



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

FELIPE BELLÍ FONSECA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSAS CONVENCIONAIS,
CIMENTÍCIAS INDUSTRIALIZADAS E POLIMÉRICAS INDUSTRIALIZADAS**

UBÁ – MG

2016

FELIPE BELLI FONSECA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ARGAMASSAS CONVENCIONAIS,
CIMENTÍCIAS INDUSTRIALIZADAS E POLIMÉRICAS INDUSTRIALIZADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Civil, da Faculdade Presidente Antônio
Carlos de Ubá, como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Msc. Israel Iasbik

UBÁ – MG

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por abençoar os meus dias e inocular este caminho iluminado em minha vida.

Ao Orientador, Professor e Coordenador do curso, Israel Iasbik, ajudando em todas as dificuldades, incentivando e compartilhando experiências.

A todos os professores do Curso de Engenharia Civil, que durante a formação, ensinaram-me cada detalhe da Engenharia Civil.

Aos meus pais, Glayson e Eliene, por todos os ensinamentos, amor e apoio incondicional em tudo. São os melhores pais do mundo e os tenho como espelho para minha vida.

Ao meu grande irmão, Gui, amigo e companheiro de todas as horas, que me ajuda a transformar sonhos em realidade.

À Marcella, por estar sempre ao meu lado, desde o início desta jornada e que me ajuda a traçar minhas metas e sonhos.

A todos meus familiares, colegas e amigos que mesmo à distância torcem por mim.

A todos, que direta ou indiretamente, fazem parte de minha história.

Resumo

Garantindo a velocidade e qualidade na execução das obras de construção civil, o processo de modernização dos materiais de construção representa, atualmente, um nicho de mercado em pleno desenvolvimento. Desses insumos, este estudo objetiva aprofundar sobre o tema das argamassas de assentamento e apresentar um estudo comparativo de utilização das argamassas convencionais produzidas em obra, argamassas cimentícias industrializadas e as argamassas industrializadas poliméricas. As argamassas poliméricas são resinas sintéticas que propõem resultados superiores às argamassas convencionais no processo de assentamento de tijolos e blocos nas elevações de alvenaria. Para a ratificação dos resultados, nesta pesquisa, as argamassas poliméricas são comparadas às argamassas convencionais produzidas em obra e às argamassas cimentícias industrializadas, apresentando um estudo comparativo final de comportamento técnico e de viabilidade financeira para sua utilização no canteiro de obras. Conclui-se que, após os resultados obtidos no estudo comparativo, as argamassas poliméricas são uma excelente alternativa no uso de novas tecnologias para elevação de alvenarias.

Palavras-chave: Argamassa. Argamassa convencional. Argamassa cimentícia industrializada. Argamassa polimérica.

Abstract

By guaranteeing speed and quality in the execution of civil construction works, the process of modernization of building materials represents, nowadays, a niche market in full development. From these inputs, this study aims to study in depth the subject of settlement mortars and to present a comparative study of the use of conventional mortar produced on site, industrialized cementitious mortar and industrial polymer mortar. For the ratification of the results, in this research, polymer mortars are compared in this research to conventional mortar produced on site and to industrialized cement mortars, presenting a final comparative study of technical behavior and financial feasibility for use in the construction site. It is concluded that, after the results obtained in the comparative study, the polymeric mortars are an excellent alternative in the use of new technologies for the elevation of masonry.

Keywords: Mortar. Conventional mortar. Industrialized cementitious mortar. Polymeric mortar.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Alvarez *et al* (2005) as primeiras argamassas foram descobertas na região da Galileia, região que hoje pertence ao Estado de Israel, datando de mais de 10 000 anos de existência. Naquela época, já se notavam traços de cal e gesso nas argamassas de assentamento de pedras, formando paredes e também utilizados amplamente na construção de cisternas da cidade de Jerusalém. Naquele tempo, a cal já era utilizada como aglutinante na elevação das alvenarias e desde então já era conhecida sua utilização também por outros povos, como chineses, egípcios, etruscos, fenícios, gregos, incas e romanos.¹ Ainda nos dias atuais, a cal é um dos principais componentes da argamassa, que, associada ao cimento, à areia e à água, formam essa mistura ligante tão eficiente na construção civil.

Com os avanços tecnológicos vivenciados nas últimas décadas, observa-se um processo de modernização tanto dos processos construtivos, quanto dos insumos que alimentam a engenharia civil. Não se torna novidade saber, através dos noticiários, que prédios de 57 andares são construídos em apenas 19 dias na China.²

Tendo papel coadjuvante na participação dessa transformação tecnológica, as argamassas entram, ao lado dos novos blocos e tijolos, com novas fórmulas aditivadas e prontas para consumo para as mais variadas finalidades, por meio de produtos industrializados que superam sobremodo as técnicas convencionais de produção da mistura.

Das argamassas industrializadas, um produto que vem chamando bastante atenção do mercado é a argamassa polimérica, também chamada argamassa sintética, uma alternativa às argamassas cimentícias que utiliza, em sua composição, tão somente resinas sintéticas, minerais e aditivos estabilizantes, gerando resultados superiores às argamassas convencionais e cimentícias industrializadas, em termos de resistência à compressão e custos, diretos e indiretos.

¹ CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 1, 2005. Lisboa. **Anais...** Ensinamentos a retirar do Passado Histórico das Argamassas: Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção, 2005. 12 p. Disponível em: <<https://goo.gl/eUEzVT>> Acesso em 2 de set. 2016.

² **Ver:** China constrói prédio de 57 andares em apenas 19 dias. Disponível em: <goo.gl/IlcH3q>. Acesso em 2 de set. 2016.

O objetivo desse trabalho de conclusão de curso é aprofundar sobre o tema das argamassas de assentamento e apresentar um estudo comparativo de utilização das argamassas convencionais produzidas em obra, argamassas cimentícias industrializadas e as argamassas industrializadas poliméricas, por meio de laudos técnicos e estudo comparativo de custos.

A escolha do tema envolve não somente a relação dos custos e benefícios gerados em obra, mas também a redução no desperdício de materiais, a produção de uma obra mais limpa e ecologicamente mais sustentável e a redução do esforço físico dos operários.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Argamassa

Segundo Fiorito (2009), a argamassa é uma mistura de aglomerantes e agregados com água, gerando uma massa com capacidade de endurecimento e aderência. Na composição das argamassas tradicionais, é comum a utilização do cimento Portland e a cal hidratada como aglomerantes e a areia natural como agregado. Dessa forma, são obtidas as argamassas de cal, de cimento ou de cal e cimento, amplamente utilizadas na construção civil para o assentamento de alvenaria, pisos e cerâmicas ou para a produção de revestimento, chapisco, emboço e reboco.

