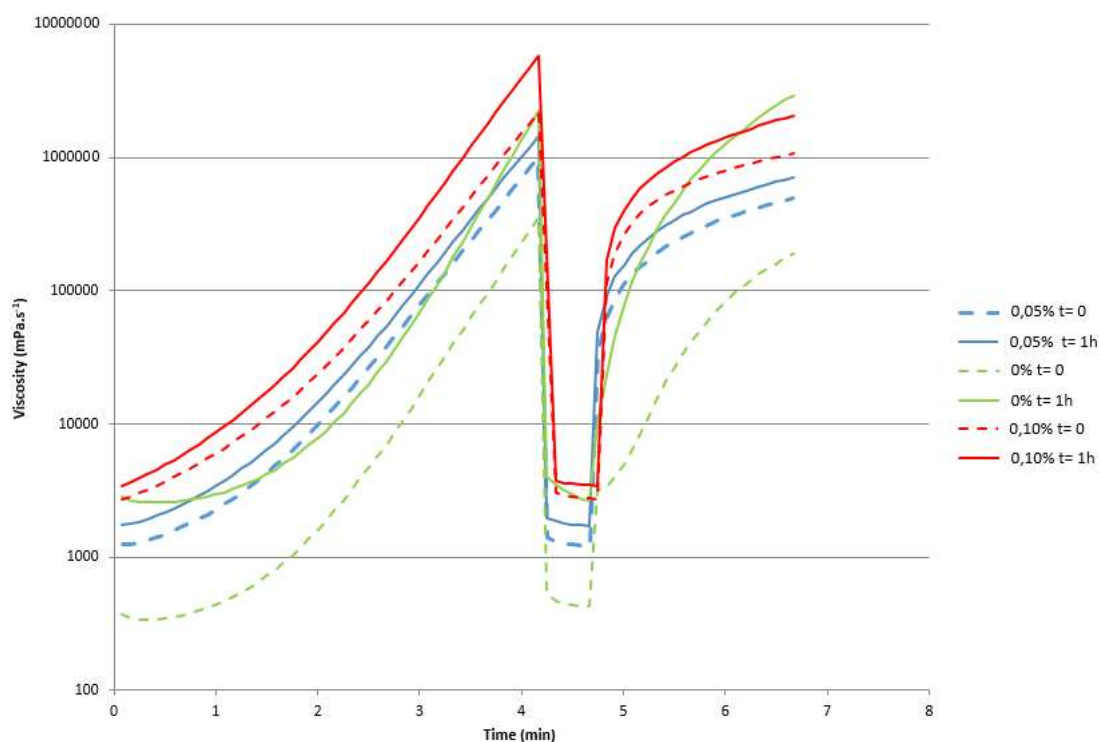
Como expectável, o produto com maior concentração de plastificante apresentou a menor variação na viscosidade após 1 hora. Nessa configuração de formulação, a concentração de saturação do plastificante foi de 0,10% pois não foi observado diferenças no comportamento reológico do material entre as formulações com 0,1 e 0,13%.

#### 4.4. Influência do espessante celulósico

As amostras foram preparadas com um espessante de mercado, base éter de celulose. Em todas as amostras a

manteve-se a formulação do componente líquido e variou-se a concentração do espessante celulósico no componente pó.

No gráfico 4, é mostrado a influência gerada pela alteração da concentração do aditivo celulósico no produto.



**Gráfico 4 – Influência do espessante celulósico**

A formulação com maior concentração de espessante celulósico apresentou maior viscosidade. Nessa configuração de formulação, a concentração de 0,05% apresentou menor variação na viscosidade após 1 hora, significando forte influência no controle da hidratação do cimento. A formulação sem espessante celulósico foi a que apresentou maior variação na viscosidade inicial e após 1 hora, evidenciando a interação do aditivo celulósico com o cimento.

