

---

## **ESTUDO PARA DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSAS COM INCORPORAÇÃO DE ARGILA**

**Herbet Alves de Oliveira**

herbet.oliveira@ifs.edu.br

Doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais UFS

Instituto Federal de Sergipe (IFS)

**Francielle Costa Santos**

ellycostaifs2017@gmail.com

Discente do Curso Técnico em Edificações IFS

Instituto Federal de Sergipe (IFS)

**Mario Rodrigues Reis Oliveira**

mario10843@gmail.com

Discente do Curso Técnico em Edificações IFS

Instituto Federal de Sergipe (IFS)

**Gean Rodrigues Santos**

gean.ifs2017edf@gmail.com

Discente do Curso Técnico em Edificações IFS

Instituto Federal de Sergipe (IFS)

**Bruno Fraga da Cruz Santos**

brunofraga583@gmail.com

Discente do Curso Técnico em Edificações IFS

Instituto Federal de Sergipe (IFS)

**Resumo:** Argilas são materiais que apresentam plasticidade, mas que são pouco utilizados em argamassas devido a dificuldades com a contração após secagem. Considerando a existência de grandes depósitos de argila no estado de Sergipe, que são largamente utilizadas nos segmentos de cimento e cerâmica, nesse contexto, foi avaliada a influência de uma argila na fabricação de argamassa decorativa. As matérias primas utilizadas como o cimento a cal e areia, foram caracterizadas por meio da análise química por FRX, difratometria de raios X- DRX, análise granulométrica, índice de plasticidade e massa específica. Foram confeccionados corpos de prova que foram caracterizadas, no estado fresco por meio dos ensaios de densidade aparente e consistência. Após cura aos 28 dias foram determinadas a resistência a flexão, compressão, massa específica e retração das argamassas. Os resultados mostraram que a argila pode ser utilizada desde que controlada a retração adicionando areia.

**Palavra chaves:** argamassa, argilas, cerâmica

## INTRODUÇÃO

As argamassas são materiais de construção comumente usados para assentamento de blocos de cerâmica e revestimento de paredes, entre outras aplicações (PETRUCCI, 2011). Para garantir a aderência e resistência necessária, aditivos minerais são frequentemente usados na formulação de argamassas, sobretudo em rebocos. Atualmente, a argamassa decorativa monocamada vem sendo introduzida em larga escala pela indústria como uma das alternativas para uso na construção civil constituído de misturas de cimento, cal, minerais, polímeros e outros. As argilas são materiais alternativos para aplicação em argamassas que apresentam plasticidade, além de ser abundante na natureza, mas que são pouco utilizados, sobretudo devido a dificuldades encontradas no controle da contração após secagem. Como material muito abundante e sem necessidade de tratamentos especiais, a argila é utilizada desde a antiguidade na construção de habitações (BRAVO, 2017).

Nas regiões com climas secos ou temperados, a argila tem sido sempre o material de construção predominante. Na atualidade, um terço da população mundial vive em construções de terra e nos países em desenvolvimento esse valor sobe para metade da população. Prevê-se que, especialmente nos países em desenvolvimento, este material continue a ter um papel muito relevante (SANTOS, 2014). Por se tratar a argila de um material não padronizado, o que faz variar a sua composição e características, esta variação pode levar a uma maior ou menor adequação face às necessidades construtivas. Por conseguinte, a sua aplicação na construção necessita de um controle prévio da sua composição que, se necessário, levará a uma correção da mistura (BRAVO, 2017).