Para cada finalidade, é utilizada uma proporção diferente dos materiais que compõem a argamassa, com o objetivo de conferir à mistura, segundo Petrucci (1976), ideal resistência mecânica, compacidade, impermeabilidade, aderência e trabalhabilidade. A essa variação de proporção de material utilizado na composição da mistura dá-se o nome de “traço”, tradicionalmente indicado em volume e representado em sequência pelas partes de cimento, cal e areia utilizados, tendo suas quantidades separadas por dois pontos. Caso, hipoteticamente, a argamassa possua um traço de 1 parte de cimento, 1 parte de cal e 6 partes de areia, seu traço seria assim representado: 1:1:6. A água de amassamento não é especificada no

traço e é dosada na composição até o ponto em que a mistura tenha trabalhabilidade e coesão suficientes para a aplicação da argamassa.

Produzidos por estudos empíricos³, os traços de argamassa não são normatizados no Brasil e geralmente, são transmitidos pela tradição por meio da literatura que aborda o tema. A própria Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) discorre, na Norma Recomendada Brasileira (NBR) 7200, de 1998: “A composição das argamassas (traço) deve ser estabelecida pelo projetista ou construtor, obedecendo às especificações de projeto e às condições para execução dos serviços de revestimento.” (ABNT, 1998, p. 4). As normas brasileiras referem-se exclusivamente às propriedades mecânicas que as argamassas devem possuir, como devem ser produzidas e os procedimentos corretos de amostragem para testes em laboratório, mas não há menção de dosagens de material para a composição da mistura; entretanto, a *American Society for Testing and Materials* (ASTM) normatiza os traços de argamassa e regulamenta as dosagens adequadas para a produção do material nos Estados Unidos, produzindo material de apoio para os profissionais brasileiros, como pode ser observado na FIG. 1. Dela derivam os tradicionais traços de argamassa brasileira:

- 1:0,25:3;
- 1:0,5:6;
- 1:1:6;
- 1:2:8;
- 1:2:9.

³ Que se baseia na experiência ou dela resulta; que resulta da prática, da observação e não da teoria. Disponível em: <<http://www.dicio.com.br/empirico>>. Acesso em 03 set. 2016.

FIGURA 1 – Proporções especificadas para argamassa composta por cimento e cal hidratada pela ASTM

Argamassa de:	Tipo	Aglomerantes Proporções em volume			Agregado medido úmido e solto (1)
		Cimento Portland	Cimento de alvenaria	Cal hidratada ou pasta de cal	
Cimento/cal	M	1	-	¼	2,81 a 3,75
	S	1	-	¼ a ½	de (2,81 a 3,75) até (3,38 a 4,50)
	N	1	-	½ a 1 ¼	de (3,38 a 4,50) até (5,06 a 6,75)
	O	1	-	1 ¼ a 2 ½	de (5,06 a 6,75) até (7,88 a 10,50)

Fonte: (FIORITO, 2009, p. 38)

As argamassas apresentadas na FIG. 1 referem-se a quatro tipos. O primeiro, representado pela letra M, é o tipo que tem maior consumo de cimento proporcional ao consumo de cal, resultando elevada resistência, sendo recomendado para a aplicação em blocos que receberão cargas muito elevadas. O segundo, representado pela letra S, é o tipo que também oferece elevada resistência à compressão, sendo, no entanto, inferior ao tipo M, pois não é resistente a sulfatos. O terceiro, representado pela letra N, é o tipo recomendado para áreas externas, expostas às intempéries e à altas temperaturas. Por último, representado pela letra O, a argamassa desse tipo tem uma baixa resistência à compressão e geralmente é utilizada em painéis de alvenaria internos não estruturais⁴. Essa nomenclatura é fornecida pela norma técnica americana ASTM C270 e não possui significado específico.

⁴ Traduzido de: *Recommended Guide for Choosing the Right Mortar Mix Type*. Disponível em: <<https://www.thebalance.com/recommended-guide-for-selection-of-mortar-mix-type-844821>>. Acesso em 17 nov. 2016.

2.1.1.1 Propriedades das argamassas

2.1.1.1.1 Resistência mecânica

As resistências mecânicas das argamassas em geral não são muito altas, independente do traço adotado, uma vez que tal resistência é proporcionalmente inversa à trabalhabilidade do composto, uma das características mais importantes da argamassa. Petrucci (1976) também cita que a presença de alta porosidade na mistura auxilia a entrada de CO₂ presente no ar, endurecendo a pasta mais rapidamente e acelerando a formação dos cristais de hidratação, que assumem tamanhos menores do que aqueles que se formariam com mais quantidade de água, reduzindo conseqüentemente, a resistência da argamassa. A NBR 13281 (ABNT, 2005), classifica seis categorias de argamassa em relação à compressão aos 28 dias de idade, demonstradas na FIG 2. Complementando, Petrucci (1976) também preconiza que tais faixas de resistência à compressão são perfeitamente aceitáveis, pois uma pasta porosa mais resistente também seria mais permeável, o que não é desejável para as argamassas.

FIGURA 2 – Classes de resistência à compressão para as argamassas de assentamento e revestimento de paredes e pisos

Classe	Resistência à compressão MPa	Método de ensaio
P1	≤ 2,0	ABNT NBR 13279
P2	1,5 a 3,0	
P3	2,5 a 4,5	
P4	4,0 a 6,5	
P5	5,5 a 9,0	
P6	> 8,0	

Fonte: (ABNT, 2005, p. 3)

2.1.1.1.2 Compacidade

“Compacidade é a qualidade do que é compacto; proporção de material sólido presente numa quantidade de substância.” (MICHAELIS, 2016)⁵. Segundo

⁵ Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=compacidade>>. Acesso em 6 set. 2016.

Petrucci (1976), uma argamassa de boa qualidade é aquela que apresenta todos os grãos totalmente envolvidos pela pasta e com perfeita aderência, sem a presença de espaços vazios. Caso ela não obedeça a esses critérios, sua coesão estará comprometida e a argamassa apresentará grande permeabilidade. Dessa forma, faz-se necessário que os grãos dos agregados presentes sejam hidrófilos, ou seja, absorvam água facilmente e possuam o menor teor possível de ar incorporado.

2.1.1.1.3 Impermeabilidade

De acordo com Bauer (2003), a impermeabilidade das argamassas depende da distribuição granulométrica dos agregados constituintes da pasta. Dosando os materiais a fim de se obter uma mistura fina de máxima compacidade, obtêm-se uma argamassa menos permeável; entretanto, toda argamassa possui algum teor de permeabilidade, cuja característica denomina-se higroscopia: capacidade de absorção de água e posteriormente, a eflorescência, que é a capacidade que as argamassas possuem de liberar umidade no ambiente. No entanto, tais características são nocivas às alvenarias e devem ser evitadas pelo projetista do traço tanto quanto for possível.