#### 4.5. Influência de aditivo retardador

Para avaliar a influência do aditivo retardador, avaliou-se uma formulação sem ácido cítrico e uma formulação com 0,40% de ácido cítrico.

No gráfico 5, pode-se verificar a influência gerada pela adição do aditivo retardador no produto.

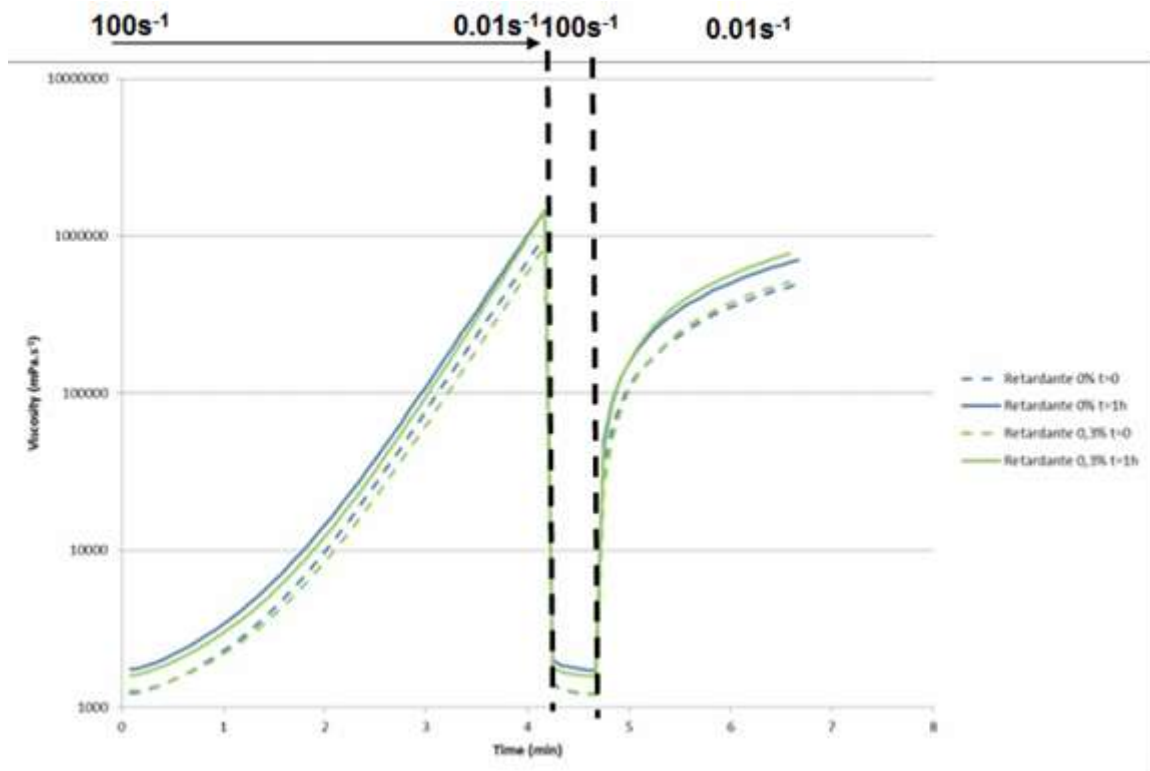


Gráfico 5 – Influência do aditivo retardador

Não se observou influência do ácido cítrico na viscosidade da formulação, as amostras com e sem o aditivo retardador mantiveram-se similares inicialmente e após 1 hora.

## 4.6. Definição da especificação

Duas formulações foram validadas através após aplicação em campo. Essas formulações foram definidas como a especificação do comportamento reológico por apresentarem trabalhabilidade e tempo em aberto satisfatório para aplicação de argamassas poliméricas impermeabilizantes.

A especificação da viscosidade compreende o range especificado no gráfico 6.

