



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

MARIANA DOMINIQUE DE ALENCAR SOUZA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO ADITIVO
RETARDADOR DE PEGA DA PASTA DE GESSO DE CONSTRUÇÃO**

POMBAL/PB
2019

MARIANA DOMINIQUE DE ALENCAR SOUZA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR COMO ADITIVO
RETARDADOR DE PEGA DA PASTA DE GESSO DE CONSTRUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientadora: Prof. Dra. Elisângela Pereira

POMBAL/PB
2019

S729e Souza, Mariana Dominique de Alencar.
Estudo da influência do caldo de cana-de-açúcar como aditivo retardador de pega da pasta de gesso de construção / Mariana Dominique de Alencar Souza. – Pombal, 2019.
56 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

“Orientação: Profa. Dra. Elisângela Pereira da Silva”.
Referências.

1. Gesso. 2. Aditivo retardados. 3. Caldo de cana. 4. Tempo de pega. I. Silva, Elisângela Pereira da. II. Título.

CDU 666.91 (043)

MARIANA DOMINIQUE DE ALENCAR SOUZA

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO CALDO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO ADITIVO
RETARDADOR DE PEGA DA PASTA DE GESSO DE CONSTRUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Campina Grande, Centro
de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como
parte dos requisitos necessários para a obtenção
do título de Engenheira Civil.

Pombal/PB, 28 de novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Elisângela Pereira da Silva

Orientadora - Prof. Dra. Elisângela Pereira da Silva – UFCG

Fernanda Karolline de Medeiros

Prof. Me. Fernanda Karolline de Medeiros – UFCG

Sinara Martins Camelo

Prof. Me. Sinara Martins Camelo – UFCG

Yanneson Marlon de Araújo Lira

Prof. Yanneson Marlon de Araújo Lira – UEPB

*Aos meus queridos pais, Irismar e
Martinho, por todo apoio e amor
incondicional. Amo vocês!*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer nos momentos difíceis, dar saúde e mostrar o caminho a ser seguido em todos os momentos.

Aos meus pais, Irismar Gonçalves de Alencar Souza e Martinho Bispo de Souza Filho, pela dedicação, amor, incentivo e por não medir esforços para a realização dessa conquista.

Aos meus irmãos Martinho Neto e Matheus, pelo carinho e por todo o apoio em todos os momentos da minha vida. Aos meus familiares, em especial minhas tias.

Ao meu namorado Bruno, pela paciência, companheirismo, apoio e pelas muitas vezes que encontrou formas de me ajudar.

Aos amigos que fiz durante a graduação, Anna, Ingrid, Yves, Kardelan, Ithalo, Cleisson, Júnior, Jesus e José Gomes pelos momentos de descontração e inesquecível amizade. Em especial Maria Beatriz, pela amizade, por todas as noites não dormidas por conta de estudos ou trabalhos e por todo apoio nos momentos difíceis.

Á minha orientadora, professora Dra. Elisângela Pereira, pela paciência, pelos ensinamentos transmitidos e colaboração.

A todas as pessoas queridas, que de alguma forma contribuíram, incentivaram e torceram para que tudo desse certo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cristal de gipsita	20
Figura 2 - Frente de lavra de gipsita no Pólo Gesseiro do Araripe	23
Figura 3 – Etapas de desidratação da gipsita para diferentes temperaturas	24
Figura 4 – Variação de temperatura durante a hidratação inicial do gesso	26
Figura 5 – Pesagem do gesso para preparação das pastas	36
Figura 6 – Caldo da cana-de-açúcar armazenado	37
Figura 7 – Caldo da cana-de-açúcar utilizado no preparo das pastas de gesso	37
Figura 8 – Aparelho de Vicat	38
Figura 9 – Adição de 10% do caldo da cana de açúcar incorporado à água de amassamento .	40
Figura 10 – Descanso de 2 min da pasta de gesso com adição para relação a/g 0,5	40
Figura 11 – Mistura homogênea da pasta com adição para a relação a/g 0,5	41
Figura 12 – Ensaio do tempo de pega através do aparelho de Vicat	42
Figura 13 - Influência do caldo de cana-de-açúcar no tempo de pega (a/g = 0,4)	44
Figura 14 - Influência do caldo de cana-de-açúcar (a/g = 0,4)	46
Figura 15 – Exsudação da água com aditivo	48
Figura 16 – Influência do caldo de cana-de-açúcar no tempo de pega (a/g = 0,5)	48
Figura 17 – Influência do caldo de cana-de-açúcar no tempo de pega (a/g = 0,5)	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Reserva e produção mundial de gipsita no ano de 2015	18
Tabela 2 – Principais usos da Gipsita e do Gesso	21
Tabela 3 – Comparativo entre revestimento de gesso e argamassa de cimento e cal	21
Tabela 4 – Requisitos físicos do gesso para construção civil (tempo de pega).....	28
Tabela 5 – Composição média da cana-de-açúcar	34
Tabela 6 – Composição média do caldo da cana-de-açúcar.....	35
Tabela 7 – Quantidade de material utilizado no preparo das pastas	39
Tabela 8 - Tempos médios de início e fim de pega para cada teor de aditivo estudado	43

LISTA DE SIGLAS

- ABNT** Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- APL** Arranjo Produtivo Local;
- DNPM** Departamento Nacional de Produção Mineral;
- RIDESA** Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético

LISTA DE SÍMBOLOS

a/g	Água/Gesso;
GC	Gesso Controle;
h	Hora
α	Alfa;
β	Beta;
°C	Grau Celsius;
%	Por cento;
'	Minuto;
''	Segundo.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	OBJETIVOS	15
2.1	GERAL	15
2.2	ESPECÍFICOS	15
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	GESSO	16
3.1.1	HISTÓRICO	16
3.1.2	EXPLORAÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA DA GIPSITA	17
3.1.3	ASPECTOS GERAIS	19
3.1.4	PROCESSO DE PRODUÇÃO	23
3.1.5	HIDRATAÇÃO	25
3.1.6	PROPRIEDADES	26
3.2	ADITIVOS	30
3.2.1	CANA-DE-AÇÚCAR	33
4.	Metodologia	36
4.1	MATERIAIS	36
4.1.1	GESSO	36
4.1.2	ADITIVO	36
4.2	ENSAIO DO TEMPO DE PEGA	38
4.2.1	PREPARAÇÃO DAS PASTAS	38
4.2.2	PROCEDIMENTO	41
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1	INFLUÊNCIA DO ADITIVO NO TEMPO DE PEGA	43
5.1.1	TEMPO DE PEGA PARA A RELAÇÃO A/G = 0,4	44

5.1.2	TEMPO DE PEGA PARA A RELAÇÃO A/G = 0,5	48
6.	CONCLUSÕES	52
7.	FUTURAS PESQUISAS	53
	REFERÊNCIAS	54

RESUMO

SOUZA, Mariana Dominique de Alencar. **Estudo da influência do caldo de cana-de-açúcar como aditivo retardador de pega da pasta de gesso de construção.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Curso de Engenharia Civil da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019.

O gesso é um material muito utilizado na construção civil, principalmente no acabamento interno, tais como revestimento de paredes e tetos, devido as suas características de isolamento térmico, acústico e de resistência ao fogo. Apesar das vantagens, uma das maiores desvantagens do gesso é o tempo de pega, que determina o tempo em que a pasta de gesso pode ser manuseada antes de endurecer. Estudos indicam que a utilização de aditivos naturais, podem influenciar nesta propriedade, como um aditivo retardador. Este trabalho teve como objetivo, estudar a influência do caldo de cana-de-açúcar como aditivo retardador do tempo de pega da pasta de gesso de construção, através do aparelho de Vicat, para as relações a/g 0,4 e 0,5 e adições de 1%, 3% e 5%, baseados em estudos anteriores. Após a obtenção dos primeiros resultados, foram realizados novos ensaios aumentando as concentrações do aditivo para 10%, 15%, 30% e 50% em ambas as relações a/g. Diante dos resultados obtidos, observou-se que o caldo de cana-de-açúcar atua como um aditivo retardador no tempo de pega do gesso. Para as duas relações a/g analisadas, foi observado que as adições de 30% e 50% apresentaram os melhores resultados.

Palavras-chave: Gesso. Aditivo. Garapa. Tempo de Pega.

ABSTRACT

Gypsum is a material widely used in civil construction, especially in interior finishing, such as wall and ceiling cladding, due to its thermal, acoustic and fire resistance characteristics. Despite the advantages, one of the major disadvantages of plaster is the gripping time, which determines the time the plaster paste can be handled before hardening. Studies indicate that the use of natural additives may influence this property as a retarding additive. The objective of this work was to study the influence of sugarcane juice as a time-delay additive for the construction plaster paste, using the Vicat apparatus, for the ratio's water/plaster (w/g) 0,4 and 0,5 and additions of 1%, 3% and 5%, based on previous studies. After obtaining the first results, further tests were performed increasing the additive concentrations to 10%, 15%, 30% and 50% in both w/p ratios. Given the results obtained, it was observed that sugarcane juice acts as a retardant additive in the time of the plaster pick up. For both w/p ratios analyzed, it was observed that the additions of 30% and 50% presented the best results.

Keywords: Plaster. Additive. Garapa. Setting time.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Oliveira (2009), o gesso é produzido a partir da gipsita, e é composto basicamente por sulfato de cálcio dihidratado, sendo considerado um aglomerante menos agressivo ao meio ambiente, quando comparado ao cimento Portland, devido ao seu baixo gasto energético no processo de produção. Segundo a mesma autora, o gesso é produzido com temperatura em torno de 150°C onde ocorre a desidratação parcial da gipsita e a obtenção do hemidrato, enquanto que, para a produção do cimento Portland, é necessário cerca de 1200°C para a obtenção do clínquer.

A China é o maior produtor mundial de gipsita, representando 51,2% da produção mundial, enquanto que o Brasil, apesar de possuir a maior reserva de gipsita do mundo, tem sua produção ainda pequena, representando apenas 1,2% (DNPM, 2016). O polo gesseiro do Araripe, localizado entre os Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, possui as melhores condições de aproveitamento econômico das reservas de gipsita no Brasil. Porém, o estado de Pernambuco na região do Araripe destaca-se como o maior polo gesseiro do Brasil, sendo composto pelos municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Bodocó e Ouricuri. Segundo o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM (2016), o polo gesseiro do Araripe é o principal produtor de Gipsita do Brasil, sendo responsável por 82,5% do total produzido.

Monteiro (2015) relata que o gesso possui algumas propriedades que podem ser favoráveis ou não à construção civil como: a elevada plasticidade da pasta, tempos de pega e endurecimento rápido, não possui retração na secagem e apresenta estabilidade volumétrica após o endurecimento. Segundo a mesma autora, o gesso tem desempenho satisfatório quando utilizado como aglomerante na fabricação de pré-moldados ou aplicado como revestimento, porém, devido ao material apresentar endurecimento rápido, há um desperdício de gesso muito grande, em consequência do pouco tempo disponível para aplicação, limitando o uso do material.

Na construção civil, a utilização do gesso divide-se em dois tipos, para fundição e para revestimento. O gesso para fundição é empregado na fabricação de pré-moldados como peças para decoração, placas para forro, blocos reforçados ou não com fibras e chapas de gesso acartonado (drywall). O gesso para revestimento é utilizado no revestimento interno de paredes e tetos em ambientes secos (PINHO, 2003).

O gesso é um material que apresenta um tempo de pega e endurecimento rápido. Uma das opções para melhorar essa propriedade é o uso de aditivos químicos ou naturais, que podem desempenhar diferentes funções, como por exemplos, os modificadores do tempo de pega, os espessantes, os agentes retentores de água, os fluidificantes, entre outras (LIMA, 2013).

Estudos demonstram que a utilização de alguns aditivos naturais, tais como látex de aveloz (Nogueira, 2012), mucilagem da palma forrageira (Monteiro, 2015), limão e clara de ovo (Lima, 2013), influenciaram de forma benéfica no tempo de pega do gesso.

Este trabalho teve como finalidade estudar a influência do caldo de cana-de-açúcar como aditivo retardador do tempo de pega do gesso de construção. Para isto, foram preparadas pastas de gesso controle e pastas com diferentes concentrações de aditivo, nas relações a/g de 0,4 e 0,5. Os ensaios foram realizados com o auxílio do aparelho de Vicat, conforme a NBR 12128 (ABNT, 2017).

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Estudar a influência do caldo de cana-de-açúcar como aditivo retardador no tempo de pega do gesso de construção.

2.2 ESPECÍFICOS

- Avaliar o tempo de pega do traço base para as relações a/g 0,4 e 0,5;
- Analisar a influência do caldo de cana-de-açúcar no tempo de pega das pastas de gesso para relação a/g 0,4 e 0,5.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 GESSO

3.1.1 HISTÓRICO

O gesso é um dos materiais de construções mais antigos utilizados pelo homem, desde o período neolítico (NOGUEIRA, 2012). Em escavações arqueológicas na Anatólia, onde hoje é a Turquia, foi constatado que por volta de 9000 a.C., o gesso era utilizado para a fabricação de recipientes e rebocos, que serviam de suporte para afrescos¹ decorativos (KANNO, 2009).

Segundo Kanno (2009), o “Tratado de Pedra”, escrito pelo filósofo Teofrasto (viveu entre os séculos IV e III a.C.), discípulo de Platão e de Aristóteles, é o artigo mais antigo e mais bem documentado sobre o gesso, que registra a existência de jazidas na Síria, Fenícia e em Chipre, relatando a utilização do material como argamassa na confecção de estatuetas, afrescos, ornamentação e esculturas em baixo-relevo.

Após a invasão romana, a utilização do gesso difundiu-se na França e Península Ibérica, quando os processos construtivos passaram a ser desenvolvidos pelos “pedreiros do gesso”, onde as técnicas construtivas baseavam-se em revestir as construções de madeira com gesso, sendo utilizadas até as épocas Carolíngias e Merovíngias² (séc. V a VIII) (KANNO, 2009).

O gesso passou alguns séculos de inércia e só voltou a ser explorado como material de construção, principalmente após o século X d.C., tendo a França como seu principal reduto, pois quase metade das edificações parisienses dessa época utilizavam o gesso como material de construção devido a existência de grandes depósitos de gipsita aos arredores de Paris (KANNO, 2009).

O período Renascentista (séc. XIV a XVI) foi marcado pelo uso do gesso em decorações e, ficou conhecido como gesso de estuque (um tipo de reboco) durante o período do Barroco (séc. XVI a XVII), quando foi utilizado tanto no teto quanto no acabamento das paredes devido à sua boa trabalhabilidade e excelente acabamento nas superfícies revestidas (NOGUEIRA, 2012).

¹ É uma técnica de pintura em paredes ou tetos de gesso ou revestidas com argamassa, ainda frescas.

² Período de reinado dos reis Francos durante a Idade Média.

Um fato importante na história foi o incêndio que ocorreu em Londres no ano de 1666, destruindo grande parte das edificações. Por conta disto, em 1667, o rei da França Luiz XIV promulgou uma lei ordenando que as construções fossem revestidas com gesso tanto no interior como no exterior de edifícios, afim de protegê-las contra o fogo, contribuindo fortemente para a generalização do material nas construções, tornando Paris a “Capital do gesso” (KANNO, 2009; NOGUEIRA, 2012).

Segundo Nogueira (2012, p.24):

No século XVIII, do montante das construções existentes na França, 75% dos hotéis e a totalidade dos prédios públicos e populares foram edificadas com panos de madeira e argamassa de gesso, e para as novas construções ou até mesmo reformas, cerca de 95% foram feitas em gesso. Devido à necessidade de uniformizar o método de produção, em 1768 foi apresentado o primeiro estudo sobre a preparação do gesso, por Lavoisier, sendo que no século XIX Le Chatelier e Van t’Holf produziram o primeiro estudo científico sobre a desidratação da gipsita. Com a invenção do forno industrial, século XX, a fabricação do gesso tomou dimensões industriais, com incremento da qualidade e produção em larga escala.

Kanno (2009, p.38) afirma que “a aplicação do gesso na construção civil como material aglomerante desenvolveu-se grandemente após as descobertas de métodos para controlar o tempo de pega (endurecimento) do gesso.” Segundo o mesmo, atualmente o gesso possui maior aplicação na construção civil, sendo bastante utilizado no revestimento de paredes, na fundição de molduras, na fabricação de elementos de acabamento de interiores (sancas, molduras para tetos, colunas e placas para composição de paredes e forros rebaixados, que permitem embutir caixas de som e spots de luz), em painéis de gesso acartonado (forros e paredes divisórias), placas para forro etc.

3.1.2 EXPLORAÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA DA GIPSITA

Segundo o DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral (2016), a China é o maior produtor de gipsita do mundo com 132 milhões de toneladas, representando 51,2% da produção mundial, seguida do Irã com 22 milhões de toneladas. Ainda segundo o mesmo departamento, o Brasil não é um dos maiores

produtores mundiais, mas é o maior produtor da América do Sul e um dos países que possui a maior reserva de gipsita do mundo (Tabela 1).

Tabela 1 – Reserva e produção mundial de gipsita no ano de 2015

Países	Reservas (10³ t)	Produção (10³ t)	Produção (%)
Brasil	343.000	3.131	1,2
China		132.000	51,2
Irã	1.600	22.000	8,5
Tailândia		6.300	4,8
Estados Unidos	700.000	11.500	4,5
Turquia		10.000	3,9
Espanha		6.400	2,5
México		5.300	2,1
Japão		5.000	1,9
Rússia		4.500	1,7
Itália		4.100	1,6
Austrália		3.500	1,4
Índia	39.000	3.500	1,4
Omã		3.500	1,4
França		3.300	1,3
Outros países		27.769	11,8
	TOTAL	258.000	100,0

Fonte: DNPM (2016)

No Brasil, segundo Sobrinho *et al.* (2001), as principais reservas de gipsita são encontradas nas bacias sedimentares:

- Bacia Amazônica (Amazonas e Pará);
- Bacia do Meio Norte ou Bacia do Parnaíba (Maranhão e Tocantins);
- Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte);
- Bacia Sedimentar do Araripe (Piauí, Ceará e Pernambuco);
- Bacia do Recôncavo (Bahia).

A Bacia Sedimentar do Araripe encontra-se nos Estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, sendo o Estado pernambucano o maior produtor de gipsita do Brasil, responsável por 82,5% do total produzido no país, sendo também, a que apresenta as melhores condições de aproveitamento econômico (DNPM, 2016). Localizado no sertão pernambucano, o Pólo Gesseiro do Araripe, como é conhecido, é formado pelos Municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Bodocó e Ouricuri, onde possui abundantes reservas de gipsita com o teor de pureza variando de 88% a 98%, sendo

considerado mundialmente como a gipsita de melhor qualidade (BARDELLA, 2011; DNPM, 2016).

O polo gesseiro do Araripe, conta com cerca de 650 empresas que atuam na mineração, calcinação e produção de blocos e placas de gesso, além do gesso para aplicações odontológicas (NUNES, 2015), gerando cerca de 13.900 empregos diretos e 69.000 indiretos (FERREIRA, 2017). Por apresentar importantes características econômicas e geográficas, o governo do Estado de Pernambuco classifica o polo gesseiro do Araripe como um Arranjo Produtivo Local (APL), pois é visto como uma base econômica que apresenta grande influência nacional (NUNES, 2015).

Os outros Estados produtores de gipsita no Brasil são: Maranhão (12,3%), Ceará (2,5%), Tocantins (2,1%), Pará (0,4%), Rio Grande do Norte (0,1%) e Amazonas (0,1%) (DNPM 2016). As reservas não são tão exploradas devido a qualidade do minério e dificuldades de acesso em alguns locais. No caso do Pará, há dificuldades na exploração de suas reservas devido a sua localização, que é em uma reserva florestal (há restrições) e por se encontrar distante dos centros consumidores, por conta disto, o produto minerado é caro, devido as logísticas de transporte e beneficiamento do minério (DNPM, 2010).

3.1.3 ASPECTOS GERAIS

Segundo Nogueira (2012), o gesso é originado principalmente do mineral gipsita, que é constituído predominantemente pelo sulfato de cálcio dihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), apresentando na sua composição alguns contaminantes como: anidrita, argila, quartzo, carbonatos de cálcio e magnésio. De acordo com o mesmo autor, possui estrutura cristalina prismática monoclinica, dureza 2 na escala de Mohs, massa específica de $2,35 \text{ g/cm}^3$, índice de refração de 1,53 e sua coloração varia entre o branco e o amarelo escuro amarronzado, conforme o tipo e grau de impurezas, sendo encontrado no mundo todo.

Figura 1 – Cristal de gipsita



Fonte: Nogueira (2012)

Nunes (2015), relata que a gipsita é formada a partir da evaporação dos reservatórios naturais formados por águas oriundas de antigos oceanos com alta concentração de sais de sulfato de cálcio, tendo suas propriedades determinadas de acordo com sua origem. Depósitos de gesso podem ocorrer também como resultado de atividade vulcânica, que se manifesta como uma acumulação de ácido sulfúrico, que converte o carbonato de cálcio em sulfato de cálcio, sendo encontrado no formato de nódulos e menos explorado que os reservatórios naturais (NOGUEIRA, 2012).

Na construção civil o gesso é bastante utilizado, principalmente no acabamento interno, tais como revestimento de paredes e tetos, devido as suas características de isolamento térmico, acústico e de proteção ao fogo (LIMA, 2013).

A Tabela 2 destaca as utilizações do gesso em diferentes setores.

Tabela 2 – Principais usos da Gipsita e do Gesso

SEGMENTOS	DESCRIÇÃO
Construção Civil	Utiliza produtos pré-fabricados para a construção civil – pranchas, blocos e placas, gesso acartonado e chapas de fibra prensada para paredes, e para revestimento de alvenaria convencionais, além da fabricação de cimento.
Agricultura	Utiliza a gipsita molda, conhecida como gesso agrícola, para neutralizar os solos alcalinos e salinos, além de melhorar a permeabilidade de solos argilosos, contribuindo com o enxofre.
Química	A gipsita pode ser utilizada como matéria prima para a produção de enxofre, ácido sulfúrico, cimento e sulfato de amônio.
Papel	Utilizado como carga na produção de papel.
Tintas	Utilizado como carga de tinta.
Tratamento de Água	Utilizado para alterar a qualidade da água, principalmente na correção de dureza.
Cerâmica	Utilizado nos processos de colagem e prensagem
Medicina	Utilizado na produção de próteses provisórias em ambientes laboratoriais

Fonte: Peres, Benachour e Santos (2008 apud Monteiro, 2015)

O gesso como material de revestimento interno tem como objetivo atender as solicitações de proteção, estética e conforto, apresentando uma série de vantagens quando comparado aos revestimentos argamassados convencionais (Tabela 3) (TROVÃO, 2012).

Tabela 3 – Comparativo entre revestimento de gesso e argamassa de cimento e cal

	Revestimento em gesso	Revestimento em argamassas de cimento e cal
Etapas de aplicação	1	3
Produtividade	maior	menor
Custo	1/3	1
Aderência	maior	menor
Superfície pronta para pintura	7 dias	40 dias
Retração	menor	maior
Massa específica	menor	maior
Acabamento superficial (lisura e brancura)	maior	menor
Conforto térmico e acústico	maior	menor
Comportamento frente ao fogo	maior	menor

Fonte: Hincapié e Cincotto (1997a apud Trovão, 2012)

Segundo Trovão (2012), o gesso apresenta algumas vantagens, como por exemplo:

- Nas etapas de aplicação, para os revestimentos argamassados são utilizadas as etapas de chapisco, emboço e reboco, elevando o custo e o tempo da obra, por outro lado, o gesso é aplicado em apenas uma camada;
- Os revestimentos de gesso apresentam maior produtividade, devido a necessidade de aplicação rápida que é facilitada pela boa trabalhabilidade;
- O custo para os revestimentos de gesso são baixos devido à alta produtividade e baixo valor do material;
- O revestimento de gesso apresenta elevada aderência aos diversos tipos de substratos (cerâmica, concreto, sílico-calcários, argamassa de cimento etc.);
- A retração é insignificante no gesso em relação às argamassas de cimento e cal mal dosadas, que ocasiona fissuras, podendo até causar o deslocamento do revestimento;
- Os revestimentos de gesso apresentam massa específica menor que as argamassas e pequena espessura de recobrimento, o que contribui para redução de cargas na edificação;
- O acabamento de lisura e brancura do gesso é apresentado ao final de sua aplicação dispensando a massa corrida solicitada pelos revestimentos argamassados;
- A alta porosidade do revestimento em gesso promove isolamento térmico e acústico e a baixa condutividade térmica do material e sua incombustibilidade confere-lhe a vantagem da resistência ao fogo.

Apesar das vantagens, os revestimentos de gesso também apresentam pontos negativos que demandam cuidados. Trovão (2012), destaca algumas desvantagens:

- São suscetíveis ao desenvolvimento de bolor, principalmente em ambientes úmidos e pouco ventilados, os quais causam deterioração progressiva ao revestimento, podendo ocasionar seu deslocamento;
- O gesso propicia a corrosão de componentes de aço-carbono comum, sendo necessária a proteção com pinturas anticorrosivas;

- Não suporta deformação, acarretando em deslocamento e fissuração do revestimento;
- O volume de resíduo gerado na etapa de aplicação é em média 45%.

3.1.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO

A produção do gesso requer baixo consumo de energia, sendo produzido a partir das seguintes etapas: extração do minério, moagem, calcinação, pulverização e embalagem.

Segundo Nogueira (2012):

As jazidas de gipsita são de fácil exploração e podem ser tanto subterrâneas quanto a céu aberto. Por conta da baixa dureza da rocha, o processo de mineração subterrâneo pode ser realizado com escavadeiras e brocas, e na exploração a céu aberto podem ser efetuados por escarificação ou por desmonte com explosivos.

No Brasil, o método de extração mais utilizado é a céu aberto, onde as lavras possuem forma de anfiteatro, com bancadas de aproximadamente 15 m de espessura (PINTO, 2014). De acordo com Trovão (2012), após a extração, o minério é transportado da lavra para o setor industrial em tamanhos médios de 45 a 50 cm.

Figura 2 - Frente de lavra de gipsita no Pólo Gesseiro do Araripe

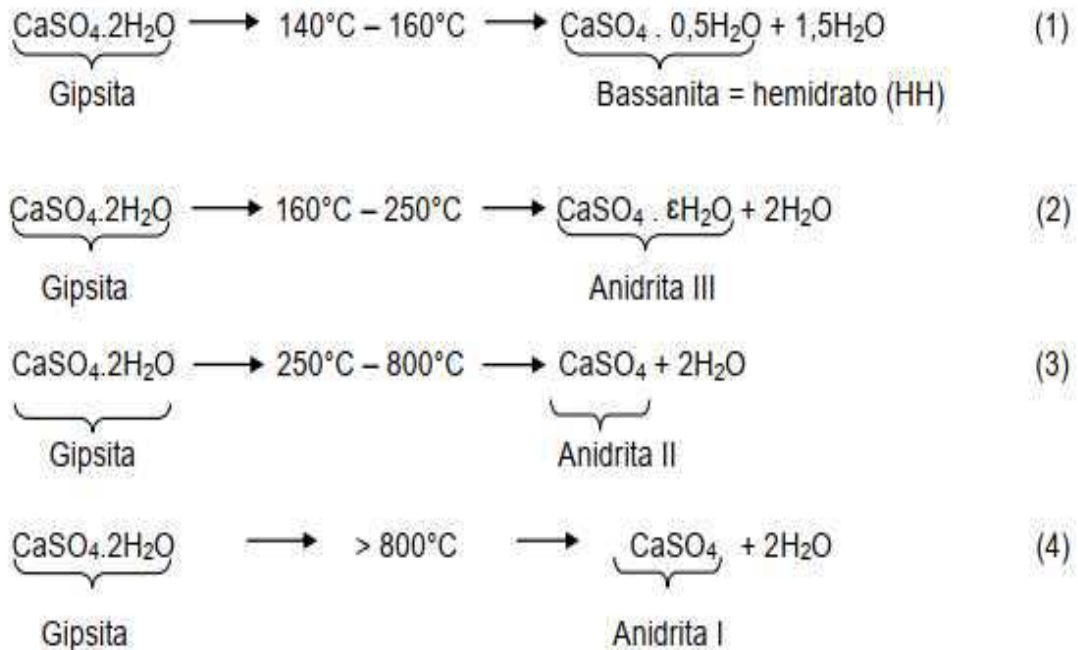


Fonte: Pinheiro (2011)

Na etapa de moagem os blocos de gipsita são fragmentados e moídos até obterem o tamanho apropriado para serem calcinados. Após a moagem, é feito o peneiramento e os grãos que não possuem o diâmetro apropriado para calcinação, retornam para o moinho e passam pelo mesmo procedimento (PINTO, 2014).

De acordo com Trovão (2012), as equações representadas na Figura 3 demonstram os produtos obtidos durante a calcinação do gesso em diferentes temperaturas.

Figura 3 – Etapas de desidratação da gipsita para diferentes temperaturas



Fonte: Trovão (2012)

Quando calcinada em temperaturas de 140°C a 160°C obtém-se o hemidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$), e de acordo com o processo de calcinação utilizado, o hemidrato pode ser do tipo β ou α (OLIVEIRA, 2009). Segundo Pinto (2014), a desidratação do gesso β é realizada à pressão atmosférica, sendo um material menos refinado e muito utilizado na construção civil, e o gesso α é calcinado em ambiente úmido e sob pressão superior à atmosférica, sendo um aglomerante de melhor qualidade e mais utilizado na odontologia para confecção de moldes. No entanto, seu custo de produção é muito alto, pelo menos dez vezes maior quando comparado a produção do gesso β (PINTO, 2014).

Para John e Cincotto (2007) apud Trovão (2012), as anidritas são apresentadas em três fases de acordo com o grau de solubilização:

- A anidrita III é a fase mais reativa e mais aproximada do hemidrato. Durante a permanência nos silos de estabilização, grande parcela tona-se hemidrato por absorção de umidade. É conhecida como anidrita solúvel e age como acelerador de pega;

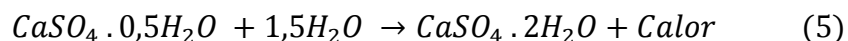
- A anidrita II (insolúvel) reage lentamente com a água. Consome duas moléculas de água para sua hidratação e apresenta como característica a redução da porosidade do gesso e conseqüente aumento de resistências mecânicas e dureza;
- A anidrita I (CaSO₄) compõe os gessos produzidos com alta temperatura de calcinação e apresentam pega e endurecimento lentos, gerando uma massa dura e tenaz³.

A calcinação da gipsita deve ocorrer de maneira correta, em fornos apropriados, para que se tenha uma maior porcentagem de hemidrato produzido, pois quanto maior for a quantidade de hemidrato no gesso, maior será sua qualidade (BARDELLA, 2011).

Após a calcinação, o gesso é moído novamente, para obter a granulometria especificada pela NBR 13207 (ABNT, 2017) e embalado para posterior distribuição comercial, sendo vendido a granel ou em sacos de 40 kg.

3.1.5 HIDRATAÇÃO

Quando em contato com a água o hemidrato (CaSO₄.1/2H₂O) em pó gera o dihidrato (CaSO₄.2H₂O) e libera calor, através de um fenômeno químico e físico (Equação 5), produzindo uma pasta homogênea que em pouco tempo adquire plasticidade e vai se solidificando até o seu endurecimento (BRANDÃO, 2014; FERREIRA, 2017).

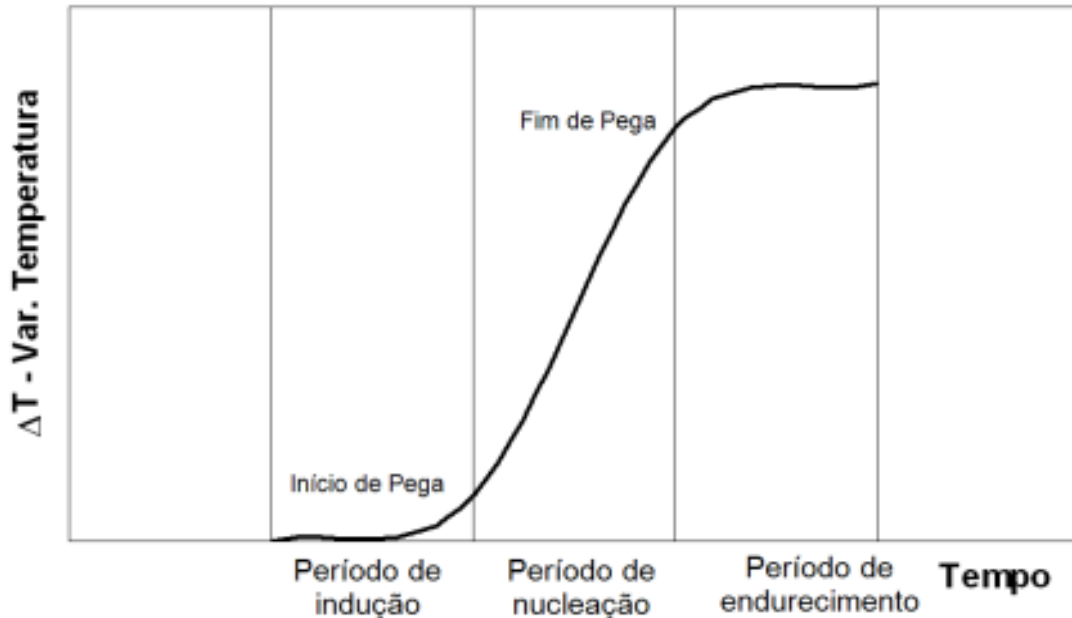


Para Brandão (2014), a reação de hidratação do gesso sofre interferência de vários fatores, sendo o de maior influência a relação água/gesso (a/g), que quanto maior a quantidade de água empregada, mais demorada será o início de pega e, quanto menor a quantidade de água adicionada, mais rápida será a pega. Segundo Nunes (2015, p. 28), “quando maior a quantidade de água no preparo da pasta de gesso maior será a quantidade de poros formados, o que implica na redução de uniformidade do material e conseqüentemente alteração das suas propriedades mecânicas.”

³ Que apresenta resistência.

A hidratação do gesso poder ser representada pela curva da variação da temperatura em função do tempo (Figura 4), onde pode ser observado três períodos distintos: período de indução, período de nucleação (tempos de início e fim de pega) e o período de endurecimento (após a pega) (BARDELLA, 2011).

Figura 4 – Variação de temperatura durante a hidratação inicial do gesso



Fonte: CLIFTON, 1973 *apud* BARDELLA, 2011

No período de indução ocorre inicialmente uma hidratação, seguida do equilíbrio da solução, finalizando esta etapa com o início da pega. No período de nucleação, verifica-se um aumento rápido da temperatura da pasta, que é a evolução rápida da reação de hidratação e o fim de pega. Por fim, o período de endurecimento dá-se pela estabilidade da temperatura, que corresponde à conclusão da hidratação. (BARDELLA, 2011; FERREIRA, 2017).

3.1.6 PROPRIEDADES

Considerado um aglomerante aéreo⁴, o gesso é muito utilizado na construção civil e apresenta propriedades específicas que podem ser identificadas no estado fresco e no estado endurecido. No Brasil, as normas utilizadas para a determinação das propriedades do gesso são:

- NBR 12127/17: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades físicas do pó;

⁴ Endurece pela ação química do CO₂ do ar, e depois de endurecido, não resiste à ação da água.

- NBR 12128/17: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso;
- NBR 12129/17: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades mecânicas;
- NBR 13207/17: Gesso para construção civil – Requisitos.

3.1.6.1 PROPRIEDADES NO ESTADO FRESCO

Durante o processo de hidratação do gesso, é possível observar sua trabalhabilidade, o tempo de pega e a variação dimensional das pastas.

A trabalhabilidade de uma pasta é medida pela consistência normal, garantindo plasticidade ao material (BRANDÃO, 2014), sendo o ensaio realizado normatizado pela NBR 12128 (ABNT, 2017). Pinheiro (2011, p. 42), define a trabalhabilidade de uma pasta “como a maior ou menor facilidade do material de ser empregado para uma determinada finalidade, sem perda de sua homogeneidade”. Para que a pasta apresente uma melhor trabalhabilidade, são utilizados aditivos que podem ser: retardadores de pega, quando aumentam o tempo de manuseio e aceleradores de pega, quando o material endurece mais rápido, diminuindo o tempo de manuseio da pasta (BRANDÃO, 2014).

A relação a/g é o parâmetro de maior influência quando se analisa o tempo de pega, a resistência mecânica e a porosidade (FERREIRA, 2017).

Para Brandão (2015, p.28 e 29):

Tem-se que, quanto maior a quantidade de água, maior será o tempo necessário para a formação dos cristais de di-hidrato e precipitação (início de pega). Uma taxa de água de 0,20 já promove o retorno do composto à condição de dihidrato, mas com baixa trabalhabilidade. Observa-se que a adoção de pastas com relação água/gesso em torno de 0,45 a 0,60 para produção de pasta de boa trabalhabilidade plástica, em que se torna possível transportar, mover, compactar adequadamente e dar o acabamento final. A dosagem de água da mistura vai interferir na velocidade de pega, no endurecimento e na resistência. Quanto menor a quantidade de água adicionada maior a resistência e mais rápida a pega.

A variação dimensional do gesso ocorre durante a hidratação, apresentando diferentes variações de volume, devido aos processos físicos e químicos. Primeiramente, ocorre uma retração de volume que se prolonga até o início de pega, em seguida a pasta sofre uma expansão intensa que vai diminuindo até o final da pega e se encerra quando a massa de gesso já alcançou a temperatura ambiente (PINHEIRO, 2011).

3.1.6.1.1 TEMPO DE PEGA

O tempo de pega é um fenômeno físico, que pode ser definido como o instante em que o hemidrato entra em contato com a água de amassamento até o seu endurecimento. É um parâmetro importante, pois permite conhecer o tempo em que a pasta pode ser manuseada antes de endurecer (BALTAR, 2009).

A NBR 12128 (ABNT, 2017), define o tempo de início de pega como o “tempo decorrido a partir do momento em que o gesso entra em contato com a água até o instante em que a agulha do aparelho Vicat não toque mais no fundo da pasta, isto é, fique afastada aproximadamente 1 mm da base”. Conforme a mesma norma, o fim de pega é o “tempo decorrido a partir do momento em que o gesso entrou em contato com a água até o instante em que a agulha do aparelho Vicat não mais deixar impressão na superfície da pasta”.

Brandão (2015, p. 29) relata em seu trabalho que, nas pastas de gesso, o início do tempo de pega depende dos constituintes de reações mais rápidas (hemidratos), e o fim de pega dos constituintes de reações mais lentas, proporcionando o preenchimento dos vazios entre os cristais hidratados dos hemidratos, devido ao processo de hidratação, evitando assim, a retração por secagem e a fissuração do material.

Para determinar o tempo de pega é necessário a utilização do aparelho de Vicat, que consiste em um suporte, sustentando uma haste móvel, com uma agulha de 1 mm² de seção transversal nominal, 50 mm de comprimento e diâmetro de 1,13 mm. A haste apresenta massa total de 300 g e pode ser mantida na altura desejada por meio de um parafuso, apresentando ainda um indicador ajustável que se move sobre a escala graduada (mm) que é presa ao suporte NBR 12128 (ABNT, 2017).

De acordo com a NBR 13207 (ABNT, 2017) o gesso deve atender os seguintes requisitos físicos:

Tabela 4 – Requisitos físicos do gesso para construção civil (tempo de pega)

Ensaio	Tempo de pega (min)	
	Início	Fim
Gesso para fundição	≤ 10	≤ 20
Gesso para revestimento (sem aditivos)	≥ 10	≥ 35
Gesso para revestimento (com aditivos)	≥ 4	≥ 50

Fonte: NBR 13207 (ABNT, 2017)

O tempo de pega pode ser alterado com a utilização de aditivos aceleradores ou retardadores de pega, que influenciam na velocidade da reação de hidratação.

A relação a/g é um importante fator que influencia tanto nas propriedades da pasta fresca como na endurecida. Segundo Lima (2013), o aumento da relação a/g provoca uma redução das propriedades mecânicas, devido à relação existente entre teor de água da pasta e porosidade resultante, logo, quanto maior a quantidade de água no preparo da pasta, maior será o tempo necessário para saturar a solução, provocando prolongamento do período de indução, e conseqüentemente, retardando o início da precipitação dos cristais de dihidrato e, por conseguinte, aumentando o tempo de pega. A mesma autora ainda relata que outro fator que influencia no tempo de pega é a matéria-prima e as condições de produção do gesso, pois as impurezas presentes podem alterar o mesmo.

3.1.6.2 PROPRIEDADES NO ESTADO ENDURECIDO

Para Brandão (2014, p. 28), as propriedades do gesso no estado endurecido são influenciadas por diversos fatores, entre eles: relação água/gesso, formação de sua microestrutura, porosidade, forma de entrelaçamento dos cristais, idade do produto, condições ambientais de endurecimento e condições de uso do material. As propriedades específicas no estado endurecido são: a resistência à compressão, dureza, isolamento térmico e acústico e a higroatividade.

As propriedades mecânicas do gesso também são influenciadas pelo crescimento dos cristais, devido ao tamanho que podem atingir durante o processo de hidratação, porém, a velocidade de seu crescimento é reduzida quando utiliza-se uma elevada quantidade de água no preparo da pasta, resultando em cristais longos e irregulares que tornam o material menos resistente (NUNES, 2015).

Segundo Nunes (2015), o gesso é um material não inflamável, que possui uma boa resistência ao fogo, pois combate a propagação do fogo estabilizando a temperatura por um determinado tempo. De acordo com o mesmo autor, é um material muito utilizado no interior de edificações históricas e atuais devido ao seu bom isolamento térmico e apresenta redução de 4°C na temperatura interna em ambientes sujeitos a incidência do sol.

A função de higroatividade, consiste na capacidade do gesso em absorver e liberar o excesso de umidade do ambiente, impedindo a condensação sobre as superfícies das paredes (PINHEIRO, 2011; FERREIRA, 2017).;

3.2 ADITIVOS

Os aditivos são substâncias químicas ou naturais, adicionadas às misturas de concretos ou argamassas com a finalidade de alterar as propriedades específicas do material, afim de potencializar o seu uso (PINTO, 2012). São empregados nas pastas para modificar certas propriedades do material no estado fresco ou endurecido e podem melhorar a trabalhabilidade ou plasticidade, reduzir o consumo do material, acelerar ou retardar o tempo de pega, reduzir a retração e aumentar a durabilidade (MONTEIRO, 2015).

Para Nogueira (2012)

Uma das formas de conferir maior compacidade ao material, aumentar a sua densidade e diminuir os espaços vazios é a redução da relação água/gesso. Em termos comerciais, este fator chega a 0,8 na fabricação de elementos pré-moldados e em revestimentos, enquanto que o hemidrato se hidrata com relações em torno de 19% da massa do gesso.

O excesso de água na preparação das pastas de gesso, ocorre devido a necessidade de dar plasticidade e trabalhabilidade a pasta por um período de tempo maior. No entanto, esse excesso de água na pasta contribui para uma diminuição de sua resistência à compressão e na capacidade da peça ou do revestimento resistir à infiltração, logo, pode ser observada a importância da utilização de aditivos que tem por finalidade: a diminuição da água utilizada na preparação da pasta, melhoria da capacidade de resistência à infiltração, modificação dos tempos de pega e a conservação ou melhoria das características do material quando da utilização sem aditivos (NOGUEIRA, 2012).

Existe um aditivo específico para cada propriedade que deseja-se alterar, sendo encontrados no mercado por exemplo, os redutores de água (plastificantes ou superplastificantes que reduzem a tensão superficial da água de amassamento, tornando a pasta mais fluida sem que essa água seja aumentada), os incorporadores de ar (altera a tensão superficial da água e promove a formação de bolha de ar na pasta, aumentando a trabalhabilidade do material no estado fresco) e os modificadores de pega (altera a velocidade de hidratação, podendo acelerar ou retardar a pega) (PINTO, 2014).

Os aceleradores de pega são agentes que diminuem o tempo de pega e como exemplo temos: os sulfatos de potássio e de cálcio dihidratado (BALTAR, 2009).

Segundo Silva (2008), “os aditivos retardadores de pega atuam com finalidade de retardar o tempo de pega das pastas”. John e Cincotto (2007) *apud* Trovão (2012) dividem os aditivos retardadores de pega em 3 categorias:

- (i) No primeiro grupo estão as espécies químicas que reduzem a velocidade de dissolução do hemidrato por introduzirem íons na solução. Retardam a saturação, com isso prolongam a indução. As espécies químicas são ácidos fracos como ácidos cítrico, fórmico, acético, láctico, e seus sais alcalinos, como citratos, acetatos e lactatos. Também o ácido bórico e fosfórico, glicerina, álcool, éter, acetona e açúcar.
- (ii) No segundo grupo estão as espécies químicas que adicionadas promovem reações complexas, resultando produtos pouco solúveis ou insolúveis em torno dos cristais, e retardam o crescimento dos cristais para posterior precipitação. São exemplos: boratos, fosfatos, carbonatos e silicatos alcalinos.
- (iii) No terceiro grupo estão os produtos orgânicos, como proteínas degradadas e alguns colóides, formando um gel em torno do grão de hemidrato, impermeabilizando-o temporariamente, retardando a solubilização e a cristalização do hemidrato. São exemplos: queratina, caseína, goma arábica, gelatina, pepsina, peptona, albumina, alginatos, proteínas hidrolisadas, aminoácidos e formaldeídos condensados.

Brandão (2014, p.24), fala em seu estudo sobre alguns tipos de aditivos:

Os aditivos retentores de água garantem a recristalização adequada e homogênea do material; os aerantes e umectantes melhoram a trabalhabilidade, reduzindo a formação de grumos; os reforçadores de aderência aumentam a aderência das pastas de gesso; e os plastificantes aumentam a fluidez das pastas para o aumento da resistência mecânica.

Nogueira (2012) realizou um estudo, utilizando como aditivos, entre outros materiais, látex de *Hevea brasiliensis* (seringueira) e látex de *Euphorbia tirucalli* (aveloz). Foram preparadas pastas de gesso controle nas relações a/g 0,4 e 0,5. Para as pastas com o látex de seringueira, foi utilizada a relação a/g de 0,5 e as proporções de aditivo foram de 1% a 5%. Foi obtido como resultado a redução na resistência à compressão e o aumento na absorção de água das peças de gesso ensaiadas. O autor relata ainda, que não foi realizado o ensaio de tempo de pega com o látex de

seringueira, devido às características de formação das pastas com distribuição heterogênea de látex. Para o látex de aveloz, foram preparadas pastas de gesso nas proporções de 1% a 5%, nas relações a/g de 0,4 e 0,5. Após os ensaios, o látex de aveloz apresentou-se como um eficiente retardador de pega, influenciando tanto no período de indução quanto nos limites de início e fim de pega em todas as séries estudadas.

Lima (2013), estudou a influência da adição de substâncias orgânicas no tempo de pega do gesso de construção. As substâncias escolhidas como aditivos retardadores do tempo de pega foram: o limão (ácido cítrico), o leite em pó integral (caseína) e a clara de ovo (albumina). A relação a/g do estudo foi de 0,5 baseado no trabalho de Henão e Cincotto (1997). As quantidades de retardador foram determinadas por tentativas, observando-se seu comportamento na pasta de gesso. As concentrações de aditivo utilizados foram de: 0,5 ml (0,33%), 1,0 ml (0,67%) e 1,5 ml (1%) do suco de limão; 5,0 ml (3,33%), 6,0 ml (4%) e 10 ml (6,67%) da clara do ovo; e 3 g (1%), 4 g (1,33%) e 5 g (1,67%) de leite em pó, para 300 g de gesso. As concentrações do suco de limão e da clara do ovo foram incorporadas a água de amassamento e o leite em pó foi adicionado à massa de gesso. Em seu estudo, além do tempo de pega analisou-se também a consistência da pasta por meio de uma análise tátil-visual, onde observou-se que com a adição do limão e da clara do ovo, houve um aumento na trabalhabilidade das pastas, já com a adição do leite em pó, a pasta apresentou trabalhabilidade reduzida. Em todos os teores de aditivos estudados houve o retardamento do início e fim de pega. As pastas que apresentaram retardamento em mais de 1h, foram as pastas de: GL (Gesso e Limão) nas adições de 1,0 ml e 1,5 ml; GLP (Gesso e Leite em Pó) nas adições de 4 g e 5 g e GCO (Gesso e Clara de Ovo) na adição de 10 ml. A pasta de GL com adição de 1,5 ml, apresentou início de pega em 2h06'36" e fim de pega em 2h39'. A pasta de GLP com adição de 5 g apresentou início de pega em 1h51'36", inferior ao tempo da pasta de GL, porém, apresentou o maior tempo de fim de pega que foi em 2h42'. A pasta de GCO com adição de 10 ml, apresentou tempo de início de pega de 1h37'48" e fim de pega de 1h57'.

Monteiro (2015) realizou um estudo de desenvolvimento de aditivo plastificante retardador de pega a partir da mucilagem da palma forrageira. No seu trabalho, foram utilizadas relações a/g de 0,4, 0,5, 0,6 e 0,7. Para as pastas com relações a/g 0,4 e 0,5, utilizou-se concentrações de 1%, 3% e 5% de aditivo e, para as pastas com

relações a/g 0,6 e 0,7, foi utilizado apenas a adição de 1%. Nesse estudo, foi observado que as relações a/g de 0,4 e 0,5 apresentaram os melhores resultados indicando que a mucilagem é um aditivo retardador do tempo de pega e que aumentando o teor de aditivo, há aumento nos tempos de pega. Para a relação a/g de 0,4, houve aumento em mais de 1h no retardamento da pasta em todas as concentrações estudadas, onde o maior tempo foi obtido pela adição de 5%, que apresentou início de pega em 4h19'5" e o fim de pega em 5h22'. Para a relação a/g de 0,5, também houve aumento em mais de 1h no retardamento da pasta em todas as concentrações estudadas, sendo a pasta com adição de 5% a que apresentou o maior tempo de pega, tendo início de pega em 4h50' e fim de pega em 5h42'. Nota-se ainda que, para as relações a/g (0,4 e 0,5) estudadas, a adição de 1% de aditivo não prejudica a resistência da pasta de gesso e aumenta a trabalhabilidade da pasta. No entanto, com as adições de 3% e 5% a resistência foi significativamente penalizada.

3.2.1 CANA-DE-AÇÚCAR

Originado no Sudeste da Ásia, a cana-de-açúcar é uma gramínea do gênero *Saccharum* que se desenvolve em regiões de climas tropicais e subtropicais, adaptando-se facilmente a diferentes tipos de solos, sendo cultivado no Brasil desde a colonização portuguesa. É conhecido como a cultura agrícola mais importante da história da humanidade, devido ao seu potencial econômico, ecológico e comercial (MACEDO, 2009; BESSA, 2011; MENEZES, 2012).

O cultivo da cana-de-açúcar e a produção dos seus derivados estão diretamente ligados à própria história e ao desenvolvimento do Brasil (BESSA, 2011). Até meados do século XVII, o açúcar era o principal produto de exportação do país, a partir de então, a monocultura da cana-de-açúcar sofreu declínio devido a diversificação da agricultura e da industrialização (CORDEIRO, 2006 apud BESSA, 2011).

A produção da cana-de-açúcar no Brasil, concentra-se nas regiões Centro-Sul e Nordeste do Brasil, sendo o Estado de São Paulo o maior produtor nacional, responsável por quase 60% da produção nacional (SILVA e SILVA, 2012).

Com o objetivo de aumentar a produtividade de etanol no Brasil, a RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético), contribuiu

significativamente no desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar, tanto pela maior concentração de sacarose, quanto pela maior adaptação aos diversos ambientes agroecológicos do Brasil (MENEZES, 2012).

De acordo com Bessa (2011), a cana-de-açúcar quando amadurecida possui um grande teor de açúcares, com cerca de um terço da matéria seca dos colmos⁵. Segundo a mesma autora, a cultura da cana é semiperene, ou seja, pode ser cortada e colhida sem a necessidade de replantio por 5 a 7 safras (5 a 7 anos). Na Tabela 5, encontra-se a composição química da cana de açúcar.

Tabela 5 – Composição média da cana-de-açúcar

Composto	Quantidade (% , em massa)
Água	65 e 75
Sacarose	70 a 91
Glicose	2 a 4
Frutose	2 a 4
Proteínas	0,5 a 0,6
Amido	0,001 a 0,05
Ceras e ácidos graxos	0,05 a 0,015
Pigmentos	3 a 5

Fonte: Oliveira et al. (2006)

Segundo Oliveira et al. (2006), o caldo de cana ou garapa é uma bebida popular no Brasil, não alcoólica e que possui sabor agradável, devido as suas características de sabor e refrescância. De acordo com o mesmo autor, o caldo de cana é caracterizado como um líquido opaco, de coloração que varia de pardo ao verde escuro, viscoso, cuja composição química é variável em função da variedade, idade e sanidade da cana-de-açúcar. Além disso, o líquido preserva todos os nutrientes presentes na cana, como os minerais (3% a 5%): ferro, cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio, além de vitaminas do complexo B e vitamina C.

Menezes (2012) define a composição média do caldo da cana-de-açúcar como mostrado na Tabela 6.

⁵ Colmo é o caule da cana-de-açúcar. É caracterizado por nós bem marcados e entrenós distintos e fica acima do solo (SILVA E SILVA, 2012).

Tabela 6 – Composição média do caldo da cana-de-açúcar

Composto	Quantidade (% em massa)
Umidade	71,1
Fibra	10,9
Sacarose	15,5
Não açúcares	2
Açúcares glicose mais frutose	0,5

Fonte: Menezes (2012)

Segundo Menezes (2012), além da fonte de carbono (glicose, frutose e sacarose), no caldo da cana também estão presentes compostos orgânicos, tais como vitaminas (A, B1 e B6), aminoácidos e ácidos orgânicos. O mesmo ainda relata que o teor de nitrogênio, aminoácidos e proteínas encontrados no caldo da cana-de-açúcar podem ser nas concentrações entre 0,01% a 0,43%.

Para Dos Santos (2014),

A combinação de fatores intrínsecos faz com que o caldo de cana seja altamente perecível, e por isso, recomenda-se o consumo logo após a sua extração. O caldo de cana *in natura* sofre deterioração de sabor e aparência 24 horas após a sua extração, mesmo sendo acondicionado sob refrigeração.

O caldo de cana extraído tem vida útil reduzida, devido a sua rica composição química, apresentando um meio adequado ao crescimento e desenvolvimento de microrganismos (SILVA, 2004).

4. METODOLOGIA

4.1 MATERIAIS

4.1.1 GESSO

O gesso utilizado no desenvolvimento deste trabalho é do tipo β e foi adquirido em comércio local no Município de Pombal/PB, em sacos de 40 kg, indicado para revestimentos. Para o preparo de cada molde, utilizou-se 300 g de gesso em pó (Figura 5). Essa quantidade de 300 g foi adotada conforme a NBR 12128 (ABNT, 2017) que estabelece 300 g como sendo a quantidade mínima de amostra necessária para a preparação da pasta.

Figura 5 – Pesagem do gesso para preparação das pastas



Fonte: Autoria própria (2019)

4.1.2 ADITIVO

O caldo de cana-de-açúcar foi obtido no comércio local, extraído na hora, imediatamente resfriado e armazenado em uma caixa de isopor, para conservar a temperatura e as propriedades do material, conforme Figura 6. Em seguida foi levado para o Laboratório de Resíduos Sólidos – UFCG, Campus Pombal/PB e realizado os

ensaios do tempo de pega. Teve-se o cuidado de comprar o caldo de cana sempre com o mesmo fornecedor, já que não foi possível ter o controle do tipo da cana-de-açúcar utilizada.

Figura 6 – Caldo da cana-de-açúcar armazenado



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 7 – Caldo da cana-de-açúcar utilizado no preparo das pastas de gesso



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2 ENSAIO DO TEMPO DE PEGA

Os tempos de início e fim de pega das pastas de gesso preparadas, foram medidos através do aparelho de Vicat (Figura 8) e de acordo com o estabelecido pela NBR 12128 (ABNT, 2017). O aparelho possui um molde com formato troncocônico com base de 70 mm, topo de 60 mm, altura de 40 mm e a agulha com diâmetro de $(1,13 \pm 0,02)$ mm.

Figura 8 – Aparelho de Vicat



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.1 PREPARAÇÃO DAS PASTAS

Para este estudo, foram utilizadas as relações água/gesso de 0,4 e 0,5 baseado nos trabalhos de Nogueira (2012), Lima (2013) e Monteiro (2015).

Inicialmente, foram preparadas as pastas de gesso controle (GC), que serviu de parâmetro para comparação, com as pastas de gesso com aditivo.

Baseado nos trabalhos de Nogueira (2012) e Monteiro (2015), utilizou-se concentrações de 1%, 3% e 5% do caldo de cana-de-açúcar, para a preparação das pastas de gesso. Após a realização dos ensaios, foi observado que não houve uma grande diferença entre os tempos de pega, quando comparados ao GC e quando

comparados entre si. Diante disto, as concentrações foram aumentadas para 10%, 15%, 30% e 50%, afim de obter maiores tempos de pega.

As quantidades de materiais utilizados para a preparação das pastas de gesso, encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Quantidade de material utilizado no preparo das pastas

Tipo	Fator (a/g)	Gesso (g)	Aditivo (g)	Água (g)
GC				
			-	
Adição de 1%			1,2	
Adição de 3%			3,6	
Adição de 5%			6,0	
Adição de 10%	0,4	300	12	120
Adição de 15%			18	
Adição de 30%			36	
Adição de 50%			60	
GC				
			-	
Adição de 1%			1,5	
Adição de 3%			4,5	
Adição de 5%			7,5	
Adição de 10%	0,5	300	15	150
Adição de 15%			22,5	
Adição de 30%			45	
Adição de 50%			75	

*GC - Gesso controle

Fonte: Autoria própria (2019)

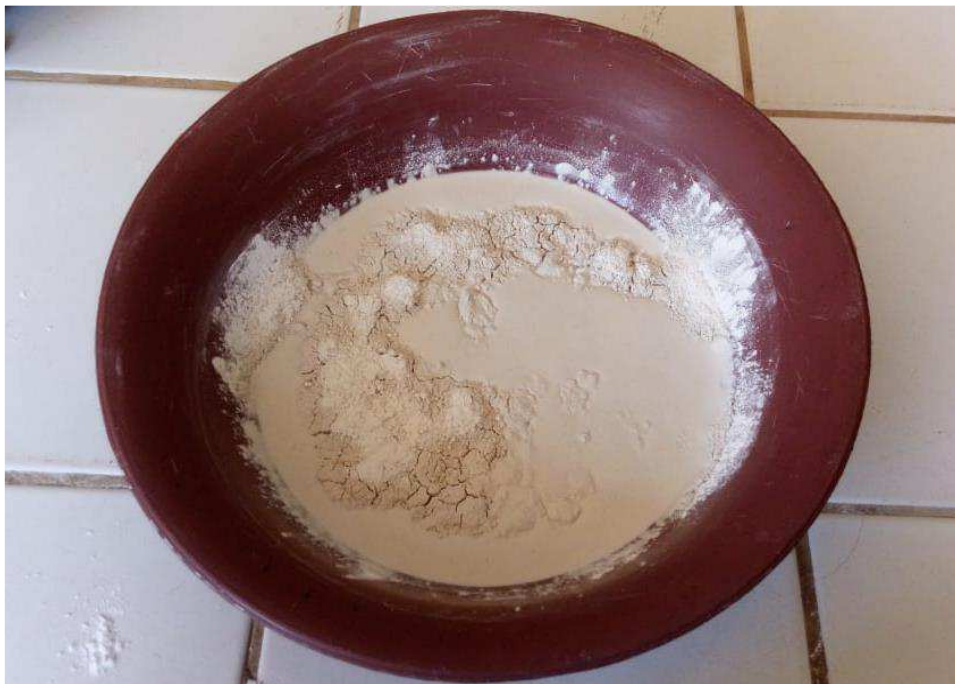
Na preparação das pastas, o aditivo foi incorporado à água de amassamento (Figura 9) e em seguida adicionou-se o gesso à solução polvilhando-o por aproximadamente 1 min e deixando em repouso por 2 min (Figura 10). Em seguida, misturou-se por 1 min a fim de se obter uma pasta uniforme. As misturas foram feitas manualmente com o auxílio de uma espátula metálica (Figura 11).

Figura 9 – Adição de 10% do caldo da cana de açúcar incorporado à água de amassamento



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 10 – Descanso de 2 min da pasta de gesso com adição para relação a/g 0,5



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 11 – Mistura homogênea da pasta com adição para a relação a/g 0,5



Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.2 PROCEDIMENTO

Após a preparação, a pasta de gesso é imediatamente transferida para o molde e em seguida são realizadas as leituras dos tempos de início e fim de pega do material analisado. Conforme dito anteriormente, a NBR 12128 (ABNT, 2017), determina o tempo de início de pega quando a agulha do Aparelho de Vicat estaciona a 1 mm da base e o tempo de fim de pega, quando a agulha não mais penetrar na superfície do molde, deixando apenas uma leve impressão.

Figura 12 – Ensaio do tempo de pega através do aparelho de Vicat



Fonte: Autoria Própria (2019)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 INFLUÊNCIA DO ADITIVO NO TEMPO DE PEGA

Na Tabela 8 estão representados os valores dos tempos médios de início e fim de pega. Este tempo é a média entre duas determinações realizadas para cada uma das concentrações estudadas, conforme o estabelecido pela NBR 12128 (ABNT, 2017).

Tabela 8 - Tempos médios de início e fim de pega para cada teor de aditivo estudado

Tipo	Fator a/g	Tempos de Pega (min)	
		Início	Fim
GC	0,4	11	22
Adição de 1%		12	20
Adição de 3%		14	21
Adição de 5%		15	25
Adição de 10%		24	39
Adição de 15%		33	47
Adição de 30%		82	107
Adição de 50%		88	114
GC		0,5	17
Adição de 1%	16		25
Adição de 3%	23		37
Adição de 5%	27		44
Adição de 10%	38		57
Adição de 15%	46		62
Adição de 30%	110		135
Adição de 50%	211		281

*GC - Gesso controle

Fonte: Autoria Própria (2019)

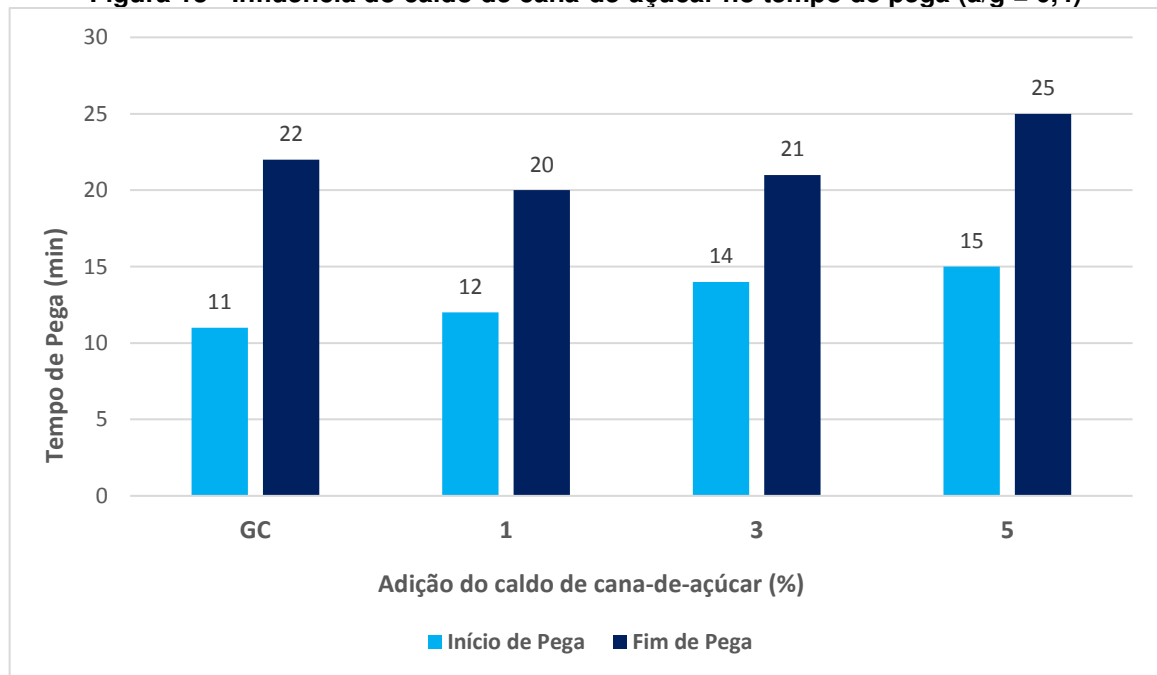
5.1.1 TEMPO DE PEGA PARA A RELAÇÃO A/G = 0,4

5.1.1.1 Concentrações de 1%, 3% e 5% do caldo de cana-de-açúcar

Inicialmente foi feito o ensaio da pasta de gesso controle (GC), para comparação entre as pastas com adições do caldo de cana-de-açúcar.

Na Figura 13, encontram-se os resultados obtidos dos tempos de início e fim de pega das pastas de gesso controle e nas concentrações de 1%, 3% e 5%.

Figura 13 - Influência do caldo de cana-de-açúcar no tempo de pega (a/g = 0,4)



Fonte: Autoria Própria (2019)

O tempo de início de pega da pasta de (GC) foi de 11 min e o fim de pega de 22 min, compreendendo um período de reação de 11 min. O início de pega ficou de acordo com a NBR 13207 (ABNT, 2017), que deve ser superior a 10 minutos. No entanto, o fim de pega foi inferior a 35 minutos, não contemplando a mesma norma.

As adições de 1%, 3% e 5% do caldo de cana-de-açúcar, apresentaram um pequeno aumento no início de pega de 1 min, 3 min e 4 min, respectivamente, quando comparados a pasta de (GC). No entanto, para o final de pega só houve aumento na concentração de 5%, que foi de 3 min, quando comparado ao (GC).

Para aditivos orgânicos não existe normatização. A NBR 13207 (ABNT, 2017) cita apenas a adição de aditivos químicos que deve ter início de pega maior ou igual a 4 min e tempo de fim de pega deve ser superior ou igual a 50min.

O tempo de início de pega do (GC) foi de 11 min. Quando comparado com os tempos de início de pega de Nogueira (2012) e Monteiro (2015), que foram de 13 min e 5 min, respectivamente, observou-se que o (GC) deste trabalho e o (GC) de Nogueira (2012), contemplaram a NBR 13207 (ABNT, 2017). Enquanto que, o (GC) de Monteiro (2015), apresentou tempo de início de pega inferior ao estabelecido pela norma. Quanto aos tempos de fim de pega, todos os trabalhos analisados apresentaram tempos inferiores ao estabelecido por norma.

Estas variações provavelmente ocorreram devido à falta de controle durante o processo de fabricação do material, ou até mesmo a questão do transporte e armazenamento, visto que, apesar da indústria gesseira ser uma indústria consolidada quanto a produção, existem muitas fábricas de pequeno porte, que vendem o gesso sem nenhum tipo de controle durante o processo de fabricação.

Com adição do caldo de cana-de-açúcar nas concentrações de 1%, 3% e 5%, foram obtidos para o início do tempo de pega, 12 min, 14 min e 15 min, respectivamente. Esses valores foram inferiores aos encontrados por Nogueira (2012), que foram de 17 min, 1h23' e 1h54'; como também nos observados por Monteiro (2015), que foram de 1h44', 2h04' e 4h19' para as concentrações de 1%, 3% e 5%.

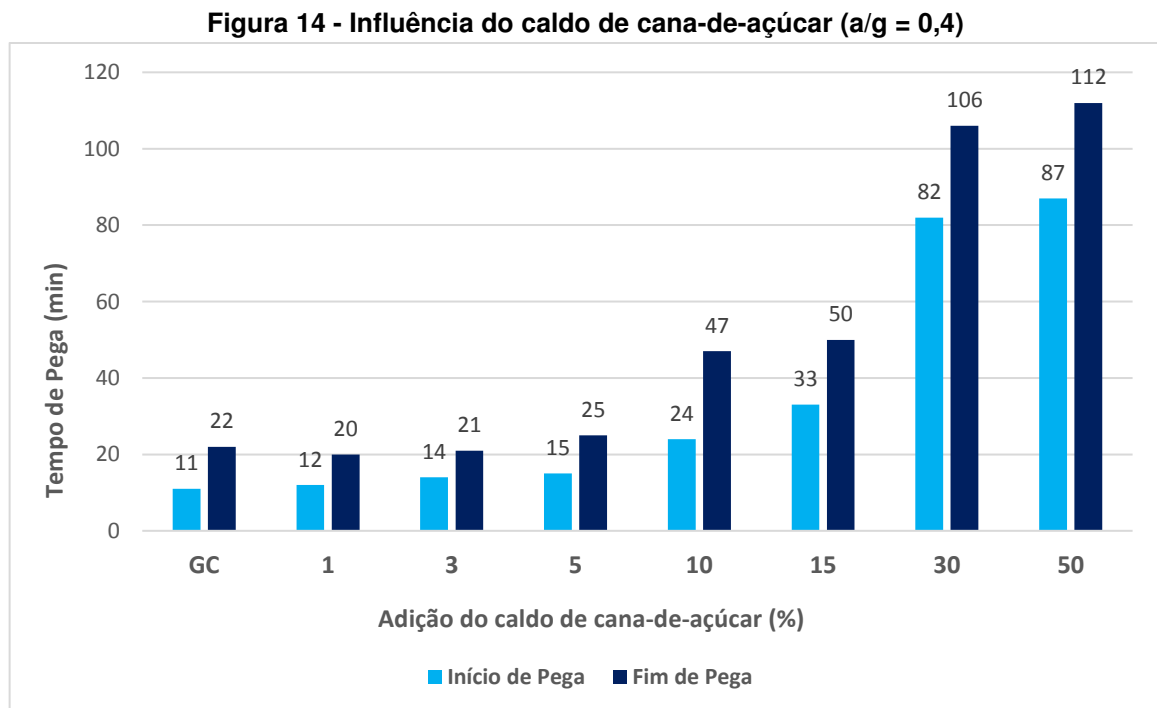
Para as mesmas concentrações de 1%, 3% e 5%, foram obtidos para o final do tempo de pega, 20 min, 21 min e 25 min, respectivamente. Quando comparados aos tempos obtidos por Nogueira (2012), que foram de 28 min, 1h40' e 2h25'; e com os tempos obtidos por Monteiro (2015), que foram de 2h06', 2h22' e 5h22', nas mesmas concentrações de aditivo, observa-se que os tempos de fim de pega dos trabalhos utilizados como referência apresentaram tempos relativamente maiores que os obtidos neste trabalho.

Os valores do tempo de pega para o aditivo cana-de-açúcar é inferior, quando comparado aos obtidos nos trabalhos de Nogueira (2012) e Monteiro (2015), possivelmente, devido à baixa concentração de açúcar quando diluído em água, como também, pela falta de controle do produto cana de açúcar, pois não foi possível obter o conhecimento sobre o tipo do material e sua composição.

5.1.1.2 Concentrações de 10%, 15%, 30% e 50% do caldo de cana-de-açúcar

As adições de 1%, 3% e 5% de aditivo apresentaram pequena variação no tempo de início de pega. Diante disto, foram realizados novos ensaios utilizando concentrações maiores do aditivo, 10%, 15%, 30% e 50%, afim de se obter uma maior concentração de açúcar.

De acordo com o gráfico da Figura 14, observa-se que as novas adições estudadas (10%, 15%, 30% e 50%), quando comparados ao (GC) e as demais concentrações (1%, 3% e 5%), apresentaram aumento no tempo de início e fim de pega.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 14, é possível identificar que à medida que aumentou a concentração do aditivo à base de cana-de-açúcar, houve aumento do início e fim de pega.

Analisando o (GC) em relação as adições de 10%, 15%, 30% e 50%, foi possível verificar um aumento do tempo de início de pega em, 13 min, 22 min, 1h11' e 1h16', respectivamente. Quanto ao tempo de fim de pega, foi possível observar um aumento de 25 min, 28 min, 1h24' e 1h30', respectivamente.

As pastas de gesso com adição de 5%, 10% e 15%, apresentaram quando comparados entre si, uma mesma variação quanto ao valor do tempo de início de pega, que foi de 9 min.

Nas concentrações de 15% e 30%, pode-se identificar um aumento significativo entre o início e o final do tempo de pega. Houve uma diferença de 49 min entre os tempos de início de pega e de 56 min para o fim de pega.

Quando se compara as pastas com adições de 30% e 50%, percebe-se que não há muita diferença entre si nos tempos de início e fim de pega, apresentando respectivamente, uma diferença de 5 min e 6 min.

Comparando os tempos de início de pega obtidos com o estudo de Nogueira (2012), observou-se que a concentração de 30% (1h22') do caldo de cana-de-açúcar, aproximou-se da concentração de 3% (1h23') da adição de látex (*aveloz*). A adição de 50% (1h27') do caldo de cana não apresentou tempo de pega superior ao do trabalho de Nogueira (2012) com adição de 5% (1h54').

Analisando o trabalho de Monteiro (2015), observou-se que os tempos de início e fim de pega, com as concentrações de 10%, 15%, 30% e 50%, não foram superiores aos tempos obtidos com as concentrações de 1%, 3% e 5% de mucilagem da palma forrageira.

As pastas com adições a partir de 15% apresentaram coloração mais escura quando comparadas as demais pastas analisadas, devido a maior quantidade de aditivo adicionado. Durante os ensaios, observou-se que as pastas com adições de 30% e 50% tiveram exsudação da mistura de água mais caldo de cana (Figura 14) na superfície do molde, antes do início de pega, após 1 hora de ensaio, o material absorveu a mistura contida na superfície.

Figura 15 – Exsudação da água com aditivo

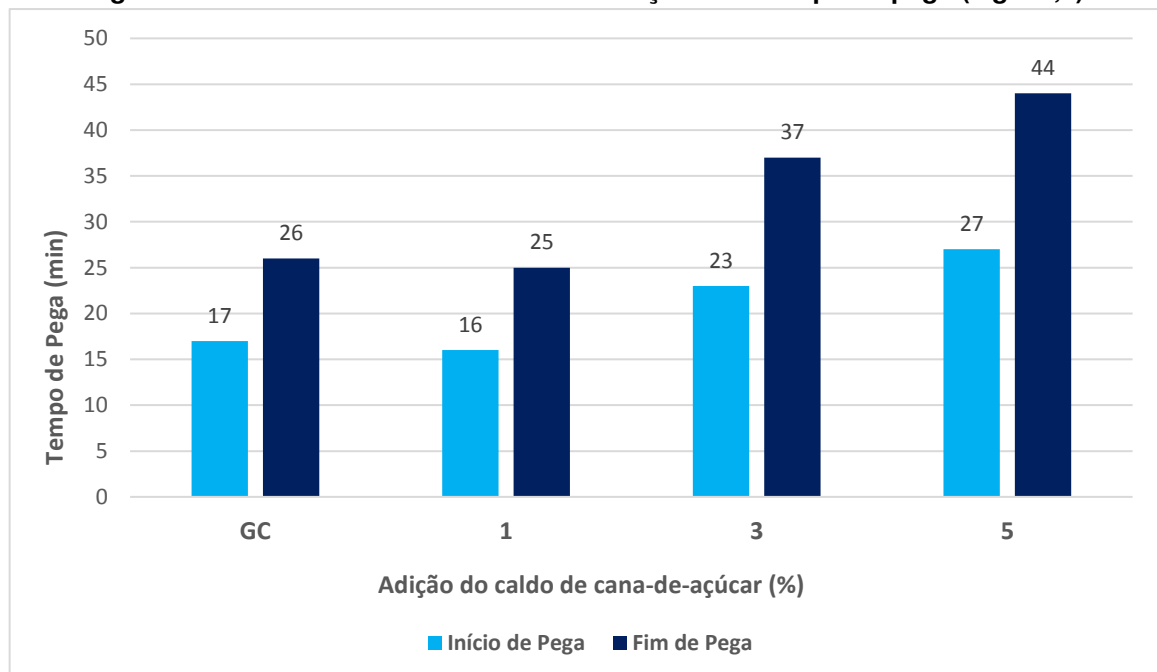


Fonte: Autoria Própria (2019)

5.1.2 TEMPO DE PEGA PARA A RELAÇÃO A/G = 0,5

5.1.2.1 Concentrações de 1%, 3% e 5%

Figura 16 – Influência do caldo de cana-de-açúcar no tempo de pega (a/g = 0,5)



Fonte: Autoria Própria (2019)

O tempo de início de pega da pasta de (GC) foi de 17 min e o fim de pega de 26 min, compreendendo um período de reação de 9 min (Figura 16). O início de pega ficou de acordo com a NBR 13207 (ABNT, 2017), que deve ser ≥ 10 minutos. No entanto, o fim de pega ficou inferior a 35 minutos, não contemplando a mesma norma.

Comparando as adições de 1%, 3% e 5% do caldo de cana-de-açúcar com o (GC), foi verificado que, apenas a adição de 1% não apresentou aumento nos tempos de início e fim de pega. No entanto, as demais concentrações de 3% e 5%, apresentaram aumento no tempo de início de pega de 6 min e 10 min, respectivamente, e aumento no tempo de fim de pega de 11 min e 18 min, respectivamente. Isto pode ser explicado pelo fato que, quanto maior a quantidade de água adicionada no preparo da pasta, maior o tempo de retardamento do início de pega.

Avaliando os resultados obtidos pelas relações a/g 0,4 e 0,5, observa-se que para as concentrações estudadas, as adições com relação a/g 0,5 apresentaram tempos de pega superiores aos da relação a/g 0,4.

Comparando o tempo de início de pega do (GC) que foi de 17 min, com os tempos de início de pega de Nogueira (2012) e Monteiro (2015), que foi de 13 min e 6 min, respectivamente, foi verificado que o (GC) deste trabalho e o (GC) de Nogueira (2012), contemplaram a NBR 13207 (ABNT, 2017). Enquanto que, o (GC) de Monteiro (2015), apresentou tempo de início de pega inferior ao estabelecido pela norma. Quanto aos tempos de fim de pega, todos os trabalhos analisados apresentaram tempos inferiores ao estabelecido por norma.

Como citado anteriormente, possivelmente, isto pode ter ocorrido, devido ao processo de produção, logística de transporte e armazenamento do produto.

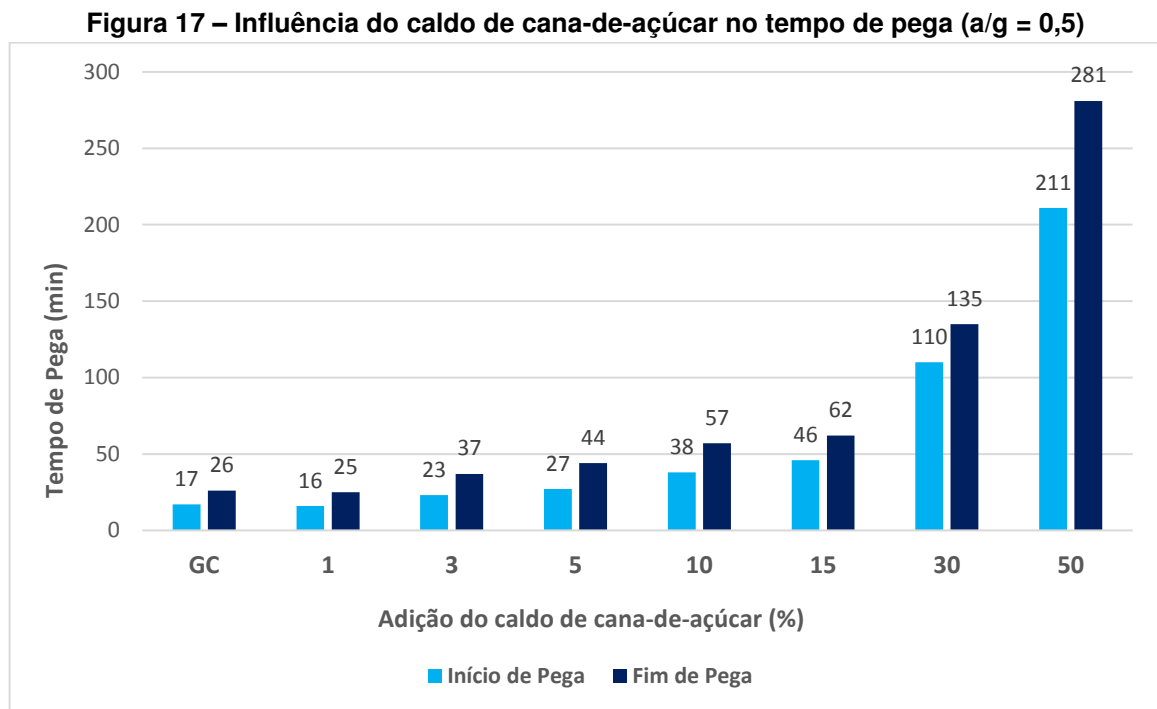
Para a relação a/g 0,5, com adição de cana-de-açúcar nas concentrações de 1%, 3% e 5%, foram obtidos para o início do tempo de pega, 16 min, 23 min e 27 min, respectivamente. Esses valores ficaram muito abaixo dos encontrados por Nogueira (2012), que foram de 32 min, 1h32' e 2h09'; como também nos observados por Monteiro (2015), que foram de 1h19', 2h19' e 4h40' para as concentrações de 1%, 3% e 5%.

Para a mesma relação a/g, com adição do caldo de cana-de-açúcar nas concentrações de 1%, 3% e 5%, foram obtidos para o final do tempo de pega, 25 min, 37 min e 44 min, respectivamente. Quando comparados aos tempos obtidos por Nogueira (2012), que foram de 47min, 1h49min e 2h24'; e com os tempos obtidos por

Monteiro (2015), que foram de 1h32', 2h46' e 5h42', nas mesmas concentrações de aditivo, observa-se que os tempos de fim de pega dos trabalhos utilizados como referência apresentaram tempos relativamente maiores que os obtidos neste trabalho.

5.1.2.2 Concentrações de 10%, 15%, 30% e 50%

Diante do descrito para a relação a/g 0,4, aumentou-se também, as concentrações do aditivo para a relação a/g 0,5. Na Figura 17, estão representados os tempos de pega de todas as concentrações estudadas para a relação a/g 0,5.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Na Figura 17 é possível identificar que à medida que aumentou-se a concentração do aditivo a base de cana-de-açúcar em 10%, 15%, 30% e 50%, houve o aumento nos tempos de início e fim de pega.

Analisando o (GC) em relação as adições de 10%, 15%, 30% e 50%, foi possível verificar um aumento do tempo de início de pega em, 21 min, 29min, 1h33' e 3h14', respectivamente. Quanto ao tempo de fim de pega, foi possível observar um aumento de 31 min, 36 min, 1h49' e 4h15', respectivamente.

De acordo com a Figura 17, observa-se que as adições de 1% a 15%, não apresentaram muita variação nos tempos de início e fim de pega, quando comparados entre si.

As adições de 15% e 30% apresentaram aumento significativo entre o início e o fim do tempo de pega, quando comparadas entre si. Houve uma diferença de 1h04' min entre os tempos de início de pega e 1h13' para o fim de pega.

Quando se compara as pastas com adições de 30% e 50%, percebe-se que também houve um aumento significativo quanto aos tempos de pega. Observou-se uma diferença de 1h41' para o início do tempo de pega e 2h26' para o fim do tempo de pega.

Comparando os tempos de início de pega deste trabalho nas novas concentrações, com os obtidos por Nogueira (2012), observou-se que a concentração de 30% (1h50') aproximou-se da concentração de 3% (1h32') da adição de látex (*aveloz*). A adição de 50% (3h31'), apresentou tempo de início de pega superior ao do trabalho de Nogueira (2012), para a adição de 5% (2h09'). A adição de 50% também apresentou valores superiores ao do estudo de Monteiro (2015), para a adição de 1% (1h19') e 3% (2h19'), porém, para a adição de 5%, Monteiro (2015) apresentou resultado superior com diferença de 1h09'.

Para a relação a/g 0,5, assim como relatado anteriormente para as pastas com relação a/g 0,4, as adições a partir de 15% apresentaram coloração mais escura, quando comparadas as demais pastas analisadas. Durante os ensaios, observou-se que as pastas com adições a partir de 15% tiveram exsudação da mistura de água mais caldo de cana na superfície do molde (Figura 15), antes do início de pega, após 1 hora de ensaio, o material absorveu a mistura contida na superfície.

6. CONCLUSÕES

Diante do estudo realizado para este trabalho, pode-se concluir que:

- A utilização do aditivo de origem vegetal utilizado neste trabalho, mostrou-se eficiente no retardamento dos tempos de início e fim de pega;
- A pasta de gesso controle (GC), para as relações a/g 0,4 e 0,5, apresentaram tempos de início de pega de acordo com o limite estabelecido pela NBR 13207/2017. No entanto, os tempos de fim de pega não contemplaram a mesma norma;
- As adições de 1%, 3% e 5% do caldo de cana-de-açúcar, para as duas relações a/g estudadas, apresentaram pequena variação nos tempos de pega, quando comparados ao (GC) e entre si;
- Com o aumento das concentrações de aditivo para 10%, 15%, 30% e 50%, houve aumento no tempo de pega, logo, notou-se que, aumentando-se o teor de aditivo, aumenta-se ainda mais os tempos de pega;
- As concentrações que apresentaram os melhores tempos de início e fim de pega, nas duas relações a/g analisadas, foram as de 30% e 50%, que retardaram a pasta em mais de 1h;
- As pastas de gesso estudadas para a relação a/g 0,5, apresentaram melhor trabalhabilidade e maiores tempos de pega, quando comparada à relação a/g 0,4.

7. FUTURAS PESQUISAS

Diante do estudo realizado, foram obtidos resultados satisfatórios que atendessem aos objetivos propostos, logo sugere-se como recomendações para trabalhos futuros:

- Repetir os ensaios realizados, porém, com o conhecimento do tipo, origem e composição da cana-de-açúcar;
- Realizar ensaios de resistência das pastas de gesso estudadas, para analisar a influência do aditivo nesta propriedade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12127: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12128: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12129: Gesso para construção civil – Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13207: Gesso para construção civil – Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

BALTAR, L. M. **Influência da adição de polissacarídeos nas propriedades físicas do gesso alfa.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

BARDELLA, P. S. **Análise das propriedades de pastas de gesso de construção reciclado.** 2011. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BRANDÃO, C. P. **Compósito com matriz de gesso e reforço de manta de sisal.** 2015. Dissertação – Departamento de Construção e Estruturas. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

BRANDÃO, C. P. **Compósito de gesso reforçado com manta de sisal.** 2014. Dissertação – Departamento de Construção e Estruturas. Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

BRANDÃO, C. P.; CARVALHO, R. F. **Desenvolvimento de matriz de gesso para aplicação na construção civil.** 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, MT, 2014.

BESSA, S. A. L. **Utilização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como agregado miúdo em concretos para artefatos de infraestrutura urbana.** 2011. Tese – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

DOS SANTOS, M. A. **Elaboração e avaliação da estabilidade do caldo de cana pasteurizado e refrigerado.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Agroindustrial – Industriais Alimentícias. Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, 2014.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral – Gipsita – Sumário Mineral, p70-71. Volume 30. Brasília, 2010.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral – Gipsita – Sumário Mineral, p70-71. Volume 36. Brasília, 2016.

FERREIRA, F. C. **Estudo de caracterização do gesso para revestimento produzido no Polo Gesseiro do Araripe.** 2017. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

KANNO, W. M. **Propriedades mecânicas do gesso de alto desempenho.** Orientador: Dr. Milton Ferreira de Souza. 2009. 130 p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

LIMA, S. Y. V. **Influência da adição de substâncias orgânicas no tempo de pega do gesso de construção.** 2013. Monografia – Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

MACEDO, P. C. **Avaliação do desempenho de argamassas com adição de cinza do bagaço de cana-de-açúcar.** 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2009.

MENEZES, J. A. S. **Aspectos físicos e químicos do caldo de cana que afetam a capacidade fermentativa das células de levedura.** 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

MONTEIRO, A. G. S. **Desenvolvimento de aditivo plastificante e retardador de pega para gesso a partir da mucilagem da palma forrageira.** 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

NOGUEIRA, J. C. A. **Melhoria das propriedades do gesso com aditivo sintético e com látex de *euphorbia tirucalli* e de *havea brasiliensis* para uso na construção de habitações de interesse social.** 2012. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

NUNES, C.R.S. **Estudo da condutividade térmica do gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) em função de sua porosidade.** 2015. 89p. Dissertação (Mestrado em ciência dos materiais) – pós-graduação em ciência dos materiais – PGCM, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2015.

OLIVEIRA et al. **Análise das condições de comércio de caldo de cana em vias públicas de Municípios Paulista**. 2006. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 2006.

OLIVEIRA, M. P. **Materiais compósitos à base de gesso contendo EVA (etileno acetato de vinila) e vermiculita: otimização de misturas e propriedades termomecânicas**. 2009. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2009.

PINHEIRO, S. M. de M. **Gesso Reciclado: Avaliação de Propriedades para Uso em Componentes**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2011. 352p. Tese (Doutorado). Departamento de Arquitetura e Construção, UNICAMP, 2011.

PINHO, R. D. **Avaliação das propriedades mecânica dos pré-moldados de gesso alterados microestruturalmente e estudo das causas do amarelamento pós-pintura**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PINTO, M. C. C. **Avaliação das propriedades do gesso reciclado contendo aditivos**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2014. 108p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Arquitetura e Construção, UNICAMP, 2014.

SILVA, J. P. N.; SILVA, M. R. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar**. 2012. Elaborado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás e a Universidade Federal de Santa Maria. Ilhumas, 2012.

SILVA, K. L. da. **Estudo da utilização do gesso reciclado na construção civil**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Civil) – Curso de Engenharia Civil da Unidade Acadêmica de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade São Francisco. Itatiba, 2008.

SILVA, K. S. DA. **Avaliação de processo de industrialização de caldo de cana de açúcar (*Sacharum ssp*) por enchimento a quente e sistema asséptico**. 2004. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SOBRINHO, A. C. P. L.; AMARAL, A. J. R.; DANTAS, J. O. C.; ALCOFORADO, J. R. Gipsita, **Balanco Mineral Brasileiro** - DNPM, 2001.

TROVÃO, A. P. M. **Pasta de gesso com incorporação de resíduo de gesso e aditivo retardador de pega**. 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.