



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL  
POLO UNIVERSITÁRIO DE GOIANÉSIA DO PARÁ**

**KESSIO RAFAEL DE SAMPAIO SILVA  
MARIA APARECIDA FEITOSA LOPES**

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE ADITIVOS DE MESMO TEOR E DIFERENTES  
FABRICANTES NO TEMPO DE INICIO DE PEGA E NA CONSISTÊNCIA DE  
TRAÇOS CIMENTÍCIOS**

**GOIANÉSIA DO PARÁ - PA  
2024**

KESSIO RAFAEL DE SAMPAIO SILVA  
MARIA APARECIDA FEITOSA LOPES

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE ADITIVOS DE MESMO TEOR E DIFERENTES  
FABRICANTES NO TEMPO DE INICIO DE PEGA E NA CONSISTÊNCIA DE  
TRAÇOS CIMENTÍCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil do Campus Universitário de Tucuruí da Universidade Federal do Pará, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Fernanda Pereira  
Gouveia.

GOIANÉSIA DO PARÁ - PA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F311e Feitosa Lopes, Maria Aparecida.  
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE ADITIVOS DE MESMO  
TEOR E DIFERENTES FABRICANTES NO TEMPO DE INICIO  
DE PEGA E NA CONSISTÊNCIA DE TRAÇOS CIMENTÍCIOS  
/ Maria Aparecida Feitosa Lopes, Kessio Rafael de Sampaio. —  
2019.  
XXVIII,28 f.

Orientador(a): Prof<sup>o</sup>. Dra. Fernanda Pereira Gouveia  
Coorientador(a): Prof. Não Tem  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade  
Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de  
Engenharia Civil, Tucuruí, 2019.

1. plastificantes. 2. retardadores de pega. 3. tempo de pega.  
4. consistência. 5. concreto usinado. I. Título.

CDD 624

---

KESSIO RAFAEL DE SAMPAIO SILVA  
MARIA APARECIDA FEITOSA LOPES


**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE ADITIVOS DE MESMO TEOR E DIFERENTES  
FABRICANTES NO TEMPO DE INICIO DE PEGA E NA CONSISTÊNCIA DE  
TRAÇOS CIMENTÍCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia Civil do Campus Universitário de Tucuruí da Universidade Federal do Pará, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Data da aprovação: 06/09/2024


Conceito: BOM

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **FERNANDA PEREIRA GOUVEIA**  
Data: 24/09/2024 14:34:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Fernanda Pereira Gouveia  
Orientadora  
CAMTUC / UFPA

Documento assinado digitalmente  
 **GRAZIELLE TIGRE DE SOUZA**  
Data: 23/09/2024 16:31:46-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>ª</sup>. Me. Grazielle Tigre de Souza  
Examinador Interno  
CAMTUC / UFPA

Documento assinado digitalmente  
 **THALES BERGSON MARTINS LIMA**  
Data: 23/09/2024 17:16:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Eng. Civil. Thales Bergson Martins Lima  
Examinador Externo  
Engenheiro Civil da Prefeitura Municipal de Goianésia do Pará/PA

## **AGRADECIMENTOS**

### **Por Kessio Rafael**

Neste primeiro momento quero agradecer imensamente a Deus por ter me proporcionado realizar o meu sonho de concluir o curso de Engenharia Civil, por não ter me abandonado em nenhum momento da minha vida e ter me tornado quem sou hoje, talvez não seja merecedor de tanto e ainda assim fui privilegiado por ter determinação, saúde e fé.

Agradeço à minha esposa Jeovana Quintana, que desde o início esteve ao meu lado, me apoiando e torcendo para que eu enfim concluísse mais uma jornada, juntos conseguimos enfrentar dificuldades que não nos impediu de permanecer juntos e seguimos firmes, minha filha Isadora foi o meu combustível, afinal os filhos são o principal objetivo de desejarmos uma vida melhor, uma profissão e um trabalho de excelência, para que assim possamos proporcionar uma vida com condições melhores.

Em geral à minha família, principalmente minha irmã Maria Aparecida, que esteve comigo nessa mesma caminhada, juntos fizemos nossa história, ela que me ajudou em todos os trabalhos, esteve nos momentos bons e ruins que o curso proporcionou, realizar o curso junto dela me fez perceber o quanto é importante termos pessoas que se importam perto, e o quanto nossa irmandade foi importante para que pudéssemos chegar até aqui, na oportunidade agradeço a meu pai Erasmo Lopes, minha mãe Francineide Araújo e minha tia Francisca que sempre me deram forças para continuar, e não menos importante minha sogra Cleonides Quintana, considerada uma mãe, que em todas as oportunidades me colocou em suas orações e nunca duvidou que eu conseguiria finalizar esse ciclo.

Aos meus amigos que tornaram leves os dias difíceis, estenderam a mão quando precisei, tiraram dúvidas quando surgiram, e não pouparam esforços para que todos conseguíssemos passar por cada semestre.

Enfim, agradeço a oportunidade que a faculdade me proporcionou, oferecendo um ensino de excelência juntamente com professores amplamente capacitados que de forma alguma mediram esforços para nos ensinar e repassar seus conhecimentos, todos aqui mencionados tiveram papéis importantes em todos os momentos do início ao fim, e tenho certeza que ficarão para sempre em minha memória, à todos minha eterna gratidão.

### **Por Maria Aparecida**

Esta página, sendo uma das últimas a ser escrita é indiscutivelmente uma das mais importantes. Ao escrevê-la, reflete-se sobre toda a jornada percorrida e reconhece a importância

das diversas pessoas que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para alcançar mais este objetivo. Assim, este espaço é merecidamente dedicado a todos que participaram desta etapa.

Primeiramente quero agradecer a Deus, que sempre me deu forças para chegar até aqui, sempre me abençoou em todas as etapas, abrindo caminhos e colocando as melhores pessoas nele.

Agradeço minha mãe Dona Francisca de Araújo, é quem realmente me deu apoio diretamente e que sempre acreditou em mim. Todas as conquistas também são dela, pois traçou esse caminho ao meu lado. Agradeço ao meu pai Erasmo Lopes da Silva que também nunca mediu esforços para me ajudar, e é o meu maior incentivador e sempre me deu forças para seguir nessa caminhada. Aos meus filhos Lázaro e Esther, que por vocês estou vencendo esse desafio que foi concluir um ensino superior, em busca de conhecimentos para um futuro melhor para nós.

Ao meu irmão Kessio Rafael os meus sinceros agradecimentos, sem seu companheirismo, sua união, sua boa vontade essa caminhada não teria sido da maneira que foi. Juntos estamos conseguindo vencer mais essa jornada das nossas vidas. Quero agradecer de modo geral à todos meus familiares, meu irmão Erasmo Filho, minha irmã Renata, meus sobrinhos, minhas cunhadas, as avós dos meus filhos, as minhas comadres. Todos vocês tiveram uma participação muito especial. Sou muito grata de coração a todos vocês.

As minhas amigas da faculdade sou agradecida por ter tido vocês ao longo desse curso ao meu lado, fizemos histórias boas e as levarei para o resto da minha vida.

Finalizando assim os agradecimentos prestamos nossos votos de estima à nossa orientadora Dr. Fernanda Gouveia pela paciência, dedicação e por ter acreditado em nossa pesquisa e ter nos passado um pouco do seu conhecimento.

Estamos imensamente gratos à equipe do laboratório: ao Marcos, Francilene, Lucas e Hiago por ter nos acolhido de maneira amigável e nos ajudado em todos os ensaios.