A argila confere plasticidade podendo substituir a cal, como encontrado em vários trabalhos. Gomes e Neves (2010) realizaram um estudo sobre argamassas de cimento Portland e utilizando argila e areia natural do rio. Os autores compararam uma proporção convencional de argamassa de 1:1:6 (cimento: cal hidratada: areia natural), com argamassas modificadas com argila. Quanto às argamassas, os autores concluíram que a retenção de água foi afetada, o que ocasionou uma diminuição na resistência mecânica. Entretanto, a força de aderência da argamassa ao substrato foi aumentada, devido à plasticidade da argila que resultou em um comportamento coesivo da argamassa. Andrés et al. (2016) estudaram a influência da argila nas propriedades mecânicas de argamassas. Os autores prepararam três diferentes argamassas, eles concluíram que as argamassas contendo argila ao invés de cal não mostraram uma diminuição na resistência mecânica. Adicionalmente isso foi atribuído à melhoria do empacotamento causado pela incorporação da argila na estrutura das argamassas. NOOR, 2012 estudou a incorporação de argila em cimento, e concluiu que ela aumenta a resistência nas idades iniciais. Nestas argamassas a argila funciona como ligante ou aglomerante e, deste modo, a terra utilizada para

a construção deve ser suficientemente rica em argila de modo a permitir uma boa plasticidade enquanto molhada e dureza enquanto seca. É de salientar o fato de, ao contrário dos ligantes comuns, a argila não apresenta um processo de endurecimento irreversível. Isto é, após ser obtido o endurecimento é possível retomar a plasticidade original através da adição de água. Tal não é possível nas argamassas de cimento ou cal (LIMA,2016; EIRES, 2014)).

Os agregados utilizados nas argamassas de argila podem ser siltes ( $0,002 > 0,06$  mm), areias ( $0,06 > 2$  mm) e, mais raramente, pedregulhos ( $> 2$  mm) consoante a sua dimensão (Gomes et al., 2014). Tal como nas argamassas convencionais, o conjunto dos agregados deve apresentar uma boa distribuição granulométrica, de modo a proporcionar maior resistência mecânica.

A argamassa de terra tem ainda como principal característica uma elevada higroscopicidade e um reduzido impacto ambiental e energético (SANTOS, 2014).

O presente projeto propõe um estudo de viabilidade técnica da utilização de uma argila ílitica retirada das jazidas do Estado de Alagoas utilizada na produção de cerâmica para fins decorativos (OLIVEIRA, 2017). Acredita-se o consumo de matéria prima do Estado irá contribuir para a contenção dos custos devido à diminuição de distâncias na aquisição e transporte dessa matéria prima, desenvolvimento da economia da região, além de contribuir para a redução de danos causados ao meio ambiente, no leito dos rios com a extração da areia.

No mercado brasileiro há quase um século, as argamassas decorativas são conhecidas pela durabilidade e beleza, devendo haver uma preocupação com a sua composição, de forma a evitar problemas ou mesmo diminuir eventuais deficiências e custos de reparo.

Não obstante todas as possibilidades e o grande interesse atual que a produção de argamassa decorativa suscita, existe ainda a necessidade de investigação contínua de caráter tecnológico sobre esse sistema construtivo e sobre os materiais a serem utilizados, sempre baseados no conhecimento das circunstâncias locais e visando uma boa adaptação a estas. Neste contexto reside o interesse deste trabalho, que propõe um estudo de viabilidade técnica da utilização de argila tipo IN lítica retirada das jazidas do Estado de Sergipe, como uma das matérias primas para a produção de argamassas para fins decorativos.

Acredita-se o consumo de matéria prima oriunda do próprio Estado irá contribuir para a contenção dos custos devido à diminuição de distâncias na aquisição e transporte desse insumo, desenvolvimento sócio-econômico da região, além de contribuir para a redução de danos causados ao meio ambiente, com a redução no consumo de combustível e emissões atmosféricas provenientes do transporte da matéria prima até o local de utilização.

## 2. METODOLOGIA

Aa argila utilizada na pesquisa é da região de Igreja Nova (AL) Brasil, conforme apresentado na Figura 1

**Figura 1** - Localização da argila estudada



### 2.1 Caracterização tecnológica das matérias-primas

O cimento utilizado na pesquisa foi do tipo Portland CP II F 32– RS, a cal e o agregado miúdo são do município de Estância (SE), Brasil.

*Massa unitária:* A massa unitária do cimento, cal e agregado miúdos, foram determinados por meio de procedimento interno em que as amostras vertidos em um recipiente cilíndrico com diâmetro de 10 cm e altura de 13 cm, que foram pesados em balança com resolução de 0,01 g o peso foi dividido pelo volume do recipiente.