2.1.1.1.4 Aderência

“A relação de aderência entre o aglomerante e os grãos inertes deve ser pelo menos uma relação de afinidade.” (PETRUCCI, 1976, p. 353). Nessas relações de afinidade, ainda sob os ensinamentos de Petrucci (1976), as relações químicas entre os componentes da pasta devem promover a concentração de sais dissolvidos, que se aglutinam e formam a textura da pasta fresca e cristalina, ao endurecer.

2.1.1.1.5 Trabalhabilidade

Um dos principais fatores para a composição de uma boa argamassa é uma boa trabalhabilidade que é a facilidade de manuseio em obra da pasta preparada. A trabalhabilidade da argamassa está intimamente ligada à quantidade de água adotada para o amassamento. Uma grande vantagem da utilização da cal hidratada,

segundo Bauer (2003), é o retardo na evaporação da água, e na sucção desta para a superfície aplicada, gerando, conseqüentemente, maior tempo para utilização da mistura. De igual importância, a cal hidratada promove maior plasticidade à argamassa.

2.1.1.1.6 Retração

A retração das argamassas é um importante ponto a ser analisado em relação à qualidade do traço produzido. Quando fresca, a argamassa de cal e cimento deve apresentar boa trabalhabilidade e coesão entre seus componentes, além de reter por mais tempo a água de amassamento, não secando de forma muito rápida. Em seu estado de endurecimento, a argamassa tem seu volume reduzido em virtude da água evaporada ou devido às reações de hidratação, conforme afirma Fiorito (2009).

“Esta diminuição de volume será tanto mais elevada quanto maiores forem as percentagens de água e cal que participam na mistura. ” (PETRUCCI, 1976, p. 356). Por esse motivo é aconselhável “cunhar” as paredes, ou seja, finalizar o processo de elevação apenas quando a argamassa de assentamento estiver seca e então, estável. Atualmente, também se orienta não argamassar as juntas verticais dos blocos e tijolos, justamente para reduzir a retração das argamassas nas alvenarias e evitar o aparecimento de fissuras.

2.1.2 Argamassa para alvenaria

Segundo Thomaz *et al* (2009), para o assentamento de tijolos ou blocos para a produção de alvenaria, é recomendado a utilização de argamassas mistas, compostas por cimento e cal hidratada. A argamassa utilizada pode ser preparada em obra ou industrializada, e deve seguir as especificações da NBR 13281 (ABNT, 2005), que regulamenta seus requisitos: resistência à compressão, conforme ilustrado pela FIG 2, densidade de massa aparente em seu estado endurecido, resistência à tração na flexão, densidade de massa no estado fresco, retenção de água e resistência potencial de aderência à tração, além de critérios para aceitação ou rejeição da argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos.

Ainda em conformidade com Thomaz *et al* (2009), o cimento age proporcionando resistência mecânica e a cal, em função de seu poder de retenção de água, proporciona menor módulo de deformação nas paredes, podendo acomodar as movimentações resultantes das deformações impostas pelas cargas atuantes ou pela aderência dos materiais.

Tais deformações, como orienta Fiorito (2009), podem ser resultantes da deformação lenta do concreto da estrutura sobre as paredes, da variação da umidade relativa do ar, das variações térmicas e sobretudo, da retração da argamassa que liga os elementos das alvenarias. Dessa forma, quanto mais eficiente for o traço produzido para a argamassa, menor será a retração após seu endurecimento.

Ausente da literatura específica, também é comum entre os profissionais da construção civil a substituição da cal hidratada por argila⁶ para a composição do traço de argamassa de assentamento. De acordo com o conhecimento prático desses profissionais, a argila proporciona à argamassa aderência semelhante à cal e é economicamente mais viável.

2.1.3 Argamassa convencional produzida em obra

Quando produzidas em obra, as argamassas podem ser misturadas com enxadas ou viradas em betoneiras. Como mencionado na seção 2.1.1, as argamassas não obedecem a um padrão para a execução do traço, sendo discricionário ao projetista definir as proporções ideais para a produção da mistura. Foi realizado no dia 5 de setembro de 2016 o acompanhamento da produção de uma betonada de argamassa para assentamento em uma obra na Rua Coronel Júlio Soares, de Ubá – MG, cujo traço em volume era composto por 1 parte de cimento, 2 partes de cal e 9 partes de areia, assim representado: 1:2:9 e dosado em latas de 0,018 m³ (18 litros). A água de amassamento foi incorporada aos poucos durante a betonada até a obtenção de uma argamassa coesa e trabalhável. A FIG. 3 ilustra o processo de dosagem e produção de uma betonada de argamassa utilizada para assentamento de alvenaria.

⁶ O estudo comparativo das resistências das argamassas apresentadas nas seções 2.2 e 2.3 deste trabalho tomou como base uma argamassa convencional produzida em obra composta por cimento, areia, argila e água.

FIGURA 3 – Produção convencional em obra de argamassa para assentamento de alvenaria



ETAPAS DO PROCESSO DE EXECUÇÃO:

- 1 - Dosagem da areia, em volume;
- 2 - Dosagem da cal hidratada e cimento Portland, em volume;
- 3 - Mistura dos materiais em betoneira, com acréscimo de água para obtenção da argamassa.

Fonte: Elaborado pelo autor

As proporções mais utilizadas pelos profissionais da construção civil para a produção do traço de argamassa para assentamento em obra é 1:1:6, 1:2:8 e 1:2:9. Algumas marcas de cal hidratada, inclusive, sugerem esse traço no verso de suas embalagens, conforme ilustra a FIG. 4. Também pode ser visualizada, na FIG 4, um arranjo de traços fornecido pela Editora Pini para composição de preços para orçamento em tabelas requeridas por bancos para financiamento de construções, como o programa Minha Casa, Minha Vida, por exemplo. A Tabela de Composição de Preços (TCPO) é “a principal referência de engenharia de custos do Brasil.” (PINI, 2016)⁷.

FIGURA 4 – Embalagem de cal hidratada com sugestão de traço de argamassa para assentamento de alvenaria



Fonte: Elaborado pelo autor

⁷ Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>>. Acesso em 08 set. 2016.