À toda instituição de ensino, aos professores em geral, em destaque a Mestre Grazielle Tigre que foi mais que um mestre, sempre mostrando disponível e nos passando seus conhecimentos nossos agradecimentos.

Por último, não menos importante dedicamos nossos agradecimentos ao nosso irmão falecido, Kassio Ricardo, que antes de partir, mesmo distante sempre nos mostrou total apoio em nossa jornada e sempre mostrou orgulho de nós. A saudade que você deixou nunca será superada, mas sabemos que onde estiver você estará feliz em ver seus irmãos concluindo mais uma etapa da vida.

## RESUMO

Os aditivos plastificantes e retardadores de pega são bastante utilizados em dosagens visando garantir trabalhabilidade adequada à obra e demora na secagem. No entanto, a utilização destes materiais requer um estudo prévio para a escolha do melhor teor e atendimento das especificações das obras. A partir da experiência do Laboratório de Engenharia Civil da UFPA em consultorias de dosagens à empresas de fornecimento de concreto usinado, observou-se que algumas concreteiras não realizam estes estudos e acabam utilizando traços já existentes, sem levar em conta a influência do tipo do fabricante ou até mesmo, o tipo de cimento. Logo, o objetivo da pesquisa é demonstrar o que ocorre no tempo de pega e na consistência de traços cimentícios, quando se varia o tipo do aditivo e o tipo de cimento, evitando assim resultados de dosagens não conformes com o esperado pelo cliente. Para tal foram realizados, primeiramente, ensaios de tempo de pega, conforme ABNT NBR 16607/2018, em pastas compostas por três aditivos com mesmo teor (A, B e C) e dois cimentos utilizados na região, (CP-II-E-32 e CPIV-RS-32) e no segundo momento, ensaios de índice de consistência foram elaboradas em traços de argamassas, conforme ABNT NBR 7215/2019, utilizando os mesmos materiais do tempo de pega, para assim, avaliar quais as implicações no tempo de início da pega e no espalhamento da argamassa. Concluiu-se que para cimentos iguais, mesmo utilizando teores de aditivos semelhantes nos traços, os tempos de pega variaram bastante, revelando que o tipo de fabricante influencia nos resultados e; traços com mesmo teores, mas com cimentos diferentes, também se comportam diferente na pega. A consistência dos traços também sofreram alterações, analisando os aspectos tipo de fabricante e tipo de cimento, reforçando assim, a importância de realizar estudos prévios e específicos para a necessidade da obra, reduzindo assim problemas na etapa de aplicação de concretos, por exemplo.

Palavras Chaves: plastificantes; retardadores de pega, tempo de pega; consistência, concreto usinado.

## **ABSTRACT**

Plasticizing and setting-retardant additives are widely used in dosages to ensure adequate workability for the work and slow drying. However, the use of these materials requires prior study to choose the best content and meet the specifications of the work. Based on the experience of the Civil Engineering Laboratory of UFPA in providing dosage consultancy to companies that supply ready-mixed concrete, it was observed that some concrete companies do not perform these studies and end up using existing mixes, without taking into account the influence of the type of manufacturer or even the type of cement. Therefore, the objective of the research is to demonstrate what happens to the setting time and consistency of cement mixes when the type of additive and the type of cement are varied, thus avoiding dosage results that do not comply with the customer's expectations. To this end, setting time tests were first performed, in accordance with ABNT NBR 16607/2018, on pastes composed of three additives with the same content (A, B and C) and two cements used in the region (CP-II-E-32 and CPIV-RS-32). Secondly, consistency index tests were performed on mortar mixes, in accordance with ABNT NBR 7215/2019, using the same materials as the setting time, in order to assess the implications on the time taken to start setting and on the spreading of the mortar. It was concluded that for the same cements, even using similar additive contents in the mixes, the setting times varied greatly, revealing that the type of manufacturer influences the results and that mixes with the same contents, but with different cements, also behave differently in the setting. The consistency of the mixes also underwent changes, analyzing the aspects of manufacturer type and cement type, thus reinforcing the importance of carrying out prior and specific studies for the needs of the work, thus reducing problems in the concrete application stage, for example.

**Keywords:** plasticizers; setting retarders, setting time; consistency, ready-mix concrete.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>10</b>
2.1.1	Determinação do tempo de início de pega.....	11
5.1.2	Ensaio de índice de consistência de argamassas.....	12
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Efeitos dos aditivos no tempo de pega das pastas dos cimentos estudados.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Efeito dos aditivos no Índice de Consistência das argamassas estudadas.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>16</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>18</b>
	<b>APÊNDICE A – DETERMINAÇÃO DA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL CPII-E -32.....</b>	<b>20</b>
	<b>APÊNDICE B – RESULTADOS DOS TEMPOS DE PEGA DA PASTA DE CIMENTO CPII-E-32.....</b>	<b>21</b>
	<b>APÊNDICE C – RESULTADOS DOS TEMPOS DE PEGA DA PASTA DE CIMENTO CPIV-32-RS.....</b>	<b>25</b>
	<b>APÊNDICE D – LEITURA DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA DAS PASTAS CPII-E-32 E CPIV-RS-32.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os aditivos são substâncias incorporadas às misturas de concreto ou argamassa com o propósito de melhorar certas características fundamentais ou corrigir deficiências que não podem ser resolvidas com os materiais básicos. Sua finalidade inclui aumentar a trabalhabilidade ou plasticidade, reduzir o consumo de material, acelerar ou retardar o tempo de endurecimento, reduzir a retração e aumentar a durabilidade (Munhoz, 2008).

Conforme a norma de aditivos, a ABNT NBR 11768-1(2019), estes materiais são definidos como produtos adicionados e misturado no concreto ou na argamassa, em quantidade geralmente não superior a 5% da massa de ligante total contida no concreto, com o objetivo de modificar suas propriedades no estado fresco e/ou no estado endurecido.

Os aditivos que conhecemos hoje surgiram no século passado, e ao longo das últimas décadas, passaram por um grande processo de aperfeiçoamento. Hoje em dia, esses aditivos são importantes nas preparações e dosagens de concretos para a construção civil (Valin e Chiquita, 2020). Conforme a ABNT NBR 11768-1/2019, estes materiais são classificados em onze tipos, de acordo com a sua funcionalidade, sendo os aditivos redutores de água (plastificantes) e retardadores de pega os produtos mais consumidos pelas empresas de concreto usinado (concreteiras).

O concreto usinado é dosado, misturado em equipamentos estacionário ou em caminhão betoneira, transportado por este último ou outro tipo de equipamento, dotado ou não de agitação, ocorrendo a entrega antes do início de pega do concreto, em local e tempo determinados, para que se processem as operações subsequentes à entrega, necessárias à obtenção de um concreto endurecido com as propriedades pretendidas (ABNT NBR 7212, 2012).

No caso dos aditivos plastificantes, o Manual técnico (2000) complementa que são produtos cuja função principal é reduzir a água de amassamento para a mesma trabalhabilidade, além de melhorar a coesão, a homogeneidade e diminuir a retração. Basicamente diminuem a tensão superficial da água, com a conseqüente dispersão da mesma, proporcionando um melhor aproveitamento do gel do cimento. Reduzem a quantidade de água, resultando em aumento da resistência, menor consumo de cimento e diminuição da retração.