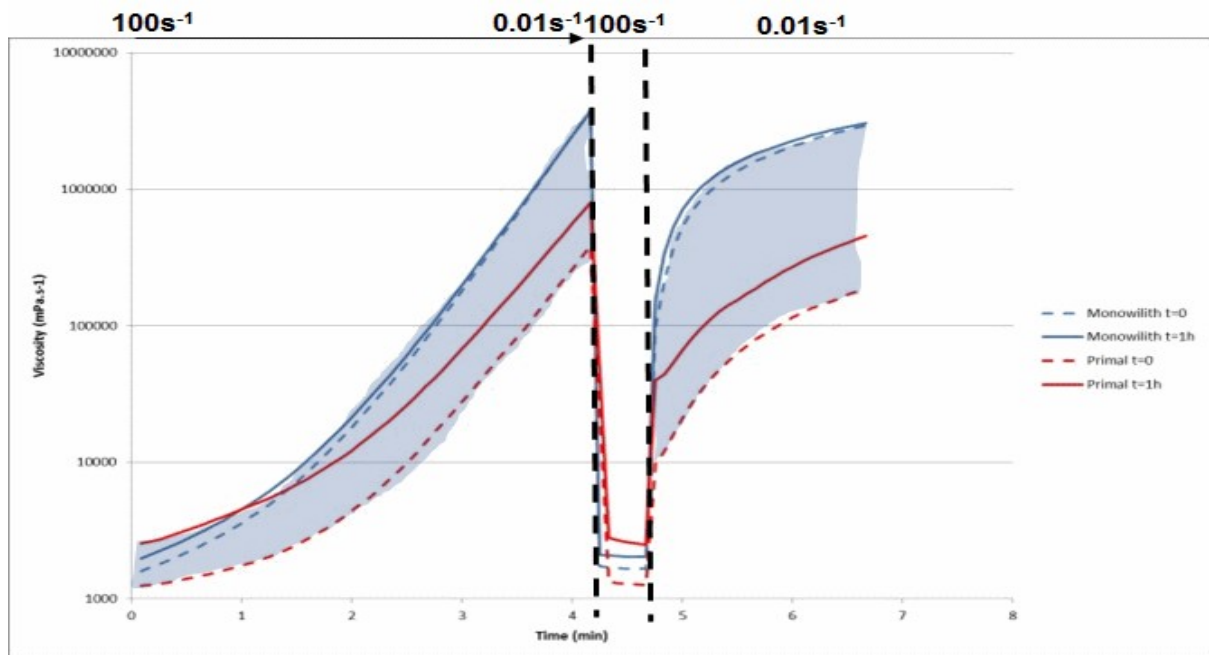


Gráfico 6 – Definição da especificação

## 5. CONCLUSÃO

Com o método proposto é possível avaliar a trabalhabilidade e tempo em aberto de argamassas poliméricas impermeabilizantes com pequenas quantidades de material de maneira mais eficiente pois é possível obter resultados quantitativos que representam todo o perfil do material desde a mistura até a aplicação. Dessa maneira é possível desenvolver formulações de forma mais ágil com diferentes matérias primas mantendo o mesmo perfil reológico (trabalhabilidade e tempo em aberto).

	Metodologia NBR 11905	Metodologia reômetro
Trabalhabilidade => tempo em aberto de 1 hora  => tixotropia	- Viscosidade UK e aplicação visual  - hora/homem: 2h  - quantidade de material necessária: 1 kg	- Comportamento reológico  - Hora/homem: 1h  - Quantidade de material necessária: 70g

Tabela 2. Tabela comparativa dos métodos

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bretas, R. E. S.; D'Ávila, M. A. **Reologia de Polímeros Fundidos**, São Carlos, Editora da UFSCar, 2000.

Navarro, R. F. **Fundamentos de Reologia de Polímeros**, Caxias do Sul, Educ, 1997.

<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=31&Cod=1685>



Instituto de  
Impermeabilização

<http://ibibrasil.org.br/>