FIGURA 5 – Traços de argamassa sugeridos para TCPO

APLICAÇÕES		TRAÇOS			
Grupo	Subdivisão	Cimento Portland	Cal hidratada	Areia	Caterogia da areia
Alvenaria de tijolos maciços	um tijolo - 20 a 22 cm	1	1,5	6	grossa comum
	meio tijolo - 10 a 11 cm	1	2	8	grossa lavada
	1/4 de tijolo - 5 a 6 cm (cutelo)	1	2	8	grossa lavada
Alvenaria de tijolos laminados (maciços ou 21 furos)	um tijolo - 20 a 22 cm	1	1	6	grossa lavada
	meio tijolo - 10 a 11 cm	1	1	5	grossa lavada
Alvenaria de tijolos 6 furos	uma vez	1	1,5	6	grossa comum
	meia vez	1	2	8	grossa lavada
Alvenaria de tijolos 8 furos	uma vez	1	1,5	6	grossa comum
	meia vez	1	2	8	grossa lavada
Alvenaria de blocos de concreto para vedação	espessura 20 cm	1	0,5	8	grossa lavada
	espessura 15 cm	1	0,5	8	grossa lavada
	espessura 10 cm	1	0,5	6	grossa lavada
Alvenaria de blocos de concreto autoportantes	espessura 20 cm	1	0,25	3	grossa lavada
	espessura 15 cm	1	0,25	3	grossa lavada

Fonte: (EDITORA PINI, 2016)⁸

É interessante notar que o consumo dos insumos que compõem a argamassa de assentamento pode variar em relação ao material que a ela será ligado. Características físicas dos blocos e tijolos (maciços ou vazados), materiais utilizados para fabricação (tijolos ou blocos de barro cozidos ou blocos de concreto) e tamanho das peças influenciam diretamente na absorção de água das argamassas. Tijolos de barro absorvem a água da argamassa mais rapidamente, e por isso é necessária uma quantidade maior de cal para estabilizar o tempo de endurecimento da mistura, por exemplo.

⁸ Disponível em: <<https://goo.gl/gk14qD>>. Acesso em 08 set. 2016.

2.1.5 Argamassa cimentícia industrializada

“A argamassa industrializada é composta de uma mistura homogênea de aglomerantes com agregados miúdos e quando necessário, aditivos.” (SOUZA e TAMAKI, 2004, p. 43). Regulamentadas pela NBR 13281 (ABNT, 2001), têm características físicas e mecânicas semelhantes às das argamassas convencionais, porém, como são produzidas em larga escala por indústrias especializadas, possuem alto grau de confiabilidade.

Pode ser encontrada ensacada, em embalagens de 20, 25, 40 ou 50kg, ou a granel, em toneladas. As embalagens devem trazer impressas as seguintes informações: nome do fabricante ou marca, campo de aplicação, composição, massa líquida do produto e data de ensacamento e validade. Também devem conter a identificação segundo a FIG [6]. (SOUZA e TAMAKI, 2004, p. 43).

FIGURA 6 – Características físicas e mecânicas das argamassas industrializadas

CARACTERÍSTICA	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AOS 28 DIAS	CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA	TEOR DE AR INCORPORADO
Identificação / limites	I ($\geq 0,1$ MPa e < 4 MPa)	Normal ($\geq 80\%$ e $\leq 90\%$)	a ($< 8\%$)
	II (≥ 4 MPa e ≤ 8 MPa)		b ($\geq 8\%$ e $\leq 18\%$)
	III (> 8 MPa)	Alta ($> 90\%$)	c ($> 18\%$)

Fonte: (SOUZA e TAMAKI, 2004, p. 43)

As argamassas industrializadas para assentamento possuem *mix* de componentes semelhante das argamassas convencionais, tendo como elemento principal o cimento Portland e agregados minerais, com acréscimo de fíler carbonático e aditivos químicos não tóxicos, devendo o comprador adicionar apenas a quantidade de água sugerida na embalagem para a produção de uma argamassa trabalhável e com aderência adequada. Devido ao alto desenvolvimento tecnológico a que essas argamassas estão submetidas, hoje são encontradas no mercado argamassas cimentícias industrializadas de até 14 MPa, como a ilustrada pela FIG 7. Rigorosos ensaios laboratoriais são realizados para a obtenção da certificação de qualidade do material, todos eles normatizados pelas seguintes NBR:

- NBR 13277: Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água – Método de ensaio;

- NBR 13278: Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado – Método de ensaio;
- NBR 13279: Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio.

FIGURA 7 – Embalagem de argamassa cimentícia industrializada e suas principais características

	Linhas / Modelos: Assentamento Estrutural.
	Uso / Aplicações: Indicada para assentamento de alvenaria estrutural.
	Vantagens: Argamassa industrializada de altíssima qualidade; Fabricada com matérias-primas selecionadas.
	Composição: Cimento Portland, agregados minerais, filler carbonático e aditivos químicos não-tóxicos.
	Desempenho: Características físicas: Densidade de massa no estado fresco = 1600 a 2000 kg/m³; Resistência à compressão, 28 dias > 14,0 MPa; Retenção de água = 80% a 90%; Classificação NBR 13281:2005: P6,D4,U3.
	Embalagem e Armazenamento: Sacos de 40 kg; Pilhas de até 1,5 m em local protegido, arejado, seco, sobre estrado e distante da parede em pelo menos 15 a 30 cm.
	Normas e Certificados: Atende as especificações da Norma Técnica Brasileira - NBR 13281:2005 - Argamassa Industrializada para Assentamento de Paredes e Revestimento de Paredes e Tetos.

Fonte: (AECWEB, 2016)⁹

2.1.6 Argamassa polimérica industrializada

Segundo a ficha técnica da argamassa Cola Bloco, produto da empresa Cola Bloco Brasil, a argamassa industrializada polimérica é

à base de compostos minerais resinosos e químicos para imediata colagem e o endurecimento de superfícies e fornecida pronta para uso. Quando distribuído uniformemente sobre o bloco argiloso, cerâmico, concreto ou outro similar confere alto grau de resistência na colagem e aderência devido à sua consistência pastosa e indicada para aplicação em superfície vertical ou horizontal. (COLABLOCO, 2016)¹⁰

As argamassas poliméricas dispensam o uso de cimento Portland e aglutinantes em sua produção, pois são compostas basicamente por polímeros: materiais sintéticos obtidos por meio de reações químicas diversas, das quais

⁹ Disponível em: <[http://www.aecweb.com.br/prod/e/argamassa-assentamento-de-alvenaria-estrutural-precon-14-mpa_9946_26075#prettyPhoto\[SlideImagem\]/1/](http://www.aecweb.com.br/prod/e/argamassa-assentamento-de-alvenaria-estrutural-precon-14-mpa_9946_26075#prettyPhoto[SlideImagem]/1/)>. Acesso em 08 set. 2016.

¹⁰ Disponível em: <<http://www.colablocobrasil.com.br/o-produto>>. Acesso em 08 set. 2016.

resultam produtos de resistência mecânica elevada, como os termoplásticos, os termofixos e os elastômeros.¹¹ Dentre os agregados utilizados, podem ser citados a utilização de grãos inertes de rochas calcárias.