*Massa específica aparente:* A massa específica aparente dos corpos de prova de argamassa foram obtidas em conformidade com a NBR 7185 (ABNT,2016).

*Massa específica real:* A massa específica representativa da densidade real de todas matérias-primas foram determinadas utilizando picnômetro de hélio, modelo AccuPyc II 1340 da Micromeritics.

*Análise granulométrica por peneiramento:* O agregado miúdo foi caracterizado por meio da análise granulométrica, conforme a NBR 7181 (ABNT, 2016).

*Finura:* A finura do cimento, resíduo e cal foram realizados através de peneiramento manual conforme a NBR 11579.

*DRX:* A difratometria de raios X das matérias-primas foram realizado em equipamento da RIGAKU utilizando espaçamento de 1°/min no intervalo de 3 a 60°.

*Análise química:* Os percentuais dos óxidos constituintes das amostras foram determinados através de medidas semi quantitativas pela técnica de fluorescência de raios X (FRX). As medidas foram realizadas em vácuo, em um equipamento da marca Bruker, modelo S4 Pioneer, utilizando amostras com massa em torno de 10 g que foram prensadas no formato de corpos cilíndricos com diâmetro 20 mm e espessura de 3 mm, aproximadamente.

## 2.2 Preparação das Argamassas

A argila foi seca em estufa em seguida passou por moagem em moinho de martelo e passado na peneira (0,42 mm) conforme procedimentos de (AMOROS, 2011). As matérias primas foram pesadas em balança com capacidade de carga de 2100 g e resolução de 0,01g, modelo JH2102. Neste experimento, as argamassas foram produzidas utilizando-se um misturador mecânico (argamassadeira) de eixo vertical com capacidade de 5 litros, da marca Edutec. Inicialmente, o teor de água foi determinado para a obtenção do índice de consistência padrão prescrito na NBR 13276 (ABNT, 2005), chegando-se a uma consistência no intervalo (210±10) mm. Foram moldados corpos de prova, que foram submetidos a ensaios após cura 28 dias. As formulações propostas estão na Tabela 1. A partir de uma formulação padrão foi introduzido argila em substituição a areia.

**Tabela 1** - Formulações de argamassa com argila

<b>Matérias Primas</b>	<b>Padrão</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
Cimento	1	1	1	1	1	1
cal	2	2	2	2	2	2
Areia	6	-	2	3	1	5
Argila IN	-	6	4	3	5	1
a/c	1,8	2,55	2,69	2,79	2,61	1,9

### 2.3 Ensaio de caracterização das argamassas

*Índice de consistência:* Para realização deste ensaio foi utilizada a NBR 13276 (ABNT, 2005).

*Densidade de massa aparente no estado endurecido:* O ensaio de densidade de massa aparente no estado endurecido foi realizado na idade de 28 dias, em conformidade com a NBR 13280 (ABNT, 2005)

*Resistência mecânica à compressão e tração na flexão:* A resistência foi determinada na idade de 28 dias, conforme procedimento descrito na NBR 13279 (ABNT, 2005) em uma prensa Contenco, modelo Pavitest HD-200T.

*Absorção de água e densidade aparente:* Para realização deste ensaio seguiu-se o método de ensaio descrito na NBR 15259 (ABNT, 2005)

