

II Feira de Ciências, Tecnologia e Inovação da UFSM-CS

Confecção de um aparelho de Vicat com instrumentação alternativa de baixo custo: ensaio de início de pega em pasta de cimento

Development of a low-cost Vicat apparatus with alternative instrumentation: initial set test in cement paste

Matheus Amancio Correa Neres¹ , Jocenir Boita¹ 

¹ Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

RESUMO

A falta de recursos de infraestrutura e de equipamentos, seja para ensino ou pesquisa, causa um impacto significativo na qualidade da educação, na formação dos professores, no acesso a materiais educativos, no ambiente de aprendizado e nas desigualdades educacionais, comprometendo assim o desenvolvimento e o sucesso do ensino e aprendizagem. Diante deste cenário cada vez mais comum, surge a necessidade do desenvolvimento de instrumentações alternativas de baixo custo, causando assim uma solução imediata para superar esta carência. No contexto de ensino-aprendizagem, este mecanismo contribui na instigação da criatividade, adaptando o ensino ao contexto local e proporcionando experiências de aprendizagem do ponto de vista prático e teórico com maior significado, pois existe a associação de teoria-prática-criatividade. A luz desse olhar, o trabalho tem como proposta fundamental a construção de um aparato experimental a baixo custo, com a função de analisar o tempo de início de pega em pastas de cimento. Para fins de comparação do aparato experimental construído, com um equipamento comercialmente vendido, foram analisados os resultados e comparados com o da literatura, resultando em um desfecho favorável à utilização do equipamento proposto.

Palavras-chave: Educação; Instrumentação de baixo custo; Tempo de pega em pasta de cimento; Aparelho de Vicat

ABSTRACT

The lack of infrastructure and equipment resources, whether for teaching or research, significantly impacts the quality of education. It affects teacher training, access to educational materials, the learning environment, and educational inequalities, thereby undermining the development and success of teaching and learning processes. In this increasingly common scenario, there is a need for the development of low-cost alternative instrumentation, providing an immediate solution to address

these shortages. In the context of teaching and learning, this mechanism aids in fostering creativity, adapting education to the local context, and offering more meaningful practical and theoretical learning experiences, as it integrates theory, practice, and creativity. In this perspective, the fundamental proposal of the work is to construct a low-cost experimental apparatus designed to analyze the initial setting time of cement pastes. To compare the performance of this experimental apparatus with that of a commercially available device, the results were analyzed and benchmarked against the literature, yielding a favorable outcome for the use of the proposed equipment.

Keywords: Education; Low-cost instrumentation; Setting time of cement paste; Vicat apparatus

1 INTRODUÇÃO

Confrontados com limitações, sejam elas financeiras, materiais ou de qualquer outra natureza, docentes e alunos são encorajados a usar e desenvolver suas criatividades encontrando soluções inovadoras para superar essas restrições, pondo em prova sua criatividade e conhecimentos.

No ambiente acadêmico esta não poderia ser uma realidade mais frequente, segundo relatório da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), lançado em 12/09/2023 o governo brasileiro aplicou na pasta da educação perto de um terço em comparativo com os países da OCDE em 2020: US\$ 4.306 por estudante, o equivalente a aproximadamente R\$ 21,5 mil. Já os países da OCDE investiram, em média, US\$ 11.560, ou R\$ 57,8 mil.

A lacuna deixada por essa falta de recursos financeiros se reflete muitas vezes na falta de aparelhos indispensáveis ao ensino. Inúmeros instrumentos de medida e análise são necessários para o avanço de estudos na ciência em geral, muitos deles com aplicações bastante específicas, como o Aparelho de Vicat, essencial em testes de materiais de construção, especialmente no que diz respeito à determinação da consistência e do tempo de pega em argamassas e pastas de cimento.

O Aparelho de Vicat é composto por componentes específicos e requer precisão para fornecer resultados confiáveis. Isso muitas vezes se traduz em um custo relativamente alto, tornando-o inacessível para alguns usuários potenciais. Além disso, o investimento necessário para a manutenção e calibração do aparelho

também pode ser considerável. O custo do aparelho varia entre R\$ 1500 até R\$ 3000 mil reais, custo este que pode representar um obstáculo para laboratórios de menor porte, instituições de ensino com recursos limitados e empresas em desenvolvimento que buscam expandir suas operações.

Como resultado, a acessibilidade ao aparelho de Vicat pode ser restrita em certos contextos, potencialmente limitando a capacidade de realizar testes e pesquisas que dependem desse equipamento.

Partindo dessas premissas, foi idealizado o projeto de construção de um aparelho de Vicat a partir do uso de materiais alternativos como matéria prima, de baixo custo e que possua precisão e aplicabilidades confiáveis.

Embora o aparelho de Vicat seja utilizado em diversos tipos de ensaios, o foco deste trabalho será apenas no início de pega em pastas de cimento, utilizando ensaios referências da literatura e comparando seus resultados com os obtidos no aparato experimental.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cimento Portland

A NBR 16697 (ABNT, 2018, p. 2) diz que o cimento Portland comum se trata de um: “Aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio.”