Estes aditivos são divididos em tipo 1, sendo estes os plastificantes ou aditivos multifuncionais e o tipo 2, que são aditivos superplastificantes. Newman e Choo (2003) comentam que os aditivos redutores de água do tipo 1, que têm como base principal o lignossulfonato (LGS) - um polímero natural presente na madeira, podem ser combinados com

aditivos retardadores de pega. Os do tipo 2 podem ter bases químicas formadas por policarboxilato (PCEs) e são considerados, segundo Flatt et al. (2016) aditivos de última geração.

Diversas bases químicas podem ser empregadas como aditivos plastificantes, sendo os lignossulfonatos e os gluconatos os mais comuns. Os dois principais grupos de aditivos redutores de água são: a) ácidos lignossulfônicos e seus sais, e b) ácidos carboxílicos hidroxilados e seus sais (Neville, 2015). Porém no Brasil, o uso de gluconato é limitado devido ao seu elevado custo e à dificuldade de aquisição, já que é um produto importado. As bases químicas mais utilizadas no país são os lignossulfonatos de cálcio e sódio, que possuem produção nacional (Corrêa, 2010).

A determinação da consistência pode ser feita em argamassas ou concretos. Em traços de argamassas é realizada por meio da ABNT NBR 7215-2019, onde são descritos os procedimentos para a realização do ensaio de consistência em argamassas de cimento Portland. O anexo A dessa norma especifica o método do abatimento do tronco de cone, também conhecido como "slump test", que avalia a fluidez da mistura. Esse ensaio é fundamental para garantir que a argamassa atenda aos requisitos de trabalhabilidade e desempenho necessários para aplicação em obra.

Quando a avaliação é voltada para concretos, o ensaio padrão é o abatimento do tronco, e que posteriormente é retirado verticalmente, deixando o concreto adensar. Mede-se a distância entre o topo do concreto e o bastão apoiado na "boca" do cone; esta distância indica se a consistência do concreto é mais seca ou mais fluida, por exemplo.

No caso dos aditivos retardadores de pega, conforme Valin Jr e Chiquita (2020) estes materiais prolongam o tempo durante o qual o concreto fresco pode ser transportado, lançado e adensado, mantendo a mistura plástica por um período mais longo. Isso é essencial para concretos concreto pré-misturado, ou seja, concreto usinado, garantindo tempo suficiente para o transporte do material fresco da usina até o local de entrega. Silva (1985) afirma que a ação destes aditivos depende do tipo de cimento e da temperatura ambiente.

Garcia, Oliveira, Pandolfelli (2007) complementam que estes aditivos, quando adicionadas ao concreto, atrasam o processo de hidratação do cimento e retardam o seu endurecimento. Em termos gerais, o seu mecanismo de atuação deve-se ao aumento do tempo necessário para que o processo de dissolução das fases anidras do cimento atinja as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$  necessárias para iniciar o período de indução (saturação da solução).

Neville (2013), por sua vez, define que "pega" é um termo utilizado para descrever o

início do enrijecimento da pasta de cimento, ou seja, o momento em que a pasta deixa de ser plástica e começa a se tornar rígida e variam, conforme Fusco (2018) em um intervalo de 0,5 a 1 hora. De acordo com Santos e Costa (2008) o tempo inicial de pega do cimento puro é de cerca de 1h:30min.

A ABNT NBR 16607:2018 apresenta a metodologia da terminação dos tempos de início e fim de pega do cimento, sendo o de maior interesse ao construtor o início da pega, uma vez que deve ser garantido um lançamento do traço antes da etapa de enrijecimento. O ensaio utiliza do aparelho de Vicat que é composto por uma agulha que penetra em um corpo de prova de pasta de cimento. O tempo de início de pega é o tempo, desde o momento em que o cimento e a água entram em contato, até o momento em que a agulha de Vicat penetra na pasta de cimento a  $(6 \pm 2)$  mm da placa-base de ensaio.

Neste contexto, tem-se o objetivo da pesquisa que é demonstrar os efeitos dos aditivos de mesmo teor e fabricantes diferentes, nas propriedades de tempo de início de pega de pastas e consistência de argamassas, variando-se também o tipo de cimento, sendo esta uma análise preliminar já que não foram realizados os referidos ensaios nos traços de concreto.

Espera-se que a pesquisa auxilie no entendimento das empresas locais acerca da importância de realizar avaliações prévias com os materiais selecionados para os traços de concreto requeridos, deixando de lado a crença de que basta utilizar uma carta traço usual e substituir pelo aditivo escolhido que o resultado da pega e consistência será o mesmo.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa foram produzidas pastas e argamassas variando-se os aditivos e o cimento. O cimento foi o CII-E-32 da Poty, composto com escória granulada de alto forno e o CIII-32, cimento Portland pozolânico da marca Poty também. Estes aglomerantes foram selecionados devido à sua ampla comercialização na região de estudo.

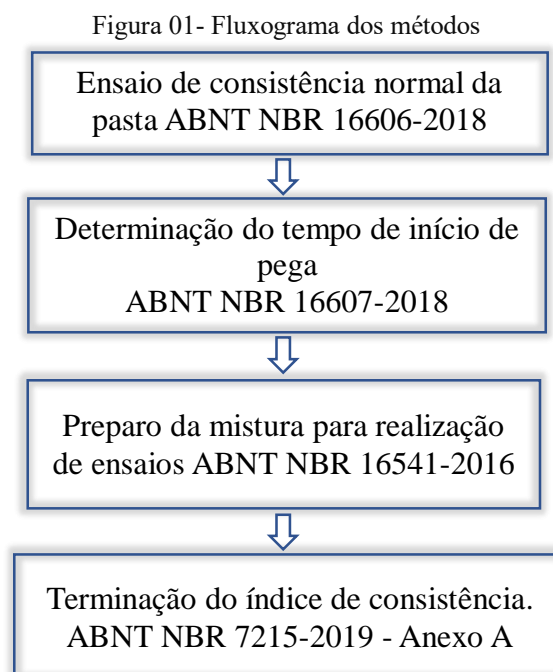
Os aditivos selecionados foram de fabricantes distintos, sendo estes os mais utilizados na região de estudo: (A) plastificante/redutor de água de pega normal, com teor recomendado pelo fabricante variando entre 0,3% e 1,2%; (B) plastificante e retardador de pega, com teor recomendado pelo fabricante, 0,15% a 0,60%; e (C) plastificante e retardado de pega, 0,30% a 0,80%.

A água utilizada para o ensaio de tempo de pega foi destilada, conforme indicado pela ABNT NBR 16605:2017 e para a produção dos traços de argamassas, a água aplicada foi a obtida da rede de abastecimento.

Nos traços de argamassa a areia utilizada foi adquirida na Jazida Nova Esperança de Breu Branco-PA, apresentando  $DMC = 4,8$  mm e  $MF = 2,5$ , classificando-se como uma areia média, conforme a norma ABNT NBR 17054-2022. Proveniente da jazida Nova Esperança, no município de Breu Branco – PA, esta areia é amplamente utilizada no mercado local, garantindo a disponibilidade do material necessário para os ensaios.

## 2.1 Métodos

Os métodos adotados na pesquisa contemplaram a produção das pastas necessárias ao ensaio de tempo de início de pega, realizada de acordo com a ABNT NBR 16607:2018. Previamente a este ensaio realizou-se o ensaio de consistência da pasta, para determinar a quantidade de água necessária para a obtenção de pastas padrão. Na sequência foram preparados traços de argamassas para a avaliação do índice de consistência conforme orientações da ABNT NBR 7215:2019 (ANEXO A). A Figura 01 apresenta o fluxograma dos ensaios realizadas na pesquisa.

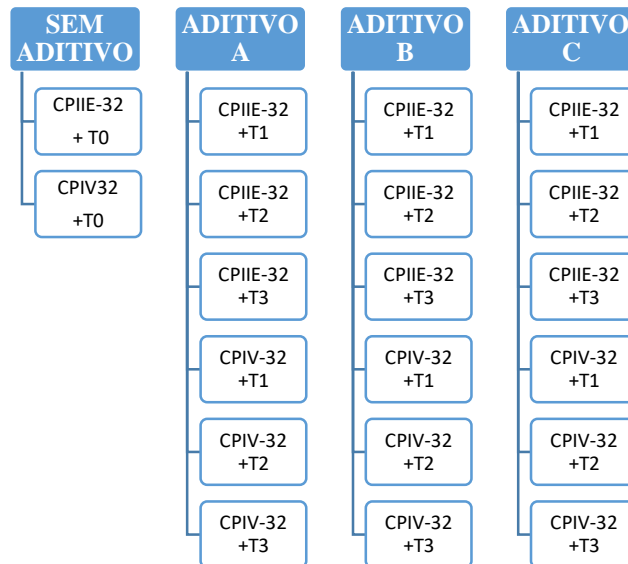


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No ensaios tempo de início de pega, foram elaboradas quatro composições de pastas: sem aditivo (T0), com teor mínimo do aditivo (T1), teor médio de aditivo (T2) e teor máximo

(T3), baseado nas recomendações dos fabricantes. Dois grupos de pastas foram formados, um com o cimento portland com escoria e outro com o cimento portlan pozolânico. Cada traço foi feito em duplicata, totalizando 40 corpos de prova.

Figura 02 - Composições das pastas para o ensaio de tempo de início de pega.



Fonte: Dos autores (2024).

No ensaio de consistência da argamassa, foram elaborados quatro composições de argamassa: sem aditivo (T0), com teor mínimo do aditivo (T1), teor médio de aditivo (T2) e teor máximo (T3), baseado nas recomendações dos fabricantes. Dois grupos de argamassa foram formados, um com o cimento portland com escoria granulada de alto forno e outro com o cimento portland pozolânico. Cada traço foi feito em duplicata, totalizando 40 corpos de prova (Figura 02).

### 2.1.1 Determinação do tempo de início de pega das pastas experimentais.

Antes de iniciar o ensaio de determinação do tempo de início de pega, foi necessário determinar a consistência da pasta, pois a norma ABNT NBR 16607:2018, que trata desse ensaio, não especifica a quantidade de água a ser utilizada. Para isso, realizaram-se os procedimentos descritos na ABNT NBR 16606:2018, que define o ensaio de consistência normal da pasta, que conforme a norma é aquela que a sonda de Tetmajer penetra e estaciona a  $(6 \pm 1)$  mm da placa-base do molde tronco-cônico (Figura 2) Após realizar esse procedimento, foi determinada a quantidade de água ideal para cada cimento: 160g de água para 500g de cimento CPIPE-32 e 175g de água para 500g de cimento CPIV-32.

Figura 03 - a) Misturador Mecânico, b) Leitura com a sonda Tetmajer.



Fonte: Dos autores (2024).

Com base nos valores de consistência obtidos, o traço de referência utilizado no ensaio de tempo de início de pega foi a mistura sem aditivos (T0). A partir desse ponto, as pastas foram modificadas com a adição de aditivos.

Após o procedimento de mistura, para realizar o ensaio de tempo de início de pega, o molde com a pasta foi colocado sob a agulha de Vicat, que foi solta lentamente. Logo após a agulha penetrar verticalmente na pasta, aguardou-se 30 segundos para a primeira leitura, registrada em milímetros. O tempo do ensaio começou a ser contado a partir do momento em que a água entrou em contato com o cimento. Após essa primeira medição, houve um intervalo de 1 hora antes de repetir o ensaio de penetração. A cada medição a agulha ia sendo reposicionada em pontos diferentes e suficientemente distantes da primeira medição. Após cada leitura, a agulha de Vicat foi devidamente limpa. A Figura 04 ilustra uma leitura do ensaio em andamento e o corpo de prova após ensaio finalizado.

Figura 04- Aparelho Vicat para o ensaio de tempo de início de pega e aspecto do corpo de prova após finalização do ensaio.



Fonte: Dos autores (2024).

### 2.1.2 Determinação do índice de consistência das argamassas experimentais

Primeiramente foram elaborados os traços de argamassa na proporção de 1:4 em massa (500g de cimento para 2000g de areia), utilizando-se 300g de água, o que resulta em uma relação água/cimento (fa/c) de 0,6. Com o traço definido, todo o material foi adicionado à argamassadeira, seguindo os procedimentos de mistura de acordo com a ABNT NBR 16541:2016. Após a preparação do traço, realizou-se o ensaio de consistência conforme a ABNT NBR 7215:2019. A Figura 05 ilustra o procedimento do ensaio, que, segundo a norma, consiste em preencher o molde com a argamassa em três camadas. Na primeira camada, aplicaram-se 15 golpes com o soquete; na segunda, 10 golpes; e na terceira, 5 golpes. Após isso, a borda superior do molde foi limpa e alinhada com o auxílio de uma régua.

Figura 05- Sequência de procedimentos do ensaio de índice de consistência.



Fonte: Dos autores (2024).

Em seguida, o molde foi retirado e a manivela foi acionada 30 vezes para medir a consistência. Após o abatimento, a leitura foi realizada com o auxílio de uma régua, conforme ilustrado na Figura 06. O índice de consistência foi registrado na planilha de ensaio.

Figura 06- Misturando os materiais para a obtenção da pasta de cimento.

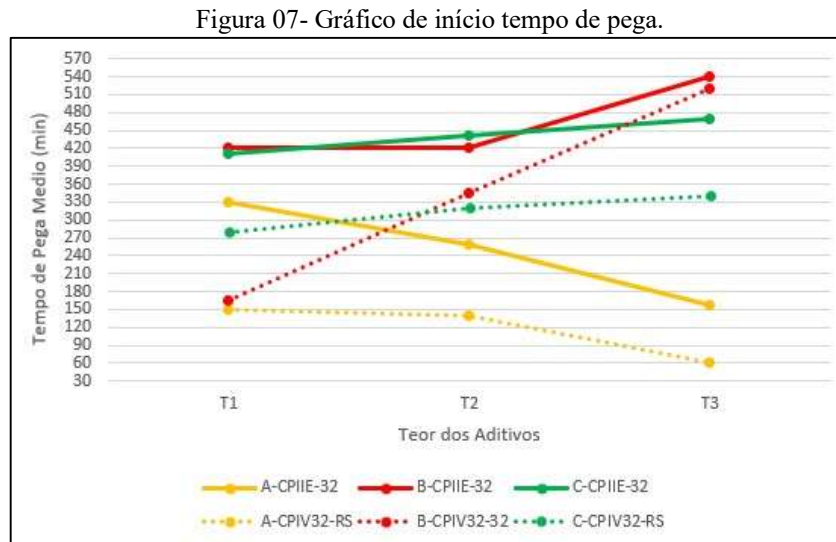


Fonte: Imagem própria (2024).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Ensaio de tempo de pega das pastas experimentais

Estão apresentados os resultados dos tempos de início de pega das pastas elaboradas variando-se o tipo e os teores dos aditivos, dados os dois tipos de cimento, de acordo com a Figura 07.



Fonte: Dos autores (2024).

Observa-se que em todas as composições de pastas com os aditivos plastificantes retardadores (aditivos B e C), o aumento dos teores resultou em uma maior ampliação do tempo de pega, conforme esperado, haja vista a funcionalidade destes aditivos.

Comparando o desempenho entre B-CPIIE-32 e C-CPIIE-32, no T1 e T2 tiveram praticamente os mesmos resultados, já no T3 houve um aumento do aditivo B-CPII-32, em relação ao C-CPIIE-32. Já no traço C-CPIV32-RS, no T1 houve uma grande diferença de tempo em relação ao traço B-CPIV32-RS, porém nos T2 e T3 o traço B-CPIV32-RS seu desempenho foi melhor. Ressaltando-se que os dois tem a mesma função, apenas são de fabricantes diferentes.

No caso do aditivo de pega normal (A), em combinação com os dois cimentos, ocorreu aceleração do tempo de pega, à medida que se aumentou o teor do aditivo, o tempo de pega sofreu redução. Neville (2015) comenta que à medida que se incrementa a dosagem de aditivos químicos na argamassa, observa-se uma tendência de aceleração na secagem da pasta, ainda que o tempo de pega permaneça dentro dos parâmetros normais. Esse fenômeno ocorre devido à redução da quantidade de água livre disponível na mistura, o que promove uma aceleração no processo de hidratação das partículas de cimento.

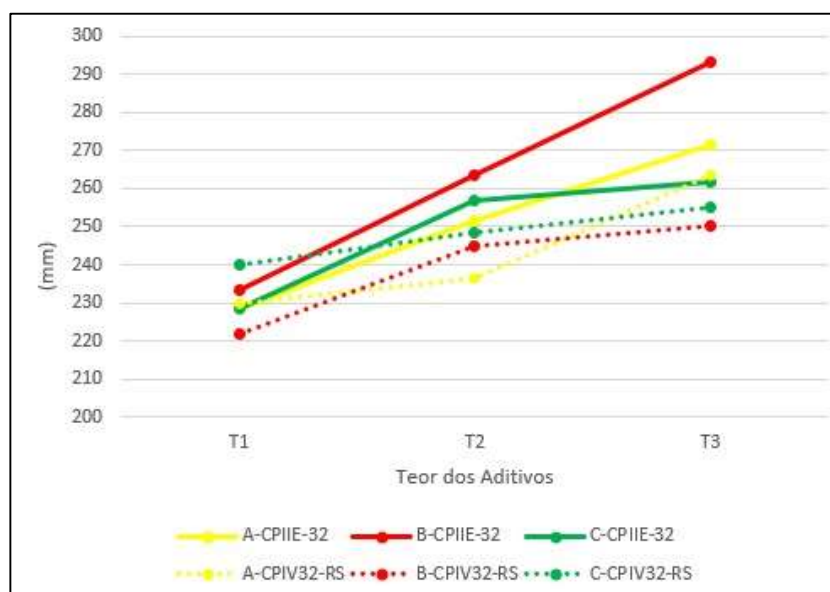
Logo, isso indica um ponto de alerta aos usuários do produto, no que se refere a ter ciência de que quanto mais aditivo A, mais rápido enrijecimento da pasta de cimento. E dependendo da distância entre a concreteira e o ponto de aplicação, pode haver transtornos na garantia da concretagem dos elementos.

Analisando o tipo do cimento, o pozolânico (CPIV RS 32), apresentou secagem mais rápida do que o cimento com pouca poçalana (CPII-E 32), ou seja, enrijecimentos mais cedo. O cimento CPII-E-32 tem maior tempo de pega em relação ao CPIV 32. Segundo Mehta & Monteiro (2014) a adição de pozolanas, como o metacaulim e as cinzas volantes, reduz o calor de hidratação e, ao mesmo tempo, pode aumentar a taxa de evaporação da umidade superficial. Isso contribui para um endurecimento mais precoce, embora o desenvolvimento completo das propriedades mecânicas ocorra de forma mais lenta em relação aos cimentos sem adição de pozolanas. Neville (2015) explica que a secagem mais rápida do cimento pozolânico pode ocorrer pela relação água/cimento, a quantidade reduzida de água livre pode levar a uma evaporação mais rápida da umidade superficial, dando a impressão de uma secagem mais rápida.

### 3.2 Índice de Consistência das argamassas experimentais

São apresentados os resultados dos índices de consistência das pastas produzidas com a combinação dos dois tipos de cimento e dos três aditivos, variando o tipo e os teores dos aditivos conforme mostrado no gráfico da Figura 08.

Figura 08- Gráfico de índice de consistência



Fonte: Dos autores (2024).

Todos os três aditivos são plastificantes e analisando os efeitos na consistência de argamassas testadas, verificou-se que para todas as composições, o aumento do teor do aditivo, implicou no maior espalhamento da argamassa, ou seja, redução da consistência, aumentando a fluidez das composições. Este comportamento demonstrou ser coerente, dada a finalidade dos aditivos testados.

Comparando o efeito dos aditivos, o traço B-CPII-E32 apresentou o maior aumento no espalhamento, em relação aos demais traços, especialmente em T2 e T3. Um aumento significativo do espalhamento foi para o traço C-CPIV-32-RS, que superou os demais. Os traços com CPII-E-32, apresentaram os maiores valores de espalhamento, enquanto que o cimento CPIV-RS-32, demonstrou um comportamento menos pronunciado em relação ao CPII-E-32. De acordo com Mehta e Monteiro (2014) a adição de pozolanas pode reduzir a reatividade inicial, o que influencia diretamente o comportamento de espalhamento e trabalhabilidade das misturas cimentícias. Neville (2015) também apontam que os materiais pozolânicos interagem de forma diferente com os aditivos; a alteração na fluidez pode ser menos pronunciada, resultando em uma variação mais moderada na consistência da argamassa.

É importante mencionar também que a propriedade da consistência ou trabalhabilidade é dada por uma faixa de valores, por exemplo,  $120 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ , o que significa dizer que a argamassa ou o concreto pode apresentar 100 mm a 140 mm de slump. E olhando por este aspecto, as alterações entre os traços não ficaram tão díspares, quando se verifica os tempos de pega. Analisando o T1, o menor valor de espalhamento foi de 221 mm e o maior 240mm, ficando nesta variação de 20 mm. No T2 a diferença de espalhamento foi de 27 mm entre o maior e menor espalhamento. No T3 foi o que teve a maior diferença de valor de espalhamento, o menor valor foi de 250 mm e o maior de 300 mm, chegando numa diferença de 50 mm.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os resultados verificados para o tempo de início de pega das pastas avaliados demonstraram o quanto pode ocorrer variações no tempo de enrijecimento das pastas, quando se combina cimentos diferentes com aditivos diferentes, para os mesmos teores de aditivos.

Ainda, os traços com material pozolânico CPIV 32, apresentaram menor tempo de pega, em comparação com os cimentos CPII-E 32, haja vista a secagem mais rápida do traço. Sendo esta informação importante, principalmente em aplicações a longas distâncias.

A consistência das argamassas sofreu variação, demonstrando que o tipo de aditivo e o

cimento (dado um mesmo teor), influenciam no índice de consistência do material. Os traços com CII-E tiveram maiores consistências, independente dos aditivos testados, enquanto o cimento pozolânico combinado com os aditivos, teve menor desempenho no espalhamento. Logo, cada projeto de dosagem deve ser visto como um traço específico para aquela obra, possibilitando a previsão do comportamento da pega e da consistência.

Neste sentido, ratifica-se que o uso de cartas traço genéricas, por parte das concreteiras e construtoras, podem comprometer a etapa operacional da concretagem, haja vista que o desempenho do traço altera-se por uma simples mudança do fabricante, ou pelo tipo de cimento.

É mandatório realizar os ensaios laboratoriais antes de produzir o concreto, sendo necessário haver uma mudança de percepção das concreteiras e construtoras, principalmente as de menor porte, sobre este assunto, que muitas vezes negligenciam esta etapa de estudo de dosagem.

A pesquisa foi direcionada a um estudo preliminar, sendo necessário fazer tais avaliações das propriedades, já nos traços de concreto, haja vista que o foco é a produção de concreto usinado.

## REFERÊNCIAS

ABESC. Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem. **Manual Técnico**. São Paulo, 2000, Abesc.

\_\_\_\_\_. **Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos: NBR 11768-2:2019**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

\_\_\_\_\_. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação do índice de paredes e tetos — Determinação do índice de consistência: NBR 13276:2016**. Rio de Janeiro: ABNT 2016.

\_\_\_\_\_. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Preparo da mistura para realização de ensaios: NBR 16541-2016**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

\_\_\_\_\_. **Cimento Portland — Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos: NBR 7215:2019**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

\_\_\_\_\_. **Cimento Portland — Determinação de pasta de consistência normal: NBR 16606:2018**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

\_\_\_\_\_. **Cimento Portland – Requisitos: NBR 16697:2018**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

\_\_\_\_\_. **Cimento Portland – Determinação dos tempos de pega: NBR 16607:2018**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

CORRÊA, Augusto, **Estudo do desempenho dos aditivos plastificantes e polifuncionais em concretos de cimento portland tipo cpiii-40**, Niterói, p. (pág. 01 e pág. 149), 2010.

FLATT, R. J. et al. **Science and Technology of Concrete Admixtures: Chemistry of Chemical Admixtures**. Cambridge: Elsevier, 2016. 28 f.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do Concreto Estrutural**. São Paulo: PINI, 2008

GARCIA, OLIVEIRA, PANDOLFELLI, J; I; V, **Processo de hidratação e os mecanismos de atuação dos aditivos aceleradores e retardadores de pega do cimento de aluminato de cálcio**, Carlos-SP, 2007.

MUNHOZ, Fabiana Costa. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa**. dissertação de mestrado em engenharia de produção. universidade estadual Paulista. Bauru, 2008.

NEVILLE, A.M. **Tecnologia do Concreto**. Editora Bookman, 2º Edição, Porto Alegre-RS, 2013.

NEVILLE, A.M. **Propriedade do Concreto**. Editora Bookman, 5ª Edição, Porto Alegre-RS, 2015.

NEWMAN, John; CHOO, Ban Seng. **Advanced Concrete Technology: Constituent Materials**. Burlington: Elsevier, 2003. 8 f.

Santos, M. A. V. dos, & Costa, W. D. **ISOLAMENTO DE POÇOS – MISTURA ALTERNATIVA SEM AS LIMITAÇÕES DA PASTA COM CIMENTO PURO**. Águas Subterrâneas, 2008.

SILVA, Crislene, **Cais aditivadas com pozolana e cimento Portland**, Campina Grande-PB, 1985.

VALIN JR; CHIQUITA, M; A. **Uso de aditivo plastificante para concreto aplicado com mais de 150 minutos**, Proficiência periódica multidisciplinar do IFMT - campus Cuiabá, 2020.

**APÊNDICE A – DETERMINAÇÃO DA PASTA DE CONSISTENCIA NORMAL CPII-E-32**  
**E -32**

<b>Determinação da pasta de consistência normal CPII-E-32</b>								
<b>S/Aditivo</b>								
Cimento	Água	Leitura						
500g	160g	6mm						
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPII-E-32</b>								
<b>Aditivo A 0,3%</b>			<b>Aditivo A 0,75%</b>			<b>Aditivo 1,2%</b>		
Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura
500g	160g	2mm	500g	140g	7mm	500g	130g	9mm
500g	120g	35mm				500g	135g	6,5mm
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPII-E-32</b>								
<b>Aditivo B 0,15%</b>			<b>Aditivo A 0,375%</b>			<b>Aditivo 0,6%</b>		
Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura
500g	150g	6mm	500g	135g	4mm	500g	140g	5mm
500g			500g	133g	5mm			
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPII-E-32</b>								
<b>Aditivo C 0,30%</b>			<b>Aditivo C 0,55%</b>			<b>Aditivo C 0,8%</b>		
Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura
500g	150g	7mm	500g	140g		500g	135g	6mm
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPIV-RS-32</b>								
<b>S/Aditivo</b>								
Cimento	Água	Leitura						
500g	160g	20mm						
500g	170G	8mm						
500g	175mm	6mm						
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPIV-RS-32</b>								
<b>Aditivo A 0,3%</b>			<b>Aditivo A 0,75%</b>			<b>Aditivo 1,2%</b>		
Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura
500g	170G	2mm	500g	160g	15mm	500g	160g	5,5m
500g	165mm	7mm	500g	165g	3mm			
			500g	162,5g	5mm			
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPIV-RS-32</b>								
<b>Aditivo B 0,15%</b>			<b>Aditivo A 0,375%</b>			<b>Aditivo B 0,6%</b>		
Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura
500g	160G	5mm	500g	160g	11mm	500g	165g	5mm
				165g	5mm			
<b>Determinação da pasta de consistência normal CPIV-RS-32</b>								
<b>Aditivo C 0,30%</b>			<b>Aditivo C 0,55%</b>			<b>Aditivo C 0,8%</b>		
Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura	Cimento	Água	Leitura
500g	160g	10mm	500g	160g	7mm	500g	162g	1mm
500g	165g	7mm				500g	158g	5mm

## APÊNDICE B – RESULTADOS DOS TEMPOS DE PEGA DA PASTA DE CIMENTO CPII-E-32

04/06/2024

Tabela 1 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPII-E-32 - S/Aditivo T0							
Identificação da amostra		CPI		Identificação da amostra		CP2	
Horário que o cimento entra em contato com a água		14:55		Horário que o cimento entra em contato com		14:55	
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
15:30	0	28,8	62	15:30	0	28,8	62
16:00	0	28,6	57	16:00	0	28,6	57
16:30	0	29	67	16:30	0	29	67
17:00	1	28,8	63	17:00	1	28,8	63
17:20	4	28,7	59	17:20	4	28,7	59
Início de Pega		2 h e 25 min		Início de Pega		2 h e 25 min	

04/06/2024

Tabela 2 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPII-E-32 - Aditivo A- T1							
Identificação da amostra		CPI		Identificação da amostra		CP2	
Horário que o cimento entra em contato com a água		18:46		Horário que o cimento entra em contato com		18:46	
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
19:46	0	28,3	48	19:46	0	28,3	48
20:16	0	28,2	45	20:16	0	28,2	45
20:46	0	28,1	44	20:46	0	28,1	44
21:16	0	28	43	21:16	0	28	43
21:46	0	28	43	21:46	0	28	43
22:16	1	27,3	43	22:16	1	27,3	43
22:46	1	27,8	42	22:46	1	27,8	42
23:16	1	27,8	42	23:16	1	27,8	42
23:46	1,5	29	54	23:46	1,5	29	54
23:00	2,5	29	54	23:00	2,5	29	54
00:16	4	28,1	45	00:16	4,5	28,1	45
Início de Pega		5 h e 30 min		Início de Pega		5 h e 30 min	

05/06/2024

Tabela 3 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPII-E-32 - Aditivo A- T2							
Identificação da amostra		CPI		Identificação da amostra		CP2	
Horário que o cimento entra em contato com a água		08:20		Horário que o cimento entra em contato com		08:20	
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
09:20	0	27,8	54	09:20	0	27,8	54
10:20	1	27,6	51	10:20	1	27,6	51
10:30	1,5	27,6	51	10:30	1,5	27,6	51
10:40	2	27,6	50	10:40	1,5	27,6	50
10:50	2	27,7	50	10:50	1,5	27,7	50
11:00	2	27,7	55	11:00	1,5	27,7	55
11:20	2,5	27,5	52	11:20	2	27,5	52
11:40	4	27,8	60	11:40	4	27,8	60

Início de Pega	4h e 20 min	Início de Pega	4h e 20 min
04/06/2024			

**Tabela 4 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CII-E-32 - Aditivo A- T3**

Identificação da amostra	CP1			Identificação da amostra	CP2		
Horário que o cimento entra em contato com a água	12:27			Horário que o cimento entra em contato com	12:27		
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
13:27	1	27,6	51	13:28	1	27,6	51
14:15	1,5	27,7	52	14:16	1,5	27,7	52
14:45	3	27,7	52	14:46	3	27,7	52
15:05	6	28	57	15:05	6	28	57
Início de Pega	2 h e 38 min			Início de Pega	2 h e 38 min		

04/06/2024

**Tabela 5 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CII-E-32 - Aditivo B- T1**

Identificação da amostra	CP1			Identificação da amostra	CP2		
Horário que o cimento entra em contato com a água	15:45			Horário que o cimento entra em contato com	15:45		
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
16:45	0	28,3	66	16:45	0	28,3	66
17:45	0	28	56	17:45	0	28	56
18:45	0	28	66	18:45	0	28	66
19:45	0	28,5	67	19:45	0	28,5	67
20:45	0	28,4	67	20:45	0	28,4	67
21:45	2	28	70	21:45	1	28	70
22:15	3	29	72	22:15	2	29	72
22:47	5	29	72	22:45	3,5	29	72
				22:56	5	28,8	66
Início de Pega	7 h e 2 min			Início de Pega	7 e 11 min		

06/06/2024

**Tabela 6 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CII-E-32 - Aditivo B- T2**

Identificação da amostra	CP1			Identificação da amostra	CP2		
Horário que o cimento entra em contato com a água	09:35			Horário que o cimento entra em contato com	09:35		
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
10:35	0	27,6	54	10:35	0	27,6	54
11:35	0	27,4	56	11:35	0	27,4	56
12:35	0	27,3	52	12:35	0	27,3	52
13:35	0	27,5	53	13:35	0	27,5	53
14:35	1	27,5	50	14:35	1	27,5	50
15:05	1,5	27,6	49	15:05	1,5	27,6	49
15:35	1,5	27,7	50	15:35	2,5	27,7	50
15:55	2	27,7	49	15:55	3	27,7	49
16:05	2	27,8	54	16:05	5	27,8	54
16:15	2	27,9	57				
16:35	5	27,9	57				
Início de Pega	7 h			Início de Pega	6 h e 30 min		

06/06/2024

**Tabela 7 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CII-E-32 - Aditivo B- T3**

Identificação da amostra	CP1			Identificação da amostra	CP2		
Horário que o cimento entra em contato com a água	00:09			Horário que o cimento entra em contato com	00:09		
Leituras				Leituras			

Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
01:10	0	27,5	72	01:10	0	27,5	72
02:10	0	27,4	72	02:10	0	27,4	72
03:10	0	27,6	74	03:10	0	27,6	74
04:10	0	27,8	75	04:10	0	27,8	75
05:10	0	28	76	05:10	0	28	76
06:10	0	28,5	70	06:10	1,5	28,5	70
06:40	0,5	28	63	06:40	1,5	28	63
07:10	1	27,7	56	07:10	1,5	27,7	56
07:40	1	27,5	50	07:40	2,5	27,5	50
08:10	1,5	27,7	55	08:10	3	27,7	55
08:40	1,5	27,3	49	08:40	3	27,3	49
09:00	2,5	27,2	52	09:00	3,5	27,2	52
09:10	4	27,2	52	09:10	7,5	27,2	52
Início de Pega	9 h e 1 minuto			Início de Pega	9 h e 1 minuto		

06/06/2024

Tabela 8 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPII-E-32 - Aditivo C- T1							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
17:05	CP1			17:05	CP2		
18:05	0	29,9	54	18:05	0	29,9	54
19:05	0	28	55	19:05	0	28	55
20:05	0	28	57	20:05	0	28	57
21:05	1	28,9	66	21:05	0	28,9	66
22:05	2	29	75	22:05	0	29	75
22:35	2	29	75	22:35	1	29	75
23:05	2	29,1	74	23:05	1	29,1	74
23:35	2,5	29,1	79	23:35	1,5	29,1	79
00:05	4	29	80	00:05	2	29	80
				00:20	2	29	80
				00:30	2,5	29	80
				00:40	3	29	81
				00:45	4	29	80
Início de Pega	7 h			Início de Pega	7h e 40min		

07/06/2024

Tabela 9 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPII-E-32 - Aditivo C- T2							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
09:02	CP1			09:02	CP2		
10:02	0	27,8	56	10:02	0	27,8	56
11:02	0	27,8	58	11:02	0	27,8	58
12:02	1	28,5	68	12:02	1	28,5	68
13:02	1	28,1	58	13:02	1	28,1	58
14:02	1,5	28,1	64	14:02	2	28,1	64
14:38	5,5	28,1	55	14:38	5	28,1	55
Início de Pega	5h 36min			Início de Pega	5h e 36min		

07/06/2024

Tabela 10 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPII-E-32 - Aditivo C- T3							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
00:50	CP1			00:50	CP2		
01:50	0	29	80	01:50	0	29	80
02:50	0	29,1	80	02:50	0	29,1	80
03:50	0	29	81	03:50	0	29	81
04:50	0	28,9	79	04:50	0	28,9	79
05:50	0	28,8	78	05:50	0	28,8	78
06:50	2	29	77	06:50	2	29	77

07:20	2	28,9	74	07:20	2,5	28,9	74
07:50	2	28,3	60	07:50	2,5	28,3	60
08:20	2,5	27,9	52	08:20	2,5	27,9	52
08:40	6	27,8	48	08:40	8	27,8	48
Início de Pega	7h e 50 min			Início de Pega	7h e 50 min		

## APÊNDICE C – RESULTADOS DOS TEMPOS DE PEGA DA PASTA DE CIMENTO CPIV-32-RS

07/06 /2024

Tabela 1 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - S/Aditivo T0							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
16:40	0	28,4	60	16:40	0	28,4	60
17:10	2,5	28,3	55	17:10	1	28,3	55
17:30	3	28,4	58	17:30	2	28,4	58
17:42	6	28,3	58	17:42	4	28,3	58
Início de Pega				Início de Pega			
2 h e 2 min				2h e 2mim			

07/06 /2024

Tabela 2 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo A- T1							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
19:40	0	28,2	54	19:40	0	28,2	54
20:40	2	27,9	47	20:40	2	27,9	47
21:10	5	27,9	47	21:10	4	27,9	47
Início de Pega				Início de Pega			
2h e 30mim				2h e 30 mim			

07/06 /2024

Tabela 3 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo A- T2							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
22:50	0	27,7	47	22:50	0	27,7	47
23:50	2	27,6	44	23:50	1,5	27,6	44
00:00	3,5	27,6	44	00:00	2,5	27,6	44
00:10	6	27,6	44	00:10	4,5	27,6	44
Início de Pega				Início de Pega			
2h e20 min				2h e20 min			

08/06 /2024

Tabela 4 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo A- T3							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
10:30	0	27,6	60	10:30	0	27,6	60
11:03	5	27,6	60	11:03	5	27,6	60
Início de Pega				Início de Pega			
1 h				1h			

08/06 /2024

Tabela 5 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo B- T1							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
16:04	0	27,5	46	16:04	0	27,5	46
17:04	1,5	27,5	45	17:04	1	27,5	45

17:34	3	27,5	44	17:34	2	27,5	44
17:45	4	27,5	44	17:45	3,5	27,5	44
17:50	5,5	27,5	44	17:50	6	27,5	44
Início de Pega	2h e 46min			Início de Pega	2h e 46min		

08/06 /2024

Tabela 6 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo B- T2							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
CP1				CP2			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com a água			
18:18				18:18			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
19:18	0	27,6	46	19:18	0	27,6	46
20:18	0	27,4	43	20:18	0	27,4	43
21:18	0	27,3	44	21:18	0	27,3	44
22:18	0	27,3	52	22:18	1	27,3	52
23:18	1	27,2	60	23:18	2,5	27,2	60
23:48	2,5	27,2	62	23:48	3	27,2	62
3:58	3	27,2	62	23:58	5	27,2	62
00:10	5	27,2	62				
Início de Pega	5h e 52min			Início de Pega	5h e 40min		

08/06 /2024

Tabela 7 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo B- T3							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
CP1				CP2			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com a água			
00:45				00:45			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
01:45	0	27,7	47	01:45	0	27,7	47
02:45	0	27,8	49	02:45	0	27,8	49
03:45	0	27,7	48	03:45	0	27,7	48
04:45	0	28	54	04:45	0	28	54
05:45	0	28,3	58	05:45	0	28,3	58
06:45	1	28,6	66	06:45	1	28,6	66
07:15	1	27,7	50	07:15	1	27,7	50
07:45	1	27,5	50	07:45	1	27,5	50
08:15	1	27,5	51	08:15	1	27,5	51
08:45	1,5	27,4	51	08:45	1,5	27,4	51
09:15	3	27,4	50	09:15	3	27,4	50
09:25	6	27,5	56	09:25	3,5	27,5	56
				09:35	3,5	27,5	56
				09:40	4	27,5	56
Início de Pega	8h e 40min			Início de Pega	8h e 55 min		

09/06 /2024

Tabela 8 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo C- T1							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
CP1				CP2			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com a água			
07:05				07:05			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
08:05	0	27	60	08:05	0	27	60
09:05	0	26,6	48	09:05	0	26,6	48
10:05	1	27,1	66	10:05	1	27,1	66
10:35	1	26,9	66	10:35	1	26,9	61
11:05	1,5	27	61	11:05	2	27	61

11:20	1,5	27	63	11:20	2	27	63
11:35	3	27	60	11:35	3,5	27	60
11:45	4	27	61	11:45	3,5	27	61
				11:55	4,5	27,1	63
Início de Pega	4h e 40min			Início de Pega	4h e 50 min		

09/06/2024

Tabela 9 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo C- T2							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
CP1				CP2			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com a água			
12:20				12:20			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
13:20	0	27	50	13:20	0	27	50
14:20	0,5	27	47	14:20	0	27	47
15:20	1	27,2	42	15:20	1	27,2	42
15:35	2	27,2	42	15:35	2	27,2	42
15:45	2	27,2	43	15:45	2	27,2	43
16:00	2	27,2	48	16:00	2	27,2	48
16:10	2	27,2	48	16:10	3	27,2	48
16:20	3	27,2	49	16:20	3	27,2	49
16:30	3	27,2	49	16:30	3,5	27,2	49
16:40	4	27,2	50	16:40	4	27,2	50
Início de Pega	4h e 20min			Início de Pega	4h e 20min		

09/06/2024

Tabela 10 - Resultados dos tempos de pega da pasta de cimento CPIV-32-RS - Aditivo C- T3							
Identificação da amostra				Identificação da amostra			
CP1				CP2			
Horário que o cimento entra em contato com a água				Horário que o cimento entra em contato com a água			
00:52				00:52			
Leituras				Leituras			
Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade	Horários	Medida (mm)	T (°c)	Umidade
01:50	0	27,5	50	01:50	0	27,5	50
02:50	0	27,5	51	02:50	0	27,5	51
03:50	0	27,4	51	03:50	0	27,4	51
04:50	0	27,4	50	04:50	0	27,4	50
05:50	1	27,5	56	05:50	0,5	27,5	56
06:10	2	27,4	58	06:10	1,5	27,4	58
06:20	3,5	27,4	60	06:20	3	27,4	60
06:30	5	27,3	64	06:30	5	27,3	64
Início de Pega	5 e 40 min			Início de Pega	5 e 40 min		

**APÊNDICE D – LEITURA DO ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA DAS PASTAS CPII-E-32 E CPIV-RS-32**

<b>Leitura do índice de consistência das pastas CPII-E-32</b>									
<b>Ensaio</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Aditivo (%)</b>	<b>Cimento</b>	<b>Areia</b>	<b>Água</b>	<b>1º Leitura</b>	<b>2º Leitura</b>	<b>3º Leitura</b>	<b>Leitura Média</b>
1	s/aditivo	0	250g	1000g	150g	230	227	225	227,33
2	A	0,30%	250g	1000g	150g	230	230	225	228,33
3	A	0,75%	250g	1000g	150g	250	250	255	251,67
4	A	1,20%	250g	1000g	150g	270	270	275	271,67
5	B	0,15%	250g	1000g	150g	235	235	230	233,33
6	B	0,375%	250g	1000g	150g	260	260	270	263,33
7	B	0,60%	250g	1000g	150g	290	290	300	293,33
8	C	0,30%	250g	1000g	150g	230	225	230	228,33
9	C	0,55%	250g	1000g	150g	255	255	260	256,67
10	C	0,80%	250g	1000g	150g	265	260	260	261,67

<b>Leitura do índice de consistência das pastas CPIV-RS-32</b>									
<b>Ensaio</b>	<b>Aditivo</b>	<b>Aditivo (%)</b>	<b>Cimento</b>	<b>Areia</b>	<b>Água</b>	<b>1º Leitura</b>	<b>2º Leitura</b>	<b>3º Leitura</b>	<b>Leitura Média</b>
1	s/aditivo	0	250g	1000g	150g	220	220	210	216,67
2	A	0,30%	250g	1000g	150g	240	240	210	230,00
3	A	0,75%	250g	1000g	150g	240	240	230	236,67
4	A	1,20%	250g	1000g	150g	260	265	265	263,33
5	B	0,15%	250g	1000g	150g	200	230	235	221,67
6	B	0,375%	250g	1000g	150g	235	250	250	245,00
7	B	0,60%	250g	1000g	150g	250	250	250	250,00
8	C	0,30%	250g	1000g	150g	230	240	250	240,00
9	C	0,55%	250g	1000g	150g	250	250	245	248,33
10	C	0,80%	250g	1000g	150g	260	255	250	255,00