Os resultados médios e os desvios padrões obtidos através dos ensaios de laboratório foram analisados por meio do método estatístico ONE WAY ANOVA, o qual consiste em uma técnica de análise de variância entre os grupos de resultados, utilizando-se índice de significância de 95% ( $p < 0,05$ ) para comprovar se essas diferenças são significantes. A análise de variância tem como objetivo comparar a variação resultante de fontes específicas com a variação entre os indivíduos que deveriam ser semelhantes. Especificamente, a ANOVA testa se várias populações têm a mesma média comparando o afastamento entre as médias amostrais com a variação existente dentro das amostras. Para esta pesquisa, o programa utilizado foi o Microsoft Excel 2010 que se encarregou de determinar os valores de  $p$  entre os grupos de materiais nas diferentes condições das amostras.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 2 a densidade aparente das matérias primas foi bem próxima com exceção da areia por ser material mais grosseiro. Com relação a finura o cimento é o material que apresentou menor porcentagem de partículas retido na peneira 0,074 mm. Com relação a granulométrica a argila apresentou alto índice de partículas finas ( $< 2 \mu\text{m}$ ) o que contribui para melhorar o índice de plasticidade. A argila IN apresentou Índice de plasticidade 9%, que segundo Maestrelli (2013), materiais que apresentam IP entre 1 e 7% são considerados fracamente plásticos, de 7 a 15% são medianamente plásticos e acima de 15% altamente plásticos. Essas diferenças estão relacionadas com a distribuição do tamanho de partículas, teor de matéria orgânica e ainda do tipo de argilomineral presente. Assim, a argila é classificada como de plasticidade média.

**Tabela 2** - Ensaio de caracterização tecnológica das matérias primas

Matérias Primas	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade real (g/cm <sup>3</sup> )	Finura (%) (0,074 mm)	IP (%)	Matéria orgânica (%)	CTC (meq/100)	Análise granulométrica		
							Argila (<2µm)	Silte (2-60 µm)	Areia (>60 µm)
Cimento	1,19	3,268	0,96	-	-	-	-	-	-
Areia	1,52	2,620	-	-	-	-	-	-	-
Argila IN	1,15	2,710	32,2	9	1,4	12,6	39,7	39,2	21,1
Cal	0,94	2,72	12,0	-	-	-	-	-	-

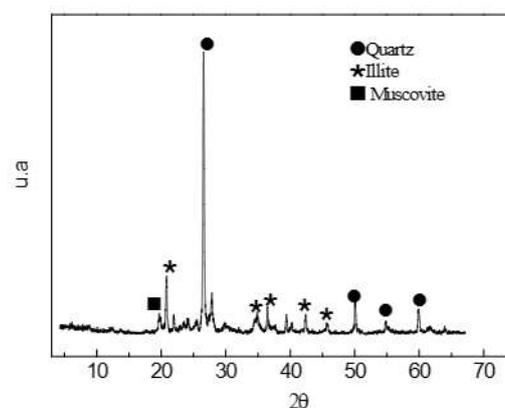
IP- índice de plasticidade; CTC-capacidade de troca de cátions

De acordo com a Tabela 3 a argila é rica em potássio, ferro característico de argila ilitica. Já as demais matérias primas a composição é similar a outros trabalhos (PETRUCCI, 2011).

**Tabela 3** - Análise química das matérias primas (%)

Matéria prima	PF	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO	ZrO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	TOTAL
Areia	-	85,0	3,7	1,0	3,0	0,5	-	-	0,5	5,3	0,23	100,0
Cimento cal	-	8,6	-	81,2	5,3	1,4	-	-	-	0,36	2,3	100,0
Argila IN	5,2	64,2	15,3	0,7	5,3	4,3	1,6	12,7	-	0,9	-	100,0

Na Figura 2 é apresentada a difratometria de raios X da argila. A mesma esta presente o argilomineral illita e o quartzo e muscovita como impurezas (MAHMOUDI,2017).