Sendo relativamente novo no mercado brasileiro, estudos portugueses já fazem menção à argamassa polimérica desde 2001¹², citando inclusive sua utilização na composição de concreto polimérico. O desenvolvimento desse tipo de argamassa deu-se através da evolução de um adesivo para revestimento cerâmico à base de poliuretano, amplamente utilizado pelas empresas americanas ITW e Dryfix para assentamento de alvenaria com junta fina (entre 0,5 e 3 mm).¹³ Atualmente no Brasil existem algumas empresas que produzem e comercializam a argamassa polimérica com grande sucesso e crescimento significativo das vendas nos últimos anos. Dentre elas podem ser citadas a Bautech, a Dundun, a Supermax e a Cola Bloco, este último ensaiado pelo laboratório Geotech, em Juiz de Fora – MG, a pedido da empresa de construção GS Engenharia, de Ubá – MG, cujos laudos estão apresentados na seção 2.3.1.

2.1.6.1 Preparação para uso e forma de aplicação

A argamassa polimérica é de fácil aplicação e precisa apenas que a superfície do bloco ou tijolo esteja limpa e livre de poeira, para facilitar a aderência. O produto é vendido em *packs* ou bisnagas e pode ser aplicado diretamente nos blocos com a técnica de assentamento em cordão: onde o operário forma dois cordões de argamassa ao longo das bordas externas dos blocos, conforme ilustra a FIG. 8. A FIG. 9 também demonstra a aplicação do produto com as bisnagas, semelhantes àsquelas usadas por confeitheiros e a FIG. 10 demonstra a limpeza da obra, uma vez que o produto não produz resíduos para descarte.

¹¹ Disponível em: <<http://goo.gl/CD3EE4>>. Acesso em 08 set. 2016.

¹² Ferreira, A. J. M.. **Introdução aos betões e argamassas poliméricas**. 2001. 17 f. (Mestrado de Estruturas em Engenharia Civil da FEUP) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Lisboa, 2001.

¹³ JOHN, V. M.. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 f. (Tese de Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FIGURA 8 – Assentamento de argamassa polimérica com a técnica cordão



Fonte: (COLABLOCO, 2016)¹⁴

FIGURA 9 – Utilização de bisnagas para aplicação de argamassa polimérica



Fonte: (COLABLOCO, 2016)¹⁵

FIGURA 10 – Limpeza do canteiro de obras no processo de assentamento com argamassa polimérica



Fonte: (COLABLOCO, 2016)¹⁶

¹⁴ Disponível em: <http://www.colablocobrasil.com.br/fotos/?page_number_0=1>. Acesso em 08 set. 2016.

¹⁵ *Ibidem.*

¹⁶ *Ibidem.*

2.2 Metodologia

2.2.1 Estudo comparativo de resistência à compressão

Após o aprofundamento do tema argamassas, foi produzido um estudo comparativo de resistência à compressão aos 28 dias de idade das argamassas convencionais produzidas em obra, argamassas cimentícias industrializadas e argamassas poliméricas industrializadas.

2.2.1.1 Ensaio de resistência à compressão

A argamassa convencional amostrada foi produzida com traço em volume 1:1:6, com a utilização de 40 litros de água de amassamento e composta por um saco de cimento Portland CP IV 32 RS da marca Nacional de 50 kg, 6 latas de 18 litros de areia lavada de granulometria média e 20 kg de argila da marca Ideal. O ensaio foi produzido pelo laboratório Geotech, de Juiz de Fora – MG, e gentilmente cedido pela empresa GS Engenharia de Ubá Ltda., da cidade de Ubá – MG. Para a argamassa industrializada foi utilizada a argamassa Massa Pronta, da marca Jofege e para a argamassa polimérica foi utilizada a argamassa da marca Cola Bloco. Para a argamassa Massa Pronta, foram tomadas como verídicas as informações fornecidas pelo consultor da marca e para a argamassa polimérica Cola Bloco, também houve ensaio produzido pelo laboratório Geotech, de Juiz de Fora – MG, e cedido pela empresa GS Engenharia de Ubá Ltda., da cidade de Ubá – MG.

O ensaio produzido é regulamentado pela NBR 13279 (ABNT, 2005) e atesta a resistência à compressão da argamassa por meio de uma prensa hidráulica que, sobre pressão, aciona um corpo de prova prismático de 4 cm × 4 cm × 16 cm, conferindo a resistência da argamassa ensaiada, conforme ilustra a FIG. 11.

FIGURA 11 – Ensaio de corpos de prova de argamassa regulamentado pela NBR 13279 (ABNT, 2005)



Fonte: (SCONTENT, 2016)¹⁷

2.2.2 Estudo comparativo de custos

2.2.2.1 Orçamento de preços

O orçamento de preços para composição do traço de argamassa convencional foi realizado na loja Souza e Filho Materiais de Construção, em Ubá – MG e os preços da argamassa polimérica Cola Bloco e a argamassa industrializada Massa Pronta, diretamente consultados por contato telefônico com os representantes comerciais de ambas as marcas. Todos os produtos foram orçados na moeda corrente, o Real [R\$].

Cada material orçado possui quantidade fornecida e referencial de unidade diferentes, alguns sendo fornecidos em massa e outros, em volume; logo, foi necessário converter todos os preços para a mesma unidade de referência, adotando metro cúbico [m³] como parâmetro referencial.

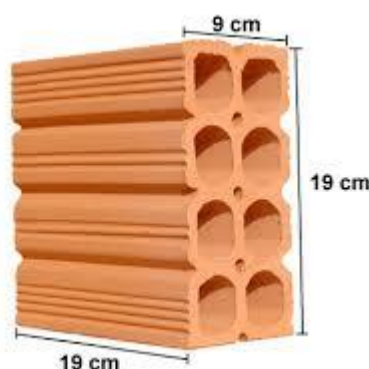
Também levou-se em consideração o consumo de água e energia elétrica para a produção da argamassa convencional e o consumo de água para a produção de argamassa industrializada.

¹⁷ Disponível em: <https://goo.gl/DuV2fk>. Acesso em 29 de setembro de 2016.

2.2.2.2 Consumo de material produzido

Para a alvenaria de assentamento, foi tomado como base bloco cerâmico convencional de 6 furos, com 9 cm de largura, 19 cm de altura e 19 cm de comprimento e assentamento do tipo meia vez, ou seja, com os furos dos blocos dispostos na horizontal e as maiores dimensões alinhadas na vertical e na horizontal, simultaneamente, conforme ilustra a FIG. 12.

FIGURA 12 – Bloco cerâmico assentado em meia vez



Fonte: (CONSTRUIR BARATO, 2016)¹⁸

Cada argamassa utilizada possui um rendimento diferente. As argamassas convencionais, por exemplo, necessitam de uma espessura de aplicação de cerca 2,5 cm de altura na área de contato com o bloco. Nessas condições, cada 10 m² de assentamento (cerca de 190 blocos, pois há três superfícies de contato) consome o equivalente a 0,25 m³ em volume de material produzido. Cada traço de argamassa convencional produzido na proporção 1:1:6 gera o equivalente a 0,184 m³ de material. Sendo assim, para o assentamento 10 m², é necessárias a produção de aproximadamente 1,36 traços de argamassa. Levando em consideração um desperdício de cerca de 20% gerado pelo material, dados obtidos empiricamente, é necessário produzir 1,7 traços para satisfazer a metragem de assentamento de 10 m².

Já as argamassas cimentícias industrializadas necessitam de uma espessura de material aplicado um pouco menor, cerca de 1,5 cm de altura na área de contato com o bloco. Sendo assim, para o assentamento de 10 m² de alvenaria é necessário 0,15 m³ de argamassa. Cada pacote de argamassa Massa Pronta da

¹⁸ Disponível em: <<http://www.construirbarato.com.br/wp-content/uploads/2014/05/tijolo-9x19x19.jpg>>. Acesso em 29 set. 2016.

marca Jofege possui 20 kg em massa e produz 0,01 m³ de argamassa cimentícia, conforme dados do fabricante, que aconselha acrescentar ao *mix* de 2,5 a 2,9 litros de água por embalagem¹⁹. Dessa forma, para assentamento de 10 m² de alvenaria são necessários cerca de 16,5 pacotes do produto, considerando um percentual de desperdício menor, cerca de 10%.

As argamassas poliméricas, por sua vez, pela alta resistência e consistência do produto, são aplicadas em cordões, conforme citado no item 2.1.6.1 e o cálculo do volume utilizado torna-se um pouco diferente, uma vez que não há necessidade de aplicar o material em todas as áreas de contato com os blocos. Normalmente, para assentamento das argamassas poliméricas utilizam-se juntas frias entre os blocos, na vertical, consumindo ainda menos material. Cada cordão possui cerca de 0,01 m de diâmetro e são utilizados 0,38 m de cordão em cada bloco. Para 580 blocos o equivalente a 10 m² de assentamento com apenas uma superfície de contato, são utilizados então m³ de material, como confirma a Equação 1:

$$C_{AP} = A_c \times C_c \times N_b \quad (1)$$

Onde,

C_{AP} = Consumo de argamassa polimérica [m³];

A_c = Área do cordão [m²];

C_c = Comprimento dos cordões [m];

N_b = Número de blocos [unid.].

Logo,

$$C_{AP} = \left(\frac{\pi \times 0,01^2}{4} \right) \times (2 \times 0,19) \times 590 = 0,01760 \text{ m}^3$$

Cada embalagem de 20 kg contém cerca de 0,005 m³ (25 cm × 35 cm × 6 cm) de material e, sendo necessário cerca de 4 embalagens para assentar 10 m² de blocos, levando em consideração que a argamassa polimérica não produz desperdício.

¹⁹ Disponível em: <<http://jofegemix.com.br/arquivos/massa-pronta-20kg.pdf>>. Acesso em 29 set. 2016.

2.2.2.3 Custo de mão de obra

Os custos de mão de obra utilizada levaram em consideração a utilização de um pedreiro e um servente, recebendo respectivamente, R\$ 160,00 e R\$ 100,00 por dia de serviço. Logo, a hora de serviço desses dois profissionais para uma jornada de 8 horas diárias custa, então, R\$ 20,00 e R\$ 12,50, respectivamente. Segundo o portal Neomassa²⁰ o tempo gasto para o assentamento de 10 m² de alvenaria é de 3,2 horas para argamassa convencional, 2,4 horas para argamassa industrializada e 1,2 horas para a argamassa polimérica. Com base nessas informações, o custo de mão de obra diário para o assentamento da argamassa convencional é de R\$ 104,00, para a o assentamento da argamassa industrializada cimentícia é de R\$ 68,25 e para a argamassa polimérica é de R\$ 39,00.

2.3 Resultados

2.3.1 Estudo comparativo de resistência à compressão

Em relação à argamassa convencional, o laboratório Geotech analisou a amostra produzida pelo traço indicado na seção 2.2.1.1 e atestou a resistência à compressão média de 3,3 MPa, conforme laudo demonstrado na FIG. 13 e atestado pelo engenheiro Gustavo Jaime Aquino Tadeu.

²⁰ Disponível em: <<http://neomassa.com.br/duvidas-e-comparativos.html>>. Acesso em 29 set. 2016.

FIGURA 13 – Laudo de resistência à compressão para a argamassa convencional


GeoTech
 Ensaios Tecnológicos

Rua Bernardo Mascarenhas, nº 1688 Lj, Bairro Fábrica 36080-001 Juiz de Fora
(32) 3213-8382 8460-4461 geotech@bol.com.br

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE ARGAMASSA - NBR 13279

Nome do Contratante: GS Engenharia de Ubá LTDA.	
Endereço: Rua Virgílio Vieira de Andrade, nº 145 - Bairro Antônio Maranhão (Cibraci) - Ubá/MG	
Responsável da Concretagem: Carlos Augusto Cursi Paiva	

FORNECIMENTO

Concreteira:-	Volume m³:-	Relatório Técnico Nº: 1436
Data da Concretagem: 14/08/2015	Quantidade Cp por lote: 6 und	
Slump test projeto: -	FCK do Projeto (MPa): -	

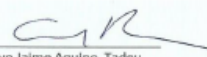
MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAIS:	QUANTIDADE		TIPO (Origem e procedência)
	UNID.	TOTAL	
CIMENTO:	lata	1	Tipo: CP IV 32 RS Nacional
AREIA NATURAL:	lata	6	Tipo: Lavada - Média
BRITA ZERO (0):	L	-	Origem: -
BRITA UM (1):	L	-	Origem: -
ÁGUA:	L	40	Origem: -
ARGILA:	kg	20	Tipo: Argila Ideal

INFORMAÇÕES DO CORPO DE PROVA

Nº CP	Nº Lote	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Moldagem		Ensaio								
				Data	Hora	Rastreabilidade	Idade	Data de Romp.	Resistência a compressão (MPa):					
1	-	40	40	14/08/15	-	1º andar alvenaria	28D	11/09/15	3,6	3,4	2,9	3,4	3,2	3,2
Equipamento: Prensa para concreto NO12059; NS427 EMIC - Cert Cal 134/15							Média: 28 dias (MPa):		3,3		Desvio Padrão: 28 dias (MPa):		0,23	
Data de processamento: 11/09/2015							Faceamento: Topos Retificados				Coeficiente de Variação: 28 dias (%):		7,03	

* Os resultados obtidos através de cálculos matemáticos serão arredondados.
 * Os dados contidos neste relatório só serão reproduzidos em seu inteiro teor.
 * Composição do traço enviado pelo interessado.


 Gustavo Jaime Aquino Tadeu
 Eng Civil - Crea 85100424/6

Fonte: GS Engenharia de Ubá, Ltda., 2016

Quanto à argamassa industrializada Massa Pronta, da marca Jofege, o produto possui certificação ISO:9001 e é classificado segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005), como sendo uma argamassa do tipo P3, que admite uma resistência à compressão que varia entre 2,5 e 4,5 MPa, de acordo com água de amassamento utilizada para mistura da massa. A marca sugere entre 2,7 e 2,9 litros de adição de água à mistura para obtenção de uma massa trabalhável. A empresa foi contactada e atestou que a 2,7 litros de água adicionadas à mistura geram uma resistência média de 4,0 MPa aos 28 dias de idade.

A marca Cola Bloco atestou, através de contato telefônico, que o produto possui uma resistência à compressão média de 4,0 MPa também aos 28 dias. Também ensaiado pelo laboratório Geotech, de Juiz de Fora – MG, e tendo sido laudo cedido pela GS Engenharia de Ubá Ltda., o documento (FIG. 14) comprova a veracidade das informações coletadas, inclusive excedendo às expectativas quanto à resistência esperada, chegando a 4,2 MPa.

FIGURA 14 – Laudo de resistência à compressão para a argamassa polimérica

GeoTech
Ensaios Tecnológicos

Rua Bernardo Mascarenhas, nº 1688 Lj, Bairro Fábrica 36080-001 Juiz de Fora
(32) 3213-8382 8460-4461 geotech@bol.com.br

ENSAIO DE DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE ARGAMASSA - NBR 13279

Nome do Contratante: GS Engenharia de Ubá LTDA.	
Endereço: Rua Virgílio Vieira de Andrade, nº 145 - Bairro Antônio Maranhão (Cibraci) - Ubá/MG	
Responsável da Concretagem: Carlos Augusto Cursi Paiva	

FORNECIMENTO

Argamassa: Cola Bloco	Volume m³: -	Relatório Técnico Nº: 2398
Data da Concretagem: 18/02/2016	Quantidade Cp por lote: 6 und	
Slump test projeto: -	FCK do Projeto (MPa): 3,0	

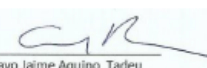
MATERIAIS UTILIZADOS

MATERIAIS:	QUANTIDADE		TIPO (Origem e procedência)
	UNID.	TOTAL	
CIMENTO:	kg	-	Tipo: -
AREIA NATURAL:	kg	-	Tipo: -
BRITA ZERO (0):	L	-	Origem: -
BRITA UM (1):	L	-	Origem: -
ÁGUA:	L	-	Origem: -
ARGILA:	kg	-	Tipo: -

INFORMAÇÕES DO CORPO DE PROVA

Nº CP	Nº Lote	Diâmetro (mm)	Altura (mm)	Moldagem		Rastreabilidade	Idade	Data de Romp.	Ensaio					
				Data	Hora				Resistência a compressão (MPa):					
1	-	40	40	18/02/16	10:00	Argamassa para alvenaria do 3º pavimento	28D	17/03/16	4,3	4,0	4,4	4,3	4,1	4,4
Equipamento: Prensa para concreto NO12059; NS427 EMIC - Cert Cal 16021101SO							Média: 28 dias (MPa):		4,2		Desvio Padrão: 28 dias (MPa):		0,17	
Data de processamento: 17/03/2016							Faceamento: Topos Retificados				Coeficiente de Variação: 28 dias (%):		3,93	

* Os resultados obtidos através de cálculos matemáticos serão arredondados.
 * Os dados contidos neste relatório só serão reproduzidos em seu inteiro teor.
 * Composição do traço enviado pelo interessado.


 Gustavo Jaime Aquino Tadeu
 Eng Civil - Crea 85100424/6

Fonte: GS Engenharia de Ubá, Ltda., 2016

De acordo com o exposto, têm-se resistências à compressão bastante semelhantes. Porém, em uma análise mais subjetiva, observa-se que as resistências das argamassas cimentícias industrializadas e as argamassas convencionais podem variar de acordo com o material utilizado em obra e a quantidade de água de amassamento. A argamassa polimérica, por sua vez, apresenta resultado constante, pois o produto é comercializado pronto e não necessita de nenhum tipo de adição ou alteração do material em obra.

2.3.2 Estudo comparativo de custos

Os dados coletados na seção 2.2.2 foram condensados em tabelas para melhor interpretação dos dados obtidos. A TAB. 1 representa o estudo dos custos para produção de 1,7 traços de argamassa convencional no traço 1:1:6, a TAB. 2 representa o estudo dos custos para a utilização de 16,5 pacotes de 20 kg de argamassa cimentícia industrializada e a TAB. 3 representa o estudo dos custos

para a utilização de 4 pacotes de 20 kg, todos esses responsáveis pela produção de argamassa suficiente para assentar 10 m² de alvenaria de blocos cerâmicos, cujas medidas são mencionadas no item 2.2.2.2

TABELA 1 - Custo de assentamento para argamassa convencional

Custo de assentamento para argamassa convencional								
Material	Preço (R\$)	Quantidade fornecida	Unidade	Traço unitário	Volume (m ³)	Massa Específica do Material (kg/m ³)	Conversão (kg)	Custo do traço (R\$)
Cimento Nacional CP IV 32 - RS	25,57	50	Kg	1	0,018	3000,00	54,0	27,62
Argila Ideal	5,00	20	Kg	1	0,018	1800,00	32,4	8,10
Areia média lavada	380,00	5	m ³	6	0,108	2000,00	216,0	8,20
Luz	0,79	1	kWh					0,20
Água	0,74	1000	litros	40 litros	0,04	1000,00	40,0	0,03
Custo final do traço de argamassa convencional (1:1:6)								R\$ 44,15
Custo para 1,7 traços de argamassa convencional								R\$ 75,05
Custo de mão de obra para assentamento para 10 m ²								R\$ 104,00
Custo final								R\$ 179,05

Fonte: Elaborado pelo autor

Amplamente utilizada na construção civil, a argamassa convencional produzida em obra, com cal hidratada ou argila é caracterizada como o meio mais tradicional para se chegar a um fim, pois engenheiros mais céticos ainda utilizam a argamassa tradicional com grande propriedade. Os pontos positivos encontrados para a produção desse tipo de argamassa são a confiabilidade no comportamento, haja visto a longa data que essa mistura é utilizada e a mão de obra especializada, uma vez que qualquer profissional da construção civil tem conhecimento de como produzi-la e sua versatilidade, pois além do assentamento de alvenarias, ainda é utilizada, em traços diferentes, para diversas outras finalidades, além do preço, apresentando-se como a mistura mais barata. Como pontos negativos podem ser destacados a alta retração que essas argamassas estão suscetíveis devido ao alto consumo de água e a imprecisão dos resultados devido à liberalidade na adição de água de amassamento.

A argamassa cimentícia industrializada (TAB. 2) apresentou-se como a argamassa mais cara do estudo. Não muito utilizada em construções de grande porte, elas geralmente são utilizadas em pequenas reformas comerciais ou

residenciais. Como pontos positivos podem ser destacados a facilidade de preparo e aplicação e a versatilidade do produto, que pode ser utilizado tanto em assentamento de alvenaria como no assentamento de revestimentos, tornando-se o produto ideal para o usuário com pouca prática e que deseja realizar uma aplicação rápida e confiável. Como pontos negativos caracteriza-se o custo mais caro desse estudo e a degradação do meio ambiente, uma vez que utiliza no processo de industrialização a emissão de gases à atmosfera e alto consumo de água.

TABELA 2 - Custo de assentamento para argamassa cimentícia industrializada

Custo de assentamento para argamassa cimentícia industrializada								
Material	Preço (R\$)	Quantidade fornecida	Unidade	Traço unitário	Volume (m³)	Massa Específica do Material (kg/m³)	Conversão (kg)	Custo do traço (R\$)
Argamassa cimentícia industrializada MASSA PRONTA	16,00	20	Kg	1	0,01	2000,00	20,0	16,00
Água	0,74	1000	litros	2,9	0,0029	1000,00	2,9	0,01
Custo final do traço de argamassa cimentícia industrializada								R\$ 16,01
Custo para 16,5 pacotes de argamassa cimentícia industrializada								R\$ 264,17
Custo de mão de obra para assentamento para 10 m²								R\$ 68,25
Custo final								R\$ 332,42

Fonte: Elaborado pelo autor

De resistência certificada, fácil aplicação, baixo consumo e agente na conservação da limpeza durante o processo construtivo, as argamassas poliméricas apresentaram um custo ligeiramente inferior ao das argamassas cimentícias industrializadas, entretanto, mostraram-se extremamente eficientes na economia de mão de obra, além de reduzir significativamente a fadiga dos trabalhadores. A baixa utilização do produto deve-se ao fato de ser uma novidade no mercado e encarado como muitos profissionais na área da construção civil como um produto “não confiável”. Como pontos positivos destacam-se, ainda, a aquisição do produto pronto para imediata aplicação. Como pontos negativos destacam-se a utilização exclusiva para assentamento de alvenaria e ainda a pouca participação no mercado de materiais para construção civil.

TABELA 3 - Custo de assentamento para argamassa polimérica

Custo de assentamento para argamassa polimérica								
Material	Preço (R\$)	Quantidade e fornecida	Unidade	Traço unitário	Volume (m³)	Massa Específica do Material (kg/m³)	Conversão (kg)	Custo do traço (R\$)
Argamassa polimérica COLA BLOCO	58,00	20	Kg	1	0,05	4000,00	20,0	58,00
Custo final do traço de argamassa polimérica								R\$ 58,00
Custo para 4 embalagens de argamassa cimentícia industrializada								R\$ 232,00
Custo de mão de obra para assentamento para 10 m²								R\$ 39,00
Custo final								R\$ 271,00

Fonte: Elaborado pelo autor

2.3.3 Resumo dos resultados

A TAB. 4 apresenta resumidamente um quadro comparativo dos resultados viabilizados pelo estudo apresentado.

TABELA 4 - Resumo dos resultados

Resumo dos resultados			
Argamassa	Resistência à compressão (MPa)	Consumo	Custo (R\$)
Convencional	3,6	1,7 traços	179,05
Industrializada	4,0	16,5 pacotes	332,42
Polimérica	4,2	4 embalagens	271,00

Fonte: Elaborado pelo autor

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos comparativos entre as argamassas convencionais produzidas em obra, as argamassas cimentícias industrializadas e as argamassas poliméricas, conclui-se que os melhores resultados para assentamento de blocos e tijolos foram obtidos nos estudos da argamassa polimérica em função da economia de mão de obra e rapidez do processo construtivo.

Entretanto, as argamassas poliméricas desempenham a função específica de assentamento de alvenaria, o que prejudica sua inserção no mercado de materiais de construção, enquanto as argamassas convencionais, mais versáteis, podem ser utilizadas no assentamento das alvenarias, chapiscos, rebocos, emboços e no assentamento de cerâmicas de revestimento.

Contudo, esta pesquisa buscou estimular o uso das argamassas poliméricas como um tipo de insumo mais econômico e que acelere o processo produtivo em obra, produzindo menos resíduos. Sendo assim, este estudo possibilitou a busca pela inovação na utilização deste material, provocando os profissionais da área de construção civil a treinar uma mão de obra especializada para utilizá-lo e torná-lo mais usual no canteiro de obras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, J. *et al.* in CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 1, 2005. Lisboa. **Ensinaamentos a retirar do passado histórico das argamassas**: Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas de Construção, 2005. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**. Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 13277**. Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13278**. Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13279**. Argamassa industrializada para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13281**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção**. 5.ed, v.1. Rio de Janeiro: LTC. 2003. 447 p.

BOTELHO, H. M. C.; MARCHETTI, O. B. **Concreto armado eu te amo**. 8.ed, v.1. São Paulo: Blücher, 2015. 553p. v.1.

COLABLOCO. Disponível em <<http://www.colablococuritiba.com.br/>> Acesso em 08 set. 2016.

FERREIRA, A. J. M. **Introdução aos betões e argamassas poliméricas**. 2001. 17 f. (Mestrado de Estruturas em Engenharia Civil da FEUP) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Lisboa, 2001.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos**. 2.ed. São Paulo: PINI, 2009. 232 p.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil** – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 f. (Tese de Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PETRUCCI, Eládio Geraldo Requião. **Materiais de construção**. 2.ed. Porto Alegre: Globo, 1976. 435 p.

SOUZA, R., TAMAKI, M. R. **Gestão de materiais de construção**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2004. 135 p.

TCPOWEB. Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>> Acesso em set. 2016.

THOMAZ, E. *et al.* **Código de práticas nº 1**: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT, 2009. 72 p.