2.2 Pasta de consistência normal

Segundo a NBR 16606 (ABNT, 2018) a pasta é considerada como tendo consistência normal quando a sonda de Tetmajer se situa a uma distância de (6 ± 1) mm da placa base após 30 s do instante em que foi solta.

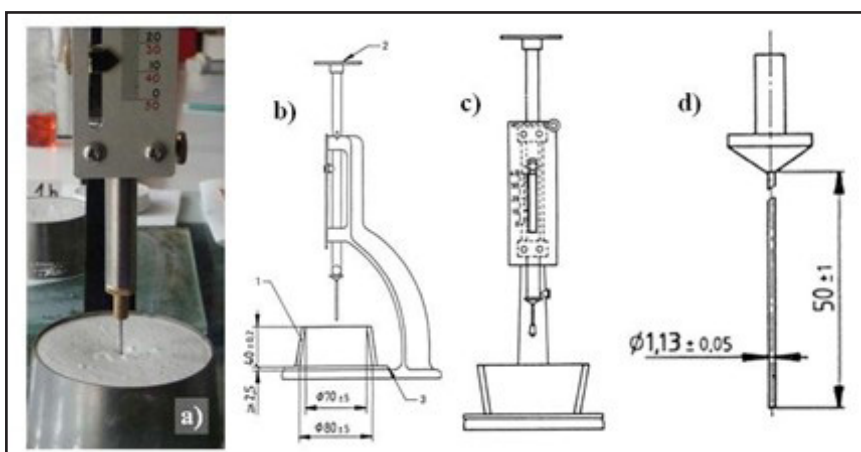
2.3 Início De Pega

Conforme a NBR 16.607 (ABNT, 2018, p. 1) "Intervalo de tempo transcorrido desde o momento em que o cimento entra em contato com a água até o momento em que a agulha de Vicat penetra na pasta e estaciona a (6 ± 2) mm da placa-base do molde-cônico, em condições normalizadas de ensaio"

2.4 Aparelho De Vicat

O aparelho de Vicat é um instrumento utilizado na Engenharia Civil e materiais de construção para determinar a consistência e o tempo de pega de argamassas de cimento, além de determinar a consistência da argamassa em diferentes estágios de preparação. Geralmente é composto conforme a Figura 1 por um Suporte (A) que possui uma haste interna de aço inoxidável (B) passando por ele. Em uma extremidade da haste está a sonda Tetmajer (C), enquanto na outra extremidade está uma agulha removível (D). Além disso, a haste deve ser deslizante, podendo ser fixada em qualquer posição por meio de um parafuso.

Figura 1 – Aparelho de Vicat



Nota: a) pormenor da penetração da agulha; b) vista lateral do equipamento; c) visão frontal do equipamento para determinar o fim da presa (molde invertido); d) agulha (medidas em [mm]).

Fonte: D. Thermomechanical Behaviour of a Self-flow Refractory Castable of 100% Alumina for Monolithic Applications (in Portuguese). 2012.

3 METODOLOGIA

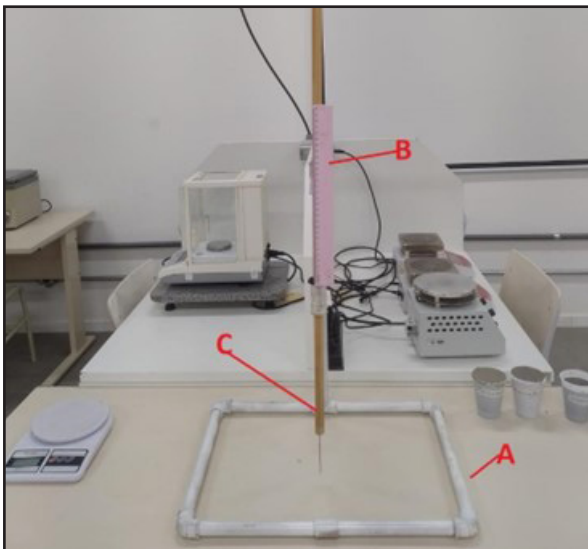
Todo o projeto foi elaborado mediante as NBR 16606 (ABNT, 2018) e NBR 16607 (ABNT, 2018) que regulam o teste de início e fim de pega, como também a montagem e composição do aparelho de Vicat.

A ideia principal por trás da construção de um aparelho de Vicat com materiais alternativos de baixo custo, se dá no fato de que apesar de ser um instrumento de medida de precisão, seu funcionamento é bastante simples, se tratando em suma de uma haste que é solta e utilizando somente a ação da gravidade sobre seu peso, que penetra na massa cimentícia.

3.1 Confeção Experimental

A construção deste projeto foi separada em duas partes principais: o suporte base [A] e a haste [C] móvel ambos apresentados na figura 2.

Figura 2 – Aparato experimental alternativo de baixo custo de Vicat



Fonte: Acervo particular do autor (março de 2024)

O suporte base foi construído inteiramente em cano PVC, exceto pela régua graduada [B], de forma que em seu centro a haste feita de madeira pudesse se mover livremente com ação da gravidade depois de solta.

Para a construção do suporte base foram necessários 3 metros de cano PVC 25 mm interligados por 5 joelhos PVC 25 mm e 4 conectores T PVC 25 mm.

A haste móvel, foi feita em madeira, cujo bastão de 1 metro possui na ponta uma agulha semelhante à de Vicat com 1,12 mm de raio e 50 mm de comprimento. O peso total da haste é de 300 gramas.

Para a construção completa do aparato foram gastos R\$ 85,50 reais no total.

3.2 Pasta de Cimento Referência

Para testar a efetividade do aparato experimental foi necessário a procura na literatura de uma pasta já submetida aos ensaios de consistência normal e de determinação do tempo de início e fim de pega conforme as normas NBR 16606 (ABNT, 2018) e NBR 16607 (ABNT, 2018). Tal pasta foi utilizada como referência nos testes de comparação.

Segundo Parreira (2023), uma pasta com 142 gramas de água e 500 gramas de Cimento Portland a uma temperatura de 22,3° C obtém consistência normal, tendo um início de pega de aproximadamente 5 horas após o começo do ensaio.

3.3 Pasta de Cimento Confeccionada e Testada no Aparato de Vicat de Baixo

Custo

Utilizando-se as mesmas proporções e características da pasta de cimento referência, foi então realizado o ensaio de início de pega no aparato experimental a baixo custo. Foram ensaiadas 10 amostras cujos tempos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Ensaio pasta de cimento

Amostras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tempo de Início de Pega (Horas)	4:45	5:15	4:30	4:45	4:30	4:30	5:15	4:45	4:45	4:30

Fonte: Autor

4 RESULTADOS

A média de tempo para o início de pega para as 10 amostras no ensaio realizado foi de aproximadamente 4 horas e 45 minutos, 15 minutos a menos que a do ensaio referência, o que representa aproximadamente 5% de diferença entre o aparelho de Vicat tradicional e o aparato experimental confeccionado com materiais alternativos de baixo custo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não ser indicado como um substituto para o aparelho de Vicat tradicional por se tratar de um equipamento de medição padronizado, o desenvolvimento do Aparelho de Vicat com materiais alternativos mostrou-se potencialmente viável tanto considerando sua efetividade e margem de erro de apenas 5%, quanto no que diz respeito ao seu baixo custo de produção que representa apenas entre 2,5% e 5% do valor padrão de mercado do aparelho convencional. Em cenários em que se busca analisar e testar o tempo de pega em pastas cimentícias e não se tem acesso ao aparelho de Vicat tradicional, o projeto de construção de um aparato experimental nos moldes do realizado neste trabalho aparenta ser uma alternativa promissora.

A partir da resposta positiva dos dados observados nos ensaios, no futuro planeja-se a implementação de novos materiais ao projeto tornando possível a realização de ensaios como o de fim de pega e determinação da pasta na consistência normal.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Laboratório de Síntese e Caracterização de Nanomateriais (LSCnano), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro. 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16606: Cimento Portland - Determinação da Pasta de Consistência Normal**. Rio de Janeiro. 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16607: Cimento Portland - Determinação do tempo de pega**. Rio de Janeiro. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7711: Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro. 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores Conjunturais: produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10/01/2024.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**, São Paulo, Ed. PINI, 1994.
- PARREIRA, Leonardo Pereira. **Estudo da influência dos polímeros no tempo de pega de pastas de cimento**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelato em Engenharia Civil) – Universidade Federal De Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/37109>. Acesso em: 15 março 2024.
- Pinto, D. **Termomecânica Behaviour of a Self-flow Refractory Castable of 100% Alumina for Monolithic Applications** (in Portuguese). 2012.

Contribuições de autoria

1 – Matheus Amancio Correa Neres

Graduando em Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Santa Maria
<https://orcid.org/0009-0009-8921-3910> • matheus.neres@acad.ufsm.br

Contribuição: Conceitualização, Curadoria de dados, Investigação, Visualização, Metodologia, Recursos, Software, Supervisão, Validação, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição

2 – Jocenir Boita

Professor adjunto do departamento de física na UFSM
<https://orcid.org/0000-0002-1433-3610> • jocenir.boita@ufsm.br

Contribuição: Conceitualização, Curadoria de dados, Investigação, Visualização, Metodologia, Recursos, Software, Supervisão, Validação, Redação – rascunho original, Redação – revisão e edição

Como citar este artigo

NERES, M. A. C.; BOITA, J. Confecção de um aparelho de Vicat com instrumentação alternativa de baixo custo: ensaio de início de pega em pasta de cimento. **Ciência e Natura**, 46, esp. 3, e87043, 2024. <https://doi.org/10.5902/2179460X87043>