**Figura 2** - Padrão de difratometria de raios X da argila

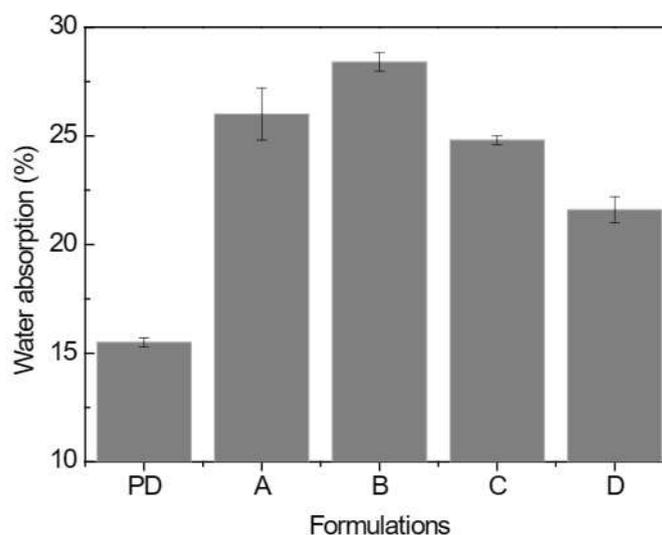
De acordo com a Tabela 4 a consistência aumentou com a incorporação de argila sendo necessária correção com a adição de água reduzindo a densidade aparente da suspensão (BARROS, 2017). Adicionalmente, com o acréscimo de argila houve aumento da Absorção de água (Figura 3), redução da densidade (Figura 4) e da resistência (Figura 5).

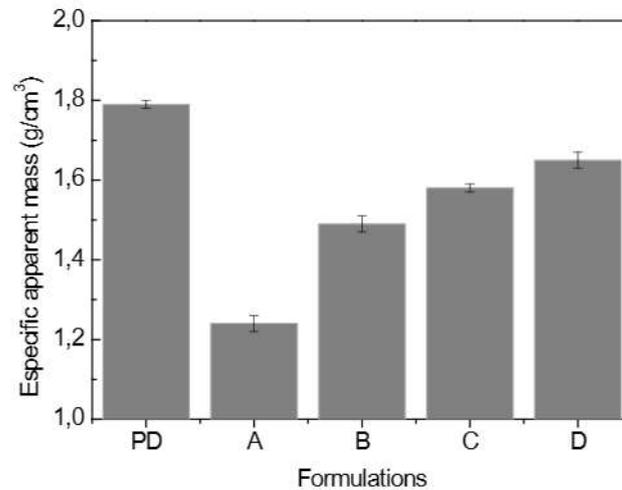
**Tabela 4** - Ensaio de caracterização de argamassa

Estado da argamassa	Ensaio	Padrão	A	B	C	D
Estado Fresco	Cons (mm)	202±2	222±2	189±2	252±2	180±1
	DA (g/cm <sup>3</sup> )	2,06	2,05	1,91	1,91	1,88
Estado Endurecido	RC (MPa) 28 dias	2,22±0,51	2,07±0,47	1,35±0,17	2,40±0,28	2,26±0,23
	AA (%)	15,5±2,8	26,47± 3,0	28,0±2,4	24,8±2,8	21,6±0,6
	DA (g/cm <sup>3</sup> )	1,77±0,8	1,32±0,0	1,49±0,01	1,58±0,02	1,65±0,02

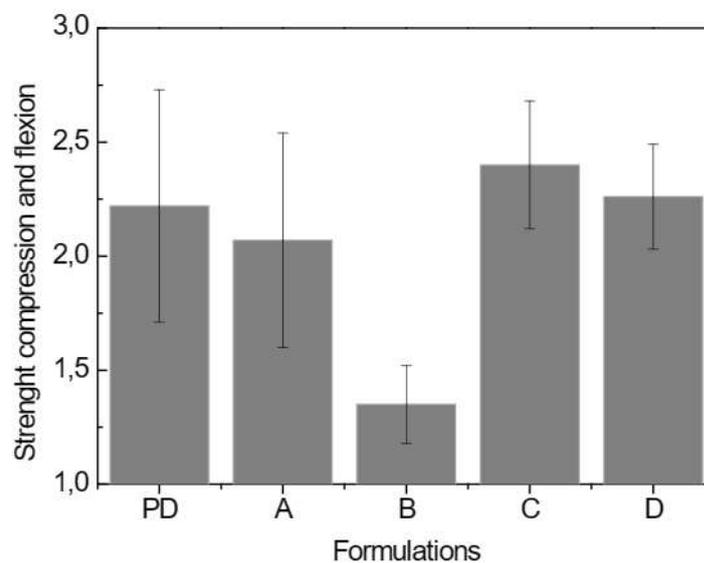
DA- densidade aparente; RC-Resistência a compressão; AA-absorção de água

**Figura 3** - absorção de água das formulações



**Figura 4** - Massa especifica aparente das formulações

Conforme apresentado na Figura 5 a resistência sofreu queda com a substituição da areia pela argila em A e B. A medida que a areia foi incorporada acima de 50% em C e D, a resistência voltou a aumentar.

**Figura 5** - Resistência mecânica a compressão das formulações

Foi avaliado o comportamento das argamassas aplicadas na parede e todas apresentaram fissuras. Foram então elaboradas fórmulas adicionais com E e F com 5 e 10% de argila e não trincaram. Nas Figuras 6a e 6b são apresentados respectivamente a aplicação da argamassa e o ensaio de índice de plasticidade

**Figura 6** - (a) aplicação da argamassa (b) ensaio de Índice de plasticidade



## CONCLUSÕES

A argila apresentou plasticidade média sendo necessária mais água do que a argamassa tradicional o que contribuiu para aparecimento de trincas. Assim, foi necessário reduzir drasticamente o teor de argilas nas formulações para minimizar as fissuras. Por sua vez, o acréscimo de água favoreceu a queda da resistência e da densidade aparente e aumento da absorção de água.

Verificou-se que a argila só é possível ser utilizada em porcentagens da ordem de 5 a 10%.

## REFERENCIAS

AMOROS, J.L., SANCHES, G., JAVIER, 2011, Manual para el control de la calidad de materias primas arcillosas. Edição, Madrid, ITC, instituto de tecnologia cerâmica.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR 7181, Determinação da granulometria (2016).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6459, Determinação do limite de plasticidade de solos, Rio de Janeiro (2016).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, n ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 11579:2012 , Determinação da finura do cimento;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13276, Determinação do índice de consistência de argamassas;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 13280, 2005, Determinação da densidade no estado endurecido

BRAVO, D. R.; Tese de Mestrado, Conservação de Edifícios em Terra: Argamassas de Reboco; INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA, Lisboa, 2017.

BARROS, M.M.B.; Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado em engenharia civil...) – Escola Politécnica, USP, 1996.

EIRES, R.; Cardoso, C.; Camões, A. – Argamassas de terra e cal reforçadas com fibras naturais. In: Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, Guimarães, Portugal (CD) 2014.

GOMES, M. I., T. Gonçalves e P. Faria, “The compatibility of earth-based repair mortars with rammed earth substrates”, HMC2013 – Historic Mortars Conference, University of West Scotland, Glasgow, Sept 2013 (CD).

LIMA, J.; FARIA, P.; SANTOS SILVA, A. Earthen Plasters Based on Illitic Soils from Barrocal Region of Algarve: Contributions for Building Performance and Sustainability. *Key Engineering Materials*, v. 678, p. 64-77, 2016.

MAESTRELLI, S.C.; Roveri, C. D.; Nunes A. et al., 2013, “Estudo da caracterização de argilas não plásticas da região de poços de caldas”, *Cerâmica*, v.59, n. 350, abril/junho

MAHMOUDI, S.; BENNOUR A.; SRASRA, E., ZARGOUNI, F., 2017, “Characterization, firing behavior and ceramic application of clays from the Gabes region in South Tunisia”, *Applied Clay Science*, v. 135, pp. 215–225

NETO J. S. A.; SILVA, V. S.; Influência da sequência de mistura nas propriedades da argamassa industrializadas; in.: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, São Paulo, agosto, 2017.

NOOR-ul-Amin, Use of clay as a cement replacement in mortar and its chemical activation to reduce the cost and emission of greenhouse gases, *Construction and Building Materials* 34 (2012) 381–384

OLIVEIRA, H. A.; Avaliação do potencial de argilas de Sergipe e Alagoas na produção de agregados para uso em concreto. *Revista Cerâmica*, 63. 2017.

PETRUCCI, E.G.R. *Materiais de construção*, editora globo, Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, T. R. A. dos. (2014). Argamassas de terra para rebocos interiores - Ensaio de caracterização e influência da formulação. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa.