

PAULA BERENÍCIA DE LIMA

**Análise da evolução tecnológica e organizacional
da produção de revestimento de fachada em argamassa na cidade de São
Paulo**

São Paulo
(2019)

PAULA BERENÍCIA DE LIMA

**Análise da evolução tecnológica e organizacional
da produção de revestimento de fachada em argamassa na cidade de São
Paulo**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de pós-graduação
lato-sensu em Tecnologia e Gestão da
Produção de Edifícios

Orientador: Prof.^a. Dra. Mercia M. S. B. de
Barros

São Paulo
(2019)

PAULA BERENÍCIA DE LIMA

**Análise da evolução tecnológica e organizacional
da produção de revestimento de fachada em argamassa na cidade de São
Paulo**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de pós-graduação
lato-sensu em Tecnologia e Gestão da
Produção de Edifícios

Área de Concentração: Engenharia

Orientador: Prof.^a. Dra. Mercia M. S. B. de
Barros

São Paulo

(2019)

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

Lima, Paula Berenícia de

Análise da evolução tecnológica e organizacional da produção de revestimento de fachada em argamassa na cidade de São Paulo / P. B. Lima - São Paulo, 2019.

85 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Revestimentos de Fachada 2.Processo de Produção 3.Evolução Tecnológica I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso de pós-graduação em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, pelos ensinamentos ao longo curso, em especial a minha orientadora, professora Mercia Maria Semensato Bottura de Barros, pela orientação e contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, que sempre me apoio e confortou nos momentos difíceis, em especial ao meu pai Benício, que sempre me incentivou, mas que, infelizmente, não vivenciou este momento.

Ao meu namorado Hugo, por acreditar sempre e me ajudar a enfrentar novos desafios e a sua família pelo apoio durante todos esses anos.

Agradeço também, minhas amigas que, contribuíram de alguma forma para este trabalho ou participaram deste momento, em especial Gabriela.

À Deus.

Meu muito obrigada.

RESUMO

A evolução tecnológica é notória em todos os segmentos industriais. Também o segmento de construção de edifícios tem acompanhado a tendência de evolução em muitos dos seus subsistemas. As mudanças podem ser observadas ao longo dos anos, tanto nos materiais como nas técnicas e métodos construtivos, buscando-se sobretudo otimizar os processos. Particularmente em relação aos revestimentos de fachada produzidos com argamassa, a evolução dos materiais e equipamentos disponíveis no mercado trouxe a possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias para o processo de produção, com possibilidade de redução de consumo e perdas de material e de tempo de processo. Porém, no Brasil, mesmo com potencial para implementação de técnicas mecanizadas e mais precisas, muitas construtoras ainda não as utilizam, por diversos motivos, como falta de treinamento, estrutura e atualização. Diversos estudos apontam que os conhecimentos referentes ao processo de produção de revestimento de argamassa de fachada encontram-se dispersos, e que raramente as escolhas do material e do processo de produção são baseadas em critérios técnicos confiáveis. Nesse contexto, tem-se como objetivo identificar e analisar a evolução tecnológica e organizacional, ao longo dos últimos anos relacionada à produção de revestimento de fachada em argamassa, empregado em edifícios de múltiplos pavimentos, na cidade de São Paulo. Para isso realizou-se o levantamento bibliográfico em estrutura de revisão, a fim de se verificar a evolução das normativas, técnicas e materiais que definem o sistema de revestimento, considerando-se desde a definição do projeto de revestimento até o controle e finalização do serviço. Além disso, foi realizada uma síntese de dados de algumas empresas construtoras da cidade de São Paulo, referentes à execução de revestimentos de fachadas, a partir de relatórios técnicos produzidos por acadêmicos do Curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, durante os anos de 2003 a 2014. Para avaliar as técnicas e materiais utilizados pelas empresas, as informações levantadas foram sintetizadas e descritas por meio de análise qualitativa de frequência. A realização deste trabalho permitiu concluir que, apesar de as obras não apontarem um padrão de evolução cronológica quanto a modernização das práticas escolhidas pelas construtoras, a maior parte delas opta por práticas também registradas pela literatura mais atualizada, principalmente as que apontam para maiores economia e eficiência.

Palavras-Chave: Revestimentos de Fachada. Processo de Produção. Evolução Tecnológica.

ABSTRACT

Technological developments are notorious in all industrial segments. Also, the building segment has followed the trend of evolution in many of its subsystems. The changes can be observed over the years, both in the materials and in the techniques and construction methods, seeking to optimize the processes. Particularly in relation to facade coatings produced with mortar, the evolution of the materials and equipment available in the market brought the possibility of developing new technologies for the production process, with the possibility of reduction of consume and loss of material and process time. However, in Brazil, even with the potential to implement mechanized and more precise techniques, many construction companies still do not use them, for various reasons, such as missing of training, structure and updating. Many studies indicate that the knowledge regarding the production process of facade mortar coating is dispersed, and rarely the choices of the material and production process are based on reliable technical criteria. Within this context, the objective is to identify and analyze the technological and organizational evolution, over the last years related to the production of facade cladding in mortar, used in buildings of multiple pavements in the city of São Paulo. Considering this, a bibliographic survey was conducted in a review structure, in order to verify the evolution of the norms, techniques and materials that define the coating system, considering the definition of the coating design to the control and termination of the service. Therefore, this thesis performed a synthesis of data from some companies in the city of São Paulo, regarding the execution of facade coverings, from technical reports produced by Polytechnic School academics of University of São Paulo, from 2003 to 2014. The realization of this study permitted us to conclude that, although the works did not point out a pattern of chronological evolution regarding the modernization of the practices chosen by the builders, most of them opted for practices also recorded by More up-to-date literature, especially those that point to greater economy and efficiency.

Palavras-Chave: Facade Cladding. Production Process. Technological Evolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Camadas de revestimentos de argamassa: (a) emboço e reboco; (b) massa única; (c) RDM.....	18
Figura 2 – Características das bases de aplicação.....	19
Figura 3 – Propriedades da argamassa em estado fresco e endurecido.....	20
Figura 4 – Descarregamento da areia direto no subsolo: (a) descarregamento da areia; (b) abertura no subsolo	34
Figura 5 – Estoque de materiais no térreo: (a) cimento e cal; (b) areia	35
Figura 6 – Estoque materiais e betoneira no térreo: (a) cimento e cal; (b) argamassadeira.....	36
Figura 7 – Transporte da argamassa pronta e abastecimento dos balancins	37
Figura 8 – Transporte da argamassa por gravidade: (a) funil metálico; (b) duto flexível	38
Figura 9 – Fluxograma argamassa produzida em obra – central única	38
Figura 10 – Fluxograma argamassa produzida em obra – preparada no pavimento	39
Figura 11 – Fornecimento argamassa estabilizada através caminhão betoneira	40
Figura 12 – Maseira inferior.....	40
Figura 13 – Fluxograma argamassa estabilizada	41
Figura 14 – Recebimento de material na obra	41
Figura 15 – Estoque argamassa industrializada: (a) estoque no térreo; (b) estoque no pavimento	42
Figura 16 – Preparo da argamassa industrializada: (a) mistura manual da argamassa; (b) mistura no pavimento com argamassadeira, com estoque no pavimento.....	42
Figura 17 – Fluxograma argamassa ensacada – central única	43
Figura 18 – Fluxograma argamassa ensacada – preparada no pavimento	43
Figura 19 – Silo com transporte via seca	44
Figura 20 – Fluxograma argamassa em silo – via seca.....	45
Figura 21 – Silo com transporte via úmida	45
Figura 22 – Fluxograma argamassa em silo – via úmida.....	46
Figura 23 – Balancim elétrico.....	47
Figura 24 – Andaime fachadeiro	47
Figura 25 – Plataforma cremalheira	48
Figura 26 – Técnica de aplicação da argamassa: (a) manual; (b) mecânica.....	50
Figura 27 – Projetor por spray com recipiente acoplado – canequinha	51
Figura 28 – Frequência do tipo de obras avaliadas na cidade de São Paulo	58
Figura 29 – Frequência de obras avaliadas na cidade de São Paulo por ano de avaliação da obra	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de acabamentos para revestimentos tradicional e camada única.	28
Quadro 2 – Tipos de acabamento para revestimento decorativo monocamada.....	28
Quadro 3 – Histórico da normatização técnica no segmento de argamassas (continua).	29
Quadro 4 – Argamassas disponíveis no mercado.	32
Quadro 5 – Equipamentos de projeção fornecidos pelas empresas até o ano de 2010	52
Quadro 6 – Sequência das etapas de execução do revestimento de fachada	56
Quadro 7 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas do projeto analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.....	60
Quadro 8 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas do sistema de revestimento de argamassas analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.	63
Quadro 9 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas do acabamento analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.	64
Quadro 10 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da produção de argamassa analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.	66
Quadro 11 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da produção de argamassa analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.	67
Quadro 12 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da execução de revestimentos analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo (Continua)	70
Quadro 13 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da execução de revestimentos analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo (continua)	73

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Contexto	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Objetivo	14
1.4 Materiais e Métodos	14
1.5 Estrutura do Trabalho	16
2 REVESTIMENTO DE FACHADA EM ARGAMASSA	17
2.1 Caracterização do revestimento de argamassa	17
2.2 Funções e propriedades do revestimento de argamassa	19
3 DESENVOLVIMENTO DOS ELEMENTOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA EM FACHADA	21
3.1 Projeto	21
3.2 Sistema de revestimento de argamassa	25
3.3 Acabamento	27
3.4 Produção de Argamassa.....	29
3.4.1 Argamassas	29
3.4.2 Alternativas para o Preparo da Argamassa	33
3.4.2.1 Argamassa preparada no canteiro	34
3.4.2.2 Argamassa preparada em central	39
3.4.2.3 Argamassa industrializada ensacada	41
3.4.2.4 Argamassa industrializada em silos	43

3.5 Execução do Revestimento	46
3.5.1 <i>Plataformas de trabalho</i>	46
3.5.2 <i>Técnica de aplicação</i>	49
3.5.3 <i>Sequência de execução.....</i>	53
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS ACADÊMICOS	57
4.1 Características das empresas participantes da pesquisa.....	57
4.2 Apresentação e análise dos dados.....	58
4.2.1 <i>Projeto.....</i>	59
4.2.2 <i>Sistema de revestimento de argamassa e acabamento</i>	62
4.2.3 <i>Produção de argamassa</i>	65
4.2.4 <i>Execução do revestimento</i>	69
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
REFERÊNCIAS.....	78

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

A maior parte dos edifícios, sejam uni ou multifamiliares recebem revestimentos que, na sua maioria, são produzidos à base de argamassas, prática tradicional no Brasil que remonta ao início de sua colonização (CRESCENCIO; BARROS, 2013). Antigamente os revestimentos argamassados eram a base de cal e areia, sendo as primeiras caieiras registradas em 1549, as quais produziam cal a partir da calcinação de conchas marinhas obtidas dos depósitos baianos (RECENA, 2012).

Com o passar do tempo e a invenção do cimento Portland, os revestimentos argamassados evoluíram e passaram a tê-lo em sua composição (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005). A introdução do cimento Portland nas argamassas pode ser considerada uma evolução dos primeiros aglomerantes, utilizados na época (RECENA, 2012).

Com a mudança do aglomerante da argamassa, surgiram também os problemas de fissuração e destacamento (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005), os quais ocorreram, principalmente pela dosagem incorreta e por ser exigida competência técnica na preparação e aplicação dos materiais, o que nem sempre ocorre (RECENA, 2012). O mesmo autor ainda ressalta que o preparo e a técnica de aplicação são definidos com uma preocupação imediata de facilitar a condição de trabalhabilidade e de velocidade de produção, mesmo que isso possa comprometer a qualidade final da tarefa.

Em consequência da gestão ineficaz da produção e da execução de revestimentos utilizando argamassa, alcança-se com frequência o comprometimento da resistência, durabilidade, além da elevada e constante perda de materiais (COSTA, 2005; PAVARISI, 2008).

Em função de diversos problemas, o mercado se abriu a novos materiais e técnicas de execução que pudessem otimizar os processos. A evolução dos materiais disponíveis no mercado trouxe a possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias para o processo de produção do revestimento externo. Porém, no Brasil, mesmo com potencial para implementação de técnicas mecanizadas e mais precisas, muitas construtoras ainda não as utilizam, tendo preferência por técnicas manuais (CICHINELLI, 2010a).

No entanto, a mão de obra capacitada vem se tornando cada vez mais escassa, sendo cada vez mais necessário que as construtoras busquem alternativas para redução da equipe de profissionais (CICHINELLI, 2010b, DELVINO, 2016).

1.2 Justificativa

Apesar de se registrar o desenvolvimento tecnológico dos tipos construtivos de revestimentos de fachada, o revestimento de argamassa ainda predomina, sendo o mais utilizado no Brasil. Crescencio e Barros (2005), demonstram que em grande parte das fachadas de edifícios de múltiplos pavimentos, na cidade de São Paulo, são empregados revestimentos de argamassa. Apesar do intenso uso, estudos sobre este revestimento ainda são escassos, sobretudo referentes às tecnologias construtivas empregadas, quando levado em consideração tal importância para construção de edifícios no Brasil (CRESCENCIO; BARROS, 2013).

Bauer (1997) já afirmava que o aumento de manifestações patológicas em fachadas (deslocamentos, fissuras, eflorescências, manchas e bolor, etc.) são consequências de problemas no processo de produção, tais como a inexistência de projeto, o desconhecimento das características dos materiais empregados, a utilização de materiais inadequados, erros de execução, mão de obra desqualificada, desconhecimento das Normas Técnicas e falhas na manutenção. Ainda que mais de vinte anos tenham se passado e avanços tenham ocorridos, muitos problemas persistem. Outros estudos também trazem a problemática da constante perda de matéria prima, que ocorre em diferentes etapas do processo como armazenamento, transporte, preparo e execução (ALBUQUERQUE; LIRA; SPOSTO, 2018; COSTA, 2005; PAVARISI, 2008; RECENA, 2012). As manifestações patológicas mais importantes ocorrem tipicamente na forma de fissuras e perda de aderência (MEDEIROS; SABATTINI, 1999).

Essas informações apontam que os conhecimentos referentes ao processo de produção de revestimento de argamassa de fachada encontram-se dispersos e são geralmente transmitidos de maneira informal entre os operários e técnicos, que atuam no canteiro de obra, gerando contínuos problemas e perdas desde a definição da argamassa de revestimento até a forma de aplicação, que acaba não sendo obedecidas pelos operários (JUNIOR, 2010). Além disso, raramente as escolhas do material e do processo de produção são baseadas em critérios técnicos confiáveis,

sendo mais comum a construtora considerar quase que somente aspectos estéticos e econômicos (MEDEIROS; SABATTINI, 1999), a ausência de juntas de movimentação nas fachadas por motivos estéticos, por exemplo (LIMA, 2016).

Este cenário motivou a autora a realizar estudos que identifiquem os principais métodos construtivos aplicados ao longo dos anos pelas construtoras na cidade de São Paulo, buscando identificar suas principais características construtivas a fim de mostrar como vem se dando a evolução dos sistemas de produção.

1.3 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo identificar a evolução tecnológica e organizacional, ao longo dos anos relacionada à produção de revestimento de fachada em argamassa, empregado em edifícios de múltiplos pavimentos, com avaliação de obras na cidade de São Paulo.

1.4 Materiais e Métodos

Os métodos de pesquisa utilizados, baseiam-se no levantamento de bibliografias e textos técnicos que tratam da tecnologia e formas de gestão da produção de revestimento de fachada em argamassa. Adicionalmente, faz-se uso de relatórios técnicos produzidos por acadêmicos das disciplinas PCC-2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I e PCC-2436: Tecnologia da Construção de Edifícios II, do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, cedidos pela professora orientadora, a partir de visitas técnicas a edifícios de múltiplos pavimentos em fase de produção de revestimento de fachada, na cidade de São Paulo. Dentre muitos relatórios colecionados ao longo de vários anos, quarenta e três foram selecionados por abordarem informações relevantes que ajudam a caracterizar como tem ocorrido a evolução tecnológica e organizacional na produção desse elemento do edifício.

Sendo assim, o trabalho foi dividido em duas etapas detalhadas na sequência:

Etapa 1: levantamento bibliográfico

Na primeira etapa, foi realizado o levantamento de bibliografias e normas disponíveis sobre a tecnologia e os processos organizacionais da produção de revestimento de fachada em argamassa, possibilitando identificar as diferentes propostas ao longo do tempo.

Foram abordados conceitos sobre boas práticas e normas para execução dos revestimentos de fachada em argamassa. Nessa etapa foram considerados livros, artigos, anais de seminários e congressos, boletins técnicos, dissertações e teses e publicações em revistas especializadas, publicadas desde 1990, até a atualidade.

A busca eletrônica da literatura foi realizada com o auxílio das bases de dados: InfoHab, Biblioteca Digital Teses USP e Google Acadêmico, empregando-se as seguintes palavras-chave: Revestimentos de Fachada, Revestimento de Argamassa, Processo de Produção e Boas Práticas.

Etapa 2: sistematização dos dados de relatórios de visitas em campo

A síntese de dados de algumas empresas da cidade de São Paulo, referentes à execução de revestimentos de fachadas, foi realizada a partir de relatórios técnicos produzidos por acadêmicos das disciplinas PCC-2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I e PCC-2436: Tecnologia da Construção de Edifícios II, do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, durante os anos de 2003 a 2014.

A pesquisa realizada pelos alunos compreendeu uma ampla gama de informações, que envolveu as características de formação e organização das empresas e a sua forma de gerenciamento dos processos voltados: ao projeto; a documentação; aos suprimentos; execução e ao controle. Essas informações foram obtidas e registradas a partir de visitas a obras e entrevistas realizadas com engenheiros das empresas responsáveis pelo empreendimento visitado. O presente trabalho buscou identificar os pontos mais relevantes no processo de execução de revestimento de fachada, como a utilização de projetos de fachada, escolha de materiais, equipamentos e ferramentas, qualificação da mão de obra, técnicas de produção e aplicação do revestimento.

Para avaliar padrões entre as empresas, as informações levantadas pelos acadêmicos foram organizadas em banco de dados, com objetivo de sintetizar as mesmas para posterior análise. As variáveis categóricas coletadas foram avaliadas por meio de estatística descritiva de frequência, bem como relacionadas com o ano da obra com base no teste de dependência de variáveis qualitativas qui-quadrado. O qui-quadrado foi aplicado através do software XLSTAT, com adoção do nível de significância $\alpha = 0,05$. Observações com dados faltantes foram excluídas da análise estatística.

1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho foi dividido em cinco capítulos os quais foram estruturados da seguinte forma:

Capítulo 1: Composto pela introdução, justificativa, objetivo, materiais e métodos e estrutura do trabalho.

Capítulo 2: Aborda o conceito de revestimento de argamassa, suas funções, propriedades e caracteriza o revestimento de argamassa, mostrando as bases de aplicação e suas camadas.

Capítulo 3: Retrata o desenvolvimento do sistema de produção de revestimento de fachada em argamassa mais empregados registrados pela literatura técnica, identificando as diversas atividades que o envolve: projeto, produção e execução.

Capítulo 4: Faz uma análise das obras avaliadas pelos relatórios de visita elaborados por acadêmicos das disciplinas PCC-2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I e PCC-2436: Tecnologia da Construção de Edifícios II, do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, fundamentando com a revisão bibliográfica.

Capítulo 5: Apresenta as considerações finais.

Por fim, são apresentadas as referências consultadas para o desenvolvimento do trabalho.

2 REVESTIMENTO DE FACHADA EM ARGAMASSA

Considerando-se que o estudo tem como objetivo a análise do processo de produção de revestimento de fachada em argamassa, cabe explicar inicialmente o que se entende por esse termo.

2.1 Caracterização do revestimento de argamassa

Os revestimentos de fachadas podem ser classificados em revestimentos argamassados e não-argamassados. Sendo o primeiro tipo o mais usual nas construções brasileiras, trabalhando completamente ligados às bases e substratos que lhe garantem suporte (BORTOLINI, 2015).

O revestimento de argamassa, é definido pela ABNT NBR 13755:2017 como “cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto para receber acabamento decorativo ou constituir-se em um acabamento final, decorativo ou não” (ABNT, 2017, p. 6).

Uma configuração bastante comum no passado eram as camadas de: chapisco, emboço (massa grossa) e reboco (massa fina) (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998; NAKAMURA, 2013). Atualmente a configuração mais comum é a que apresenta apenas uma camada denominada massa única. Outra alternativa que vem sendo utilizada é o revestimento decorativo monocamada (RDM).

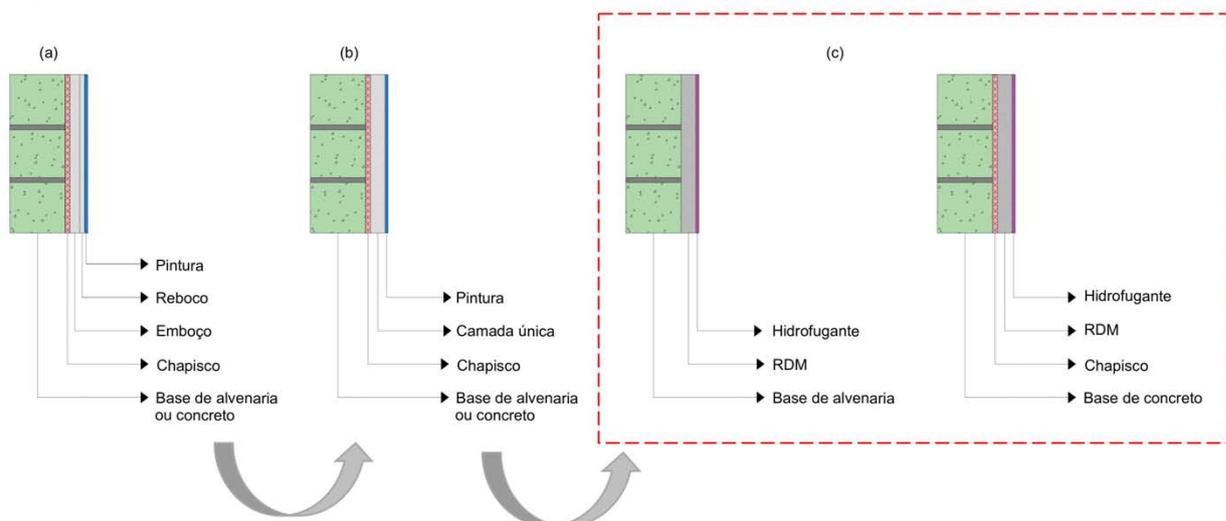
Cada camada em sua configuração específica tem uma função e requer cuidados específicos com relação à composição e dosagem dos materiais e com relação à forma de execução (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998; CRESCENCIO; BARROS, 2013; NAKAMURA, 2013). De acordo com Comunidade da Construção (2005), Crescencio e Barros (2013) e Nakamura (2013), pode-se afirmar que as principais funções das diferentes camadas são:

- **Chapisco:** camada de preparo da base, constituída de mistura de cimento, areia e aditivos, aplicada de forma contínua ou descontínua, com o objetivo de torná-la mais rugosa e homogênea à absorção de água e melhorar a aderência do revestimento.

- **Emboço:** camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base com ou sem chapisco, também chamado de massa grossa, proporciona uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final;
- **Reboco:** camada de revestimento utilizada para o cobrimento do emboço, também chamado de massa fina, proporciona uma superfície mais lisa para receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento final. Pode ser substituído pela aplicação de massa corrida;
- **Massa Única (emboço paulista):** revestimento executado numa camada única, cumprindo as funções do emboço e reboco;
- **Revestimento decorativo monocamada – RDM (ou monocapa):** revestimento aplicado em uma única camada cumprindo a função do emboço e do acabamento final.

A Figura 1 ilustra a evolução do sistema de revestimento de fachada.

Figura 1 – Camadas de revestimentos de argamassa: (a) emboço e reboco; (b) massa única; (c) RDM



Fonte: Adaptado de Crescencio e Barros (2005).

Apesar de não fazer parte do sistema de revestimento, a base é importante para o desempenho global do revestimento (MEDEIROS; SABBATINI, 1999). Deve, previamente à execução do chapisco, estar limpa, livre de pó, graxa, óleo, eflorescência, materiais soltos ou quaisquer produtos ou incrustações que venham a prejudicar a aderência do revestimento. As irregularidades superficiais devem ser eliminadas de modo que a argamassa possa ser aplicada em espessura uniforme (ABNT NBR 7200:1998).

As bases de aplicação dos revestimentos de argamassa podem ser de alvenaria de vedação (tijolos e blocos), estrutura de concreto ou alvenaria estrutural. Cada tipo de base possui diferentes características que interferem diretamente nas propriedades do revestimento, as quais devem ser consideradas no momento da definição do revestimento de argamassa (BAÍA; SABBATINI, 2008; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012). A Figura 2 apresenta algumas características das bases, que variam entre os diferentes tipos de bases.

Figura 2 – Características das bases de aplicação

BASES	CARACTERÍSTICAS
Alvenaria (diferentes componentes) Estrutura (concreto)	<ul style="list-style-type: none"> • Absorção de água • Porosidade • Resistência mecânica • Movimentações higroscópicas • Rugosidade • Homogeneidade

Fonte: Maciel, Barros e Sabbatini (1998).

2.2 Funções e propriedades do revestimento de argamassa

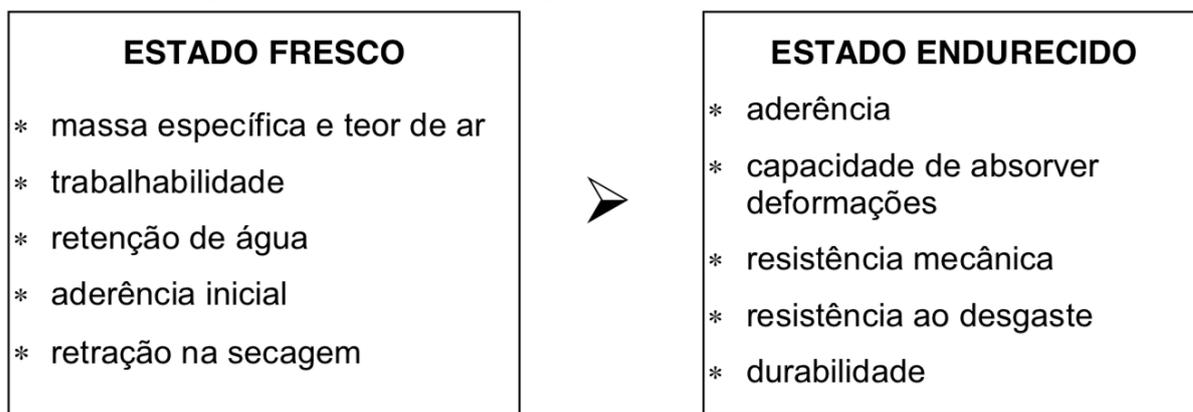
O revestimento de argamassa desempenha importantes funções, segundo Comunidade da Construção (2005) e Baía e Sabbatini (2008), essas funções são:

- proteger os elementos de vedação do edifício, alvenaria e estrutura, da ação direta dos agentes agressivos;
- auxiliar no isolamento termoacústico e a estanqueidade à água e aos gases;
- regularizar os elementos de vedação do edifício, resultando em uma base regular para a aplicação de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final;
- contribuir com a estética da fachada.

Para o revestimento argamassado cumprir satisfatoriamente com suas funções, ele precisa apresentar características e propriedades compatíveis com as condições que estará exposto, como resistência de aderência ao substrato,

resistência mecânica de corpo e outras exigências de desempenho previstos na ABNT NBR 15575-4:2013 - Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2005; BAÍA; SABBATINI, 2008). A Figura 3 apresenta as principais propriedades da argamassa em estado fresco e estado endurecido.

Figura 3 – Propriedades da argamassa em estado fresco e endurecido



Fonte: Maciel, Barros e Sabbatini (1998).

3 DESENVOLVIMENTO DOS ELEMENTOS DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA EM FACHADA

Neste capítulo busca-se sintetizar o desenvolvimento ocorrido ao longo do tempo nos principais elementos constituintes do sistema de produção de revestimentos de argamassa em fachadas de edifícios, particularmente o seu projeto, as camadas que o constituem, os materiais e equipamentos para produção e aplicação.

3.1 Projeto

Desde a década de 1990, a importância da elaboração do projeto de revestimento de fachada para garantir a qualidade do trabalho já era destacada por diversos autores como: Sabbatini (1990), Melhado (1994), Medeiros e Sabbatini (1994), Bauer (1997) e Maciel e Melhado (1999).

Nesse período, o projeto de revestimento de fachada definia tipos de revestimento, especificava exigências para obtenção de padrões de qualidade e dispunha opções de argamassas a serem utilizadas. Além disso, discorria sobre técnicas adequadas para execução do revestimento, detalhes arquitetônicos e construtivos, bem como condições indicadas para o recebimento de material e especificações para iniciar os serviços (SABBATINI, 1990).

O conhecimento desses aspectos aumenta a eficiência e a qualidade do processo de produção da obra, pois influencia diretamente a facilidade de construir (MELHADO, 1994). A não elaboração do projeto pode contribuir para o surgimento de problemas nos revestimentos de fachada, como, por exemplo, fissuras, destacamento e umidade (MEDEIROS; SABBATINI, 1994). Esta informação também era corroborada por Bauer (1997), o qual afirmava que um dos motivos do aumento de manifestações patológicas em fachadas, era a inexistência de projeto.

No entanto, apenas no final da década de 1990 o projeto de revestimento de fachada recebeu maior atenção no Brasil (DORNELLES, 2004). Com a revisão da ABNT NBR 7200:1998, foram revistos os itens relacionados à execução do revestimento, de forma a abranger todas as suas etapas, como a programação do serviço, armazenamento dos materiais, produção da argamassa, preparação da base, aplicação da argamassa e acabamento do revestimento. Nesta Norma também são

estabelecidas algumas especificações que devem constar no projeto de execução do sistema de revestimento de argamassa, sendo elas os tipos de argamassa e respectivos parâmetros para definição dos traços, o número de camadas, a espessura de cada camada, o acabamento superficial e o tipo de revestimento decorativo.

Diante ao exposto, entende-se que a garantia da qualidade do trabalho, no que diz respeito ao processo de execução do revestimento de fachada, depende da elaboração de um projeto que antecede tal etapa (MACIEL; MELHADO, 1999). Os autores indicaram que o projeto é subdividido em duas categorias, sendo o projeto do produto um conjunto de elementos que caracterizam o produto a ser executado, e o projeto para produção, o qual consiste em um conjunto de informações que define todas as atividades necessárias para produzir um produto.

Entretanto, Medeiros e Sabbatini (1999) apontaram que era comum empresas considerarem somente aspectos estéticos, econômicos, facilidade de composição arquitetônica e disponibilidade de aquisição no mercado para definição do revestimento, motivo pelo qual dificilmente a escolha era baseada em critérios técnicos confiáveis.

Nos anos 2000, o impacto na racionalização construtiva e, conseqüentemente, na qualidade da produção do revestimento em função da implementação do projeto também foi abordada em anais de congressos, boletins técnicos e reportagens de revistas relacionadas à construção civil (DIOGO, 2007).

Em matéria publicada em 2002 pela revista *Téchne* (BARROS, 2002), por exemplo, a professora da Poli-USP Mercia M. S. Bottura de Barros aponta que problemas patológicos em revestimentos de argamassa poderiam ser evitados caso houvesse projeto específico contendo um adequado planejamento das ações a serem realizadas na obra.

Nesta época, as empresas de construção raramente contratavam ou desenvolviam projetos específicos sobre revestimento de fachadas (LEAL, 2003; SHIMIZU; BARROS; CARDOSO, 2005). Mesmo nas empresas que dispunham de projeto, geralmente não continham todos os itens imprescindíveis para a execução adequada do revestimento, abrangendo todo o processo de produção (LEAL, 2003). Geralmente, essa problemática também estava associada com a falta de acompanhamento e verificação se os itens previstos no projeto estavam sendo executados de forma apropriada (LEAL, 2003).

Em 2004, outra matéria também publicada pela revista *Téchne*, Nakamura (2004) indicava que havia uma tendência de aumento dos investimentos, por parte das construtoras, em projetos de revestimento de fachadas, visando à racionalização durante a prestação de serviços. Porém, a autora relatava que o projeto que contém somente a descrição dos detalhes construtivos não garante a qualidade do processo, uma vez que a fiscalização da obra é complexa, sendo difícil detectar possíveis imperícias em todas as etapas realizadas. A mesma matéria dispunha informações cedidas por Luiz Sérgio Franco, diretor da Arco e professor da Poli-USP, o qual afirmava que o suporte e treinamento do pessoal de campo precisa ser considerado no projeto de revestimento de fachadas, “é igualmente importante a orientação sobre ensaios e métodos para controle da qualidade e acompanhamento dos resultados junto com a construtora para que, se detectados problemas, possamos tomar as medidas necessárias”.

Outro fator importante a ser evidenciado é que o desenvolvimento do projeto deve ser iniciado logo após a entrega dos projetos preliminares da arquitetura, estrutura e vedação (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005). Esses mesmos autores defendem que nos casos em que o projeto é iniciado com a obra já em andamento, a interação do projetista de revestimento com os demais é praticamente nula. Conseqüentemente, o projetista de revestimento tende a aceitar todas as decisões tomadas pelos demais projetistas, aumentando, assim, o risco de desempenho insatisfatório (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Para Fábio Luiz Campora, diretor-executivo da Associação Brasileira de Argamassas Industrializadas (ABAI), a elaboração do projeto de revestimento junto as demais disciplinas seria a situação ideal, pois “Desse modo seria possível prever mudanças e adequações que facilitassem essa etapa construtiva e proporcionasse ganhos ainda maiores de produção, qualidade e desempenho” (CICHINELLI, 2010a).

Com o objetivo de esclarecer as necessidades essenciais para a elaboração de projetos coerentes, considerando todas as etapas e facilitando a comunicação entre fornecedores, projetistas e operários, a Universidade de São Paulo propôs, no final de 2006, a formação de um grupo de trabalho liderado por especialistas que conduzissem a elaboração dos escopos de projetos relacionados à produção de vedações verticais e de revestimentos de fachada, estes complementaram os

manuais de escopos de projetos elaborados para as demais especialidades (MANNESCHI, 2011).

Em 2009, um debate técnico desenvolvido pela revista Construção Mercado reuniu informações acerca da argamassa de revestimento. Na seção sobre o projeto, a professora da Poli-USP Mercia M. S. Bottura de Barros explicou que em muitas obras a base era definida anteriormente ao revestimento, implicando em possíveis problemas no revestimento, uma vez que o tipo de substrato sobre o qual o revestimento é aplicado influencia diretamente na qualidade do trabalho (MENDES, 2009). Além disso, nos dez anos que antecederam a data do debate, inúmeras patologias foram registradas no mercado de trabalho, demonstrando que a falta de projeto consistente pode gerar diversos reflexos negativos na obra, como afirmou o secretário-executivo da Associação Brasileira de Argamassa Industrializada (ABAI) Fábio Luiz Campora.

Sob a mesma perspectiva, em matéria publicada pela revista Técnica, Rocha (2011a) apontou que aproximadamente 90% das irregularidades encontradas em fachadas ocorriam por falhas no processo de execução, decorrentes da falta de informações detalhadas no projeto de revestimento.

Apesar dos inúmeros estudos evidenciando a importância do projeto, bem como os avanços na qualidade dos revestimentos de fachada, os problemas envolvendo projeto e execução do revestimento de fachada continuavam ocorrendo.

Em sua dissertação Siqueira (2014) apresentou um estudo de caso realizado em uma obra na cidade de São Paulo, envolvendo a execução de uma fachada que não possuía projeto de revestimento. A obra contava apenas com informações constantes no projeto arquitetônico e toda a especificação técnica era proposta pela equipe de engenharia da obra. Devido à ausência de projeto a obra enfrentou grandes dificuldades na execução da fachada, como replanejamentos e alterações de materiais, além dos riscos de perda da qualidade e atraso no cronograma.

Em matéria publicada pela revista AECweb no ano de 2016, a engenheira Fabiana Andrade Ribeiro, da FCH Consultoria e Projetos, mestre pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo apontou que apesar de não ter havido uma mudança radical com o passar dos anos, as grandes construtoras já adotam o projeto de revestimento de fachada como procedimento padrão em suas obras, reduzindo muitos problemas pós-obra (AECweb, 2016).

Segundo informações publicadas por Lima (2016) na revista *Téchne*, dentre as principais causas das patologias, ainda eram citados: a ausência do projeto ou insuficiência de detalhes, generalização das características estruturais e arquitetônicas da obra e falta de treinamento da mão de obra do canteiro.

Em 2017, outro debate técnico desenvolvido pela revista *Construção Mercado* reuniu representantes da indústria da construção para discutir sobre argamassas para revestimentos. Um dos trechos destacados pela revista o engenheiro civil e gerente de desenvolvimento técnico da Votorantim Cimentos Marcus Coimbra Israel indica que apesar das construtoras terem começado a adotar o projeto de fachada o número ainda é muito baixo (LIDICE-BÁ, 2017).

3.2 Sistema de revestimento de argamassa

Até o final da década de 1970, a técnica de produção utilizada no Brasil consistia na aplicação de três camadas distintas: chapisco, emboço e reboco, tendo cada uma delas sua função específica (CRESCENCIO; BARROS, 2013).

As mudanças ocorridas no cenário da construção civil brasileira nas décadas de 1980 e 1990, motivadas por fatores como a globalização, competição no mercado e maior exigência dos consumidores finais, e associadas à elevada demanda de produção com a diminuição dos recursos disponíveis, exigiram que as empresas construtoras reavaliassem seus custos de produção, o que provocou mudanças nas tecnologias construtivas associadas aos revestimentos de fachada (CRESCENCIO; BARROS, 2013).

Uma das mudanças foi a exigência de que as empresas construtoras dominassem todas as etapas do processo de produção, como projeto e execução dos edifícios. A busca por redução dos custos de produção exigiu também investimentos em inovações tecnológicas e organizacionais (CRESCENCIO; BARROS, 2013).

Assim, muitas empresas construtoras passaram a promover alterações no sistema de revestimento, visando diminuir ou até mesmo suprimir etapas de sua produção. Os revestimentos de argamassas que até então eram aplicados tradicionalmente em três camadas (chapisco, emboço e reboco), começaram a ceder espaço aos revestimentos de camada única, também denominados como “reboco ou emboço paulista”. Nesse sistema, a camada única substitui o reboco e o emboço, não

dispensando o chapisco e a pintura como acabamento decorativo (CRESCENCIO; BARROS, 2013).

A busca por novas tecnologias para racionalizar o processo produtivo trouxe ao Brasil, no final da década de 1990, o revestimento decorativo monocamada. De origem francesa, essa tecnologia foi desenvolvida incorporando diversos tipos de acabamento superficial, com pigmentos que eliminam a necessidade de pintura, alternativa essa que substitui o revestimento de camada única, permitindo suprimir mais uma etapa, consumir menos recursos e tempo de execução (CRESCENCIO; BARROS, 2013; CRESCENCIO et al., 2000).

No ano de 1999, algumas empresas paulistanas investiram no emprego da argamassa monocamada, a partir da importação do produto. No entanto, com a falta de conhecimento tecnológico, limitações do material empregado e mão de obra que não dominava a técnica construtiva, a nova tecnologia enfrentou muitos problemas patológicos, o que desmotivou sua divulgação em larga escala no mercado (CRESCENCIO; BARROS, 2013; CRESCENCIO et al., 2000).

No início dos anos 2000, algumas empresas brasileiras passaram a produzir a argamassa decorativa monocamada, inicialmente na cidade de São Paulo onde duas empresas comercializavam o material, e o produto foi novamente introduzido no mercado brasileiro (CRESCENCIO; BARROS, 2013; CRESCENCIO et al., 2000).

Por não ser normatizado até então, o revestimento com argamassa inorgânica decorativa monocamada seguia as recomendações do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) além de orientações de seus fabricantes para a sua aplicação (CARLOS, 2014).

Cabe ressaltar aqui a emissão da Referência Técnica 23 A para argamassa decorativa para revestimentos monocamada “Weber-pral classic” da empresa Weber Saint-Gobain, realizada em março de 2006 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo (CARLOS, 2014).

Em meados de 2012, o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT) elaborou os procedimentos necessários para avaliar tecnicamente o revestimento considerando suas características, requisitos e critérios de desempenho, bem como métodos avaliativos e controle de qualidade, estando descritos na Diretriz SINAT nº 006 (CARLOS, 2014). Posteriormente, recomendações dos fabricantes foram adicionadas no intuito de produzir o Documento de Avaliação Técnica (DATec).

Tendo em vista que a argamassa decorativa “Weber-pral classic” da empresa Weber Saint-Gobain era distribuída para toda a região sudeste do Brasil, novos ensaios e considerações foram propostas pela Diretriz SINAT nº 006, dispostas no DATec nº 019, publicado em outubro de 2013 (CARLOS, 2014).

Também em 2013, com objetivo de suprir necessidades de informações dessa nova tecnologia, foi lançado pela editora SENAI-SP o livro Tecnologia Construtiva de Revestimento Decorativo Monocamada, escrito pelas engenheiras civis Rosa Maria Crescencio e Mercia Maria S. Bottura de Barros. O livro é resultado de anos de pesquisa bibliográfica sobre o tema e visitas a canteiros de obras na cidade de São Paulo, que utilizaram ou utilizavam o Revestimento Decorativo Monocamada (RDM) nas suas fachadas. A publicação traz informações como: diretrizes para projeto, sequência com orientações para a execução do revestimento, os principais meios de controle da produção e procedimentos de conservação e manutenção preventiva.

Em dezembro de 2017, considerando a avaliação técnica do Instituto Falcão Bauer da Qualidade (IFBQ), foi concedido a empresa Argamont o DATec nº 33 para a argamassa decorativa “Top Revest H”.

Também em 2017 deu-se início ao projeto ABNT NBR 16648 (Argamassas inorgânicas decorativas para revestimento de edificações - Requisitos e métodos de ensaios), tendo sua publicação em abril de 2018. Essa norma dispõe condições imprescindíveis, como requisitos, critérios e métodos, para o uso e aplicação dos diversos tipos de argamassas técnicas decorativas, considerando a superfície a ser revestida.

3.3 Acabamento

Em 1995, a ABNT NBR 13529 já continha as definições dos tipos de acabamento da superfície, eles também constam na ABNT NBR 7200:1998, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Tipos de acabamentos para revestimentos tradicional e camada única.

Acabamento da superfície	Tratamento superficial no estado fresco
Desempenado	Executar o alisamento da superfície sarrafeada através da passagem da desempenadeira (desempoladeira)
Camurçado	Executar o alisamento da superfície desempenada com a passagem de esponja ou desempenadeira apropriada
Raspado	Executar o acabamento da superfície sarrafeada por meio de passagem de ferramenta denteada
Lavado	Executar o acabamento da superfície sarrafeada em argamassa preparada com agregado apropriado, através da lavagem com jato de água
Chapiscado	Executar o acabamento sobre a base de revestimento ou sobre o emboço por meio do lançamento de uma argamassa fluida, através de peneira de malha quadrada com abertura aproximada de 4,8 mm ou equipamento apropriado
Imitação travertino	Executar o acabamento da superfície recém-desempenada lançando com broxa a mesma argamassa de acabamento com consistência mais fluida. Aguardar o momento ideal para alisar a superfície com colher de pedreiro ou desempenadeira de aço, conservando parte dos sulcos ou cavidades provenientes do lançamento da argamassa fluida, a fim de conferir o aspecto do mármore travertino

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1995; 1998).

Embora muito tempo tenha se passado, a revisão da ABNT NBR 13529:2013 continuou dispondo os mesmos tipos de acabamento da superfície, apresentados no Quadro 1, utilizados no mercado. No entanto, os tipos de acabamento da superfície para o revestimento decorativo monocamada foram descritos com base no estudo realizado por Crescencio e Barros (2013), conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Tipos de acabamento para revestimento decorativo monocamada

Acabamento da superfície	Tratamento superficial no estado fresco
Raspado	Raspagem com régua metálica e remoção de material pulverulento com emprego de vassoura de pelo
Alisado	Executado com régua lisa e desempenadeira plástica
Chapiscado ou flocado	Equipamento de projeção
Travertino	Alisamento da camada de acabamento chapiscado ou flocado com desempenadeira metálica

Fonte: Crescencio; Barros (2013).

É importante ressaltar que, para melhor desempenho do revestimento decorativo monocamada, especialmente estanqueidade e durabilidade, pode ser necessário a aplicação do hidrofugante.

3.4 Produção de Argamassa

3.4.1 Argamassas

O Quadro 3 apresenta o histórico das Normas da ABNT relacionadas as argamassas e suas revisões.

Quadro 3 – Histórico da normatização técnica no segmento de argamassas (continua).

Norma	Publicação	Revisão			Título
NBR 7200	1982	1998	-	-	Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento
NBR 13276	1995	2002	2005	2016	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência
NBR 13277	1995	1999	2005	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água
NBR 13278	1995	2005	-	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado
NBR 13279	1995	2005	-	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência a tração na flexão e a compressão
NBR 13280	1995	2005	-	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido
NBR 13281	1995	2001	2005	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos
NBR 13528	1995	2010	-	-	Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência a tração
NBR 13529	1995	2013	-	-	Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia

Quadro 3 – Histórico da normatização técnica no segmento de argamassas (continuação).

Norma	Publicação	Revisão			Título
NBR 13530	1995	Cancelada e substituída pela NBR 13529:2013	-	-	Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Classificação
NBR 13749	1996	2013	-	-	Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação
NBR 15258	2005	-	-	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência potencial de aderência a tração
NBR 15630	2008	-	-	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica
NBR 15839	2010	-	-	-	Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos – Caracterização reológica pelo método squeeze-flow
NBR 16541	2016	-	-	-	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios
NBR 16648	2018	-	-	-	Argamassas inorgânicas decorativas para revestimento de edificações - Requisitos e métodos de ensaios

No final da década de 1970, surgiram no Brasil os primeiros estudos sobre argamassas dosadas em central, também denominadas como argamassas estabilizadas. Este fato ocorreu devido a queda no volume de concreto usinado, provocando uma crise no setor da Indústria da Construção Civil. Alguns anos mais tarde, com a estabilização da crise, esses estudos foram paralisados e a produção da argamassa dosada em central foi praticamente encerrada (NETO; DJANIKIANMAN, 1999; MANN NETO; ANDRADE; SOTO, 2010).

Na década de 1980 a argamassa estabilizada voltou ao mercado com boa aceitação da indústria de construção civil, mas ainda apresentava uma pequena porcentagem na sua utilização em comparação com o uso da argamassa preparada em obra (NETO; DJANIKIANMAN, 1999; MANN NETO; ANDRADE; SOTO, 2010).

As argamassas industrializadas tiveram seu uso disseminado no Brasil a partir dos anos de 1990, o que foi obtido tanto por investimentos das indústrias cimenteiras quanto pela necessidade de racionalização das construtoras (OLIVEIRA et al., 2015).

Estudos mostram que até o final dos anos de 1990 cerca de 95% das obras utilizavam argamassas produzidas em canteiro. Os outros 5% correspondiam a argamassas industrializadas (4%) e argamassas dosadas em central (1%) (NETO; DJANIKIAN, 1999).

Em 2001, a ABNT NBR 13281:1995 foi revisada de modo a abranger todos os tipos de argamassas de assentamento e revestimento, industrializada ou preparada em obra, dispondo requisitos de qualidade a serem seguidos durante sua produção e aplicação (NAKAKURA; CINCOTTO, 2004).

Em 2002, produtores de argamassa industrializada: Cimpor Brasil, Holcim, Lafarge Argamassas e Votomassa Argamassa da Votorantim se reuniram para discutir estratégias que ampliassem o mercado e divulgassem as argamassas industrializadas. No ano seguinte, constituiu-se a Associação Brasileira de Argamassa Industrializada (ABAI), entidade isenta de marca comercial, cujo objetivo é a divulgação, incentivo e orientação para utilização das argamassas industrializadas (ABAI, 2019).

Nesse mesmo contexto, em 2005 foi criado o Consórcio Setorial para Inovação de Revestimentos de Argamassas (CONSITRA). Constituído da união entre a indústria (Associação Brasileira de Argamassas Industrializadas - ABAI e Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP), o consumidor (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo - SINDUSCON-SP) e a academia (Escola Politécnica da USP e universidade Federal de Goiás), o consórcio surgiu para propor melhorias aos problemas recorrentes nos processos de produção das argamassas nas obras (FARIA, 2013).

Ainda em 2005, a ABNT NBR 13281:2001 foi atualizada, passando a substituir a edição de 2001, dispondo as características específicas dos tipos de argamassa e estabelecendo medidas mais criteriosas para sua aplicação. De maneira geral, as modificações aperfeiçoaram os métodos de ensaio das argamassas (ABNT NBR 13281: 2005).

Em análise feita pelo diretor-superintendente da empresa Pavmix, Auro Maurício Faccio Tavares, a utilização de argamassas industrializadas em 2009 representava apenas 5% do mercado, sendo reflexo da baixa difusão do produto e da

reduzida área de cobertura das poucas indústrias existentes no mercado, além de problemas com o transporte. No entanto, havia uma perspectiva de aumento em até 22% para o ano de 2010 (CICHINELLI, 2010a).

Alguns fornecedores de argamassas industrializadas, disponíveis no mercado no ano de 2010 estão listadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Argamassas disponíveis no mercado.

Argamassa	Fornecedor
Precon	Precon
Creativittá	Argamont
Mappiatto	Argamont
Pav Fin Argamassa	Pavmix
Megamix	Megamix
Matrix Revestimento de Fachada	Votorantim

Fonte: Adaptado de Cichinelli (2010b)

Anos mais tarde, em 2013, representantes do CONSITRA: Fabio Campora, Yorki Estefan e Vanderley John, se reuniram para a segunda fase do consórcio, o CONSITRA II. Segundo os representantes o objetivo da segunda fase seria resgatar os conhecimentos dos estudos relacionados ao processo de produção das argamassas adquiridos na primeira fase do consórcio e divulgá-los entre as construtoras, que pouco participaram na primeira fase, visando a padronização dos procedimentos de execução de serviços e a implantação da mecanização do processo (FARIA, 2013).

Com a disseminação de produtos e equipamentos no mercado, como argamassas industrializadas e equipamentos mecânicos de projeção, a NBR 13529:1995 passou por revisão em 2013. A revisão almejava, segundo Fábio Campora, diretor executivo da ABAI e coordenador da comissão de estudos da ABNT para normas de argamassas, padronizar a comunicação entre empresas fabricantes de argamassas e profissionais da construção civil, bem como fornecer descrições de materiais técnicos, produções acadêmicas e projetos de obra (MAPA DA OBRA, 2014).

Embora a demanda pela argamassa industrializada tenha aumentado até 2013, os principais obstáculos para difusão de seu uso estavam associados ao sistema de mecanização dos processos por meio de equipamentos que favoreçam o

custo/benefício, e da especialização das empresas em revestimentos de fachada. Para a professora da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli-USP) Mercia Maria Bottura De Barros “A indústria tem desenvolvido argamassas mais dedicadas, específicas para condições ambientais de diversas regiões. Mas não é uma evolução considerável porque ainda enfrentamos um gargalo na mecanização desse processo, o que trava o desenvolvimento de novas argamassas industrializadas” (GIRIBOLA, 2013).

Em 2017, um debate técnico realizado pela revista Construção Mercado destacou a grande redução na venda de argamassas industrializadas nos anos antecedentes. Os engenheiros civis entrevistados, representantes da Sto Brasil, Votorantim Cimentos e Weber Saint-Gobain, apontaram que a crise no mercado econômico influenciava as empresas a desenvolverem novas tecnologias para reduzir as patologias no revestimento de fachada, mas, sobretudo, procuravam novos conhecimentos e discutiam possibilidades para solucionar os problemas efetivamente (LIDICE-BÁ, 2017).

3.4.2 Alternativas para o Preparo da Argamassa

No final da década de 1990, Massetto et al. (1998) já discorriam sobre alternativas tecnológicas encontradas no mercado para racionalização da produção. Os autores citam as argamassas ensacadas, argamassas fornecidas em caminhões-betoneira e argamassas fornecidas em silos, esta última podendo ser fornecida em “via seca” ou “via úmida”.

Em 2002, a Comunidade da Construção (2002) apresentou os mesmos sistemas de produção, além do sistema de argamassa preparada no canteiro.

Abaixo são apresentados, alguns exemplos e modelos que podem ser aplicados para essas diferentes etapas. Estas etapas estão relacionadas aos meios pelos quais os materiais são transportados do ambiente externo até o canteiro de obras, bem como de suas matérias-primas, armazenamento e modo de preparo, além do deslocamento interno da argamassa até o local de aplicação.

3.4.2.1 Argamassa preparada no canteiro

Trata-se de um sistema tradicional, no qual os materiais são recebidos separadamente, tais como agregados, cimento e cal (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2002).

O transporte do material até o local de armazenagem pode ser feito manualmente e/ou com auxílio de carinho ou jericá. Também podem ser citados como alternativas aos meios de transporte de argamassa o estudo apresentado por Costa (2005), o qual realizou a instalação de uma central de argamassa no subsolo da edificação, local em que também foram armazenados os materiais destinados à produção da argamassa, e de um elevador de obras partindo desse pavimento. O transporte da areia até o subsolo ocorreu por meio de uma abertura feita na laje, excluindo transporte adicional (Figura 4).

Figura 4 – Descarregamento da areia direto no subsolo: (a) descarregamento da areia; (b) abertura no subsolo



Fonte: Costa (2005)

A princípio, o armazenamento dos agregados deve ser realizado em baias com piso cimentados e separadas por tipo de material. O cimento e a cal devem ser armazenados sobre pallets em local protegido de intempéries (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2002).

Em sua dissertação Diogo (2007), apresentou estudos de caso com a argamassa preparada no canteiro, onde o armazenamento dos materiais foi realizado próximo a central de produção (Figura 5).

Figura 5 – Estoque de materiais no térreo: (a) cimento e cal: (b) areia



Fonte: Diogo (2007)

A produção é resumida em misturar mecanicamente os constituintes, em uma betoneira, misturador ou argamassadeira, com sequência e tempo previamente determinados. A mistura da argamassa pode ser realizada em uma central de produção, sendo responsável pela distribuição a todos os pavimentos da obra, ou no local de aplicação empregando a argamassadeira, dispensando o transporte vertical (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; MACIEL; MELHADO, 1999; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006; BAIA; SABBATINI, 2008).

No caso das argamassas preparadas no pavimento, a distribuição tem início com a transferência da argamassa do misturador para a masseira, compartimento onde fica armazenada até ser retirada com o auxílio de latas e transferida para caixotes que ficam próximos ao trabalhador, estando pronta para o uso (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006). No estudo apresentado por Diogo (2007), a mistura dos materiais foi realizada em uma betoneira localizada no térreo (Figura 6).

Figura 6 – Estoque materiais e betoneira no térreo: (a) cimento e cal: (b) argamassadeira



Fonte: Diogo (2007)

O transporte da argamassa pronta, no caso da utilização de uma central, tem início com a transferência da argamassa da betoneira para o carrinho de mão ou jérica, equipamentos utilizados para o transporte horizontal. Esse tipo de transporte pode ser prejudicial ao revestimento, devido as vibrações e impactos sofridos ao longo do trajeto percorrido pelo carrinho com argamassa no estado fresco. Os agregados miúdos podem acabar se sedimentando ao fundo do carrinho e a água formando uma película na superfície da mistura (THOMAS, 2012).

Ao chegar no pavimento desejado, a argamassa é despejada na masseira, compartimento onde fica armazenada até ser retirada com o auxílio de latas, baldes ou pás (Figura 7), sendo transferida para os balancins (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Figura 7 – Transporte da argamassa pronta e abastecimento dos balancins



Fonte: Thomas (2012)

Para o transporte vertical, pode-se utilizar o elevador, grua ou guincho de coluna (MACIEL; MELHADO, 1999; BAIA; SABBATINI, 2008). A utilização do guincho de coluna envolve a transferência da argamassa de uma masseira até o caixote de massa do pedreiro, otimizando assim o transporte por evitar o uso do elevador que pode causar interferência com o transporte de outros materiais (MACIEL; MELHADO, 1999; COSTA, 2005; DIOGO, 2007)

Outra alternativa, é o transporte de argamassa por gravidade, utilizando funis metálicos e dutos flexíveis (Figura 8). A argamassa é colocada no funil no ponto de abastecimento e através dos dutos é transportada até o local de aplicação, onde o pedreiro direciona o duto para a sua caixa. Esse sistema reduz o uso dos principais equipamentos de transporte vertical (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006; THOMAS, 2012).

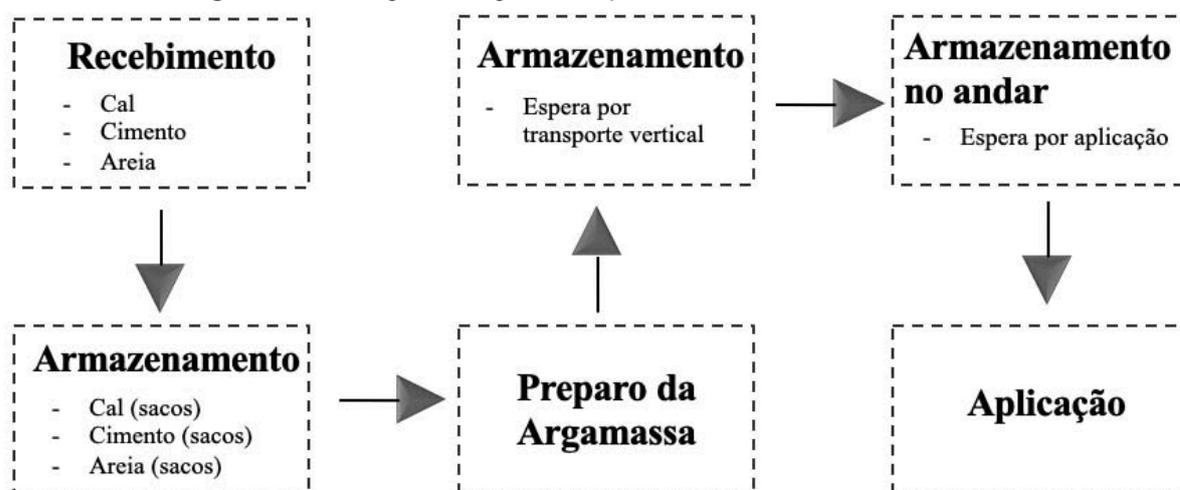
Figura 8 – Transporte da argamassa por gravidade: (a) funil metálico; (b) duto flexível



Fonte: Thomas (2012)

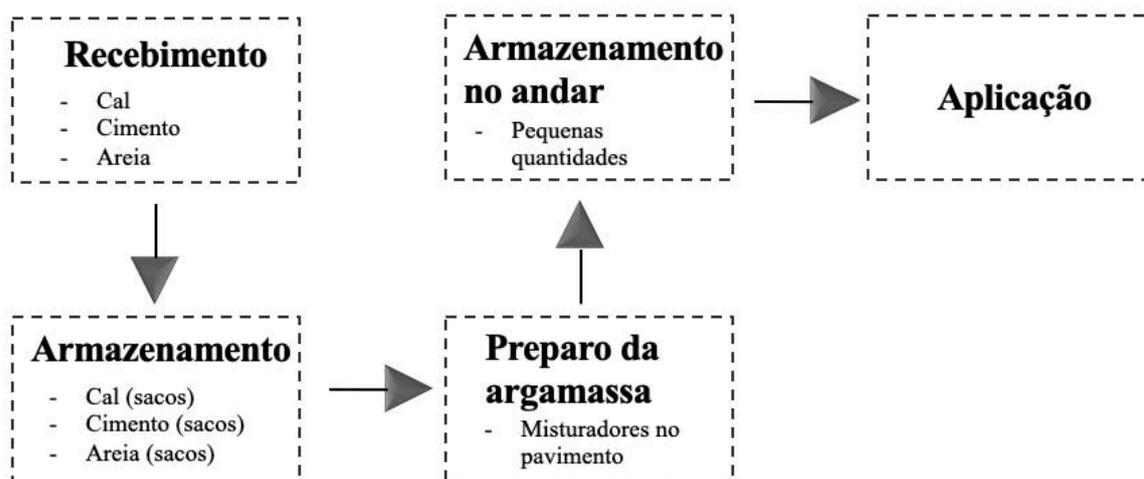
De forma geral, esse sistema é pouco eficiente no que diz respeito ao fluxo dos materiais, podendo gerar interferências, adiantamentos ou atrasos em relação à necessidade da argamassa no local de aplicação. As Figuras 9 e 10 apresentam um fluxograma desses processos.

Figura 9 – Fluxograma argamassa produzida em obra – central única



Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002).

Figura 10 – Fluxograma argamassa produzida em obra – preparada no pavimento



Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002).

3.4.2.2 Argamassa preparada em central

O sistema de argamassa preparada em central, comumente denominada argamassa estabilizada, é dosada em centrais especializadas e fornecida aos canteiros através de caminhão betoneira (Figura 11), pronta para o uso, sendo necessário providenciar apenas um recipiente ou masseira para o recebimento e armazenamento provisório da argamassa (Figura 12). Esse fator elimina a necessidade de uma central de preparo de argamassa e área de estocagem de materiais na obra (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

Figura 11 – Fornecimento argamassa estabilizada através caminhão betoneira



Fonte: Cimento Montes Claros (2018).

Figura 12 – Masseuria inferior



Fonte: Comunidade da Construção (2006).

A partir daí trata-se do mesmo sistema que o anterior. Portanto, também é possível ocorrer congestionamento quando o carrinho de mão, padiolas ou jericas forem adotados ou ser evitado quando se utiliza o bombeamento da argamassa até o local de aplicação. A Figura 13 apresenta um fluxograma desse processo.

Figura 13 – Fluxograma argamassa estabilizada



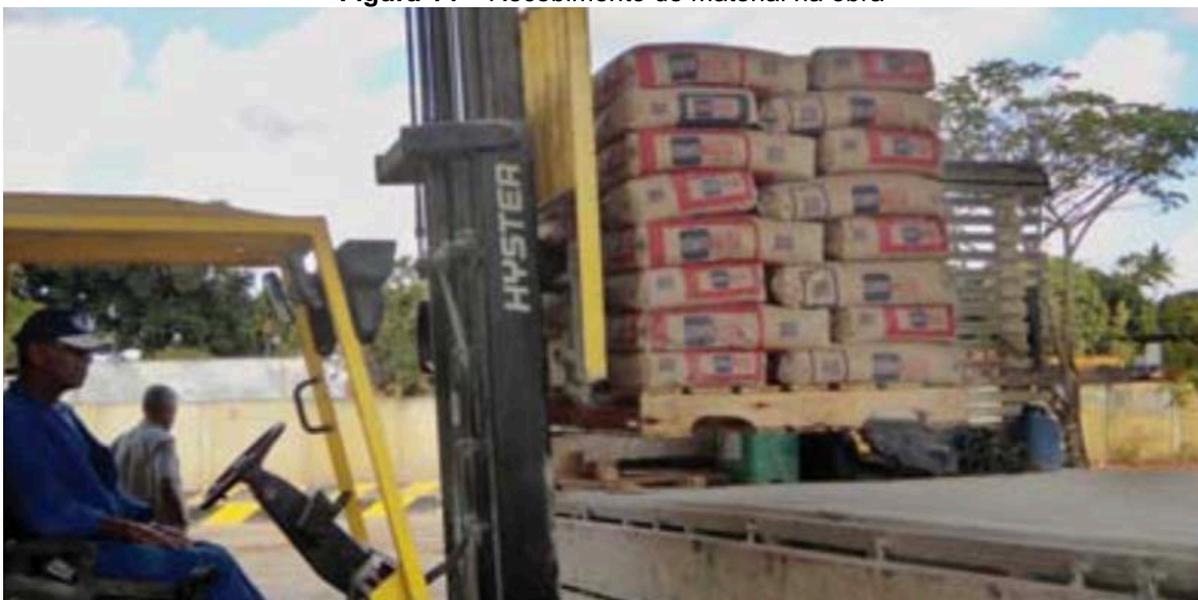
Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002)

3.4.2.3 Argamassa industrializada ensacada

O sistema de argamassa industrializada é composto por agregados, aglomerantes e aditivos, sendo produzida em indústrias e fornecida aos canteiros ensacada (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

A logística de transporte dos sacos no canteiro será diretamente influenciada pelo local de armazenamento. A princípio, quando a argamassa é entregue em sacos soltos, o transporte até o local de armazenagem é feito manualmente, e nos casos em que os sacos são entregues em pallets (Figura 14), empilhadeiras ou guas podem ser utilizadas (ZANELATTO, 2012).

Figura 14 – Recebimento de material na obra



Fonte: Comunidade da Construção (2012)

A argamassa ensacada pode ser armazenada na base da obra, ou de uma maneira mais racional, pode-se armazená-la nos pavimentos de utilização

(MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006). O armazenamento deve ser realizado em local que não contenha umidade, seja protegido da ação de intempéries e não tenha contato direto com paredes e pisos (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006). A Figura 15 ilustra o estoque argamassa ensacada no pavimento térreo e no pavimento onde será realizado o preparo, ambos sobre pallets.

Figura 15 – Estoque argamassa industrializada: (a) estoque no térreo: (b) estoque no pavimento



Fonte: Thomas (2012)

O preparo da argamassa (Figura 16) pode ser feito em uma única central, na qual realiza-se a dosagem de água manualmente ou através de misturadores alocados no pavimento concomitantemente ao momento da aplicação (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; MACIEL; MELHADO, 1999; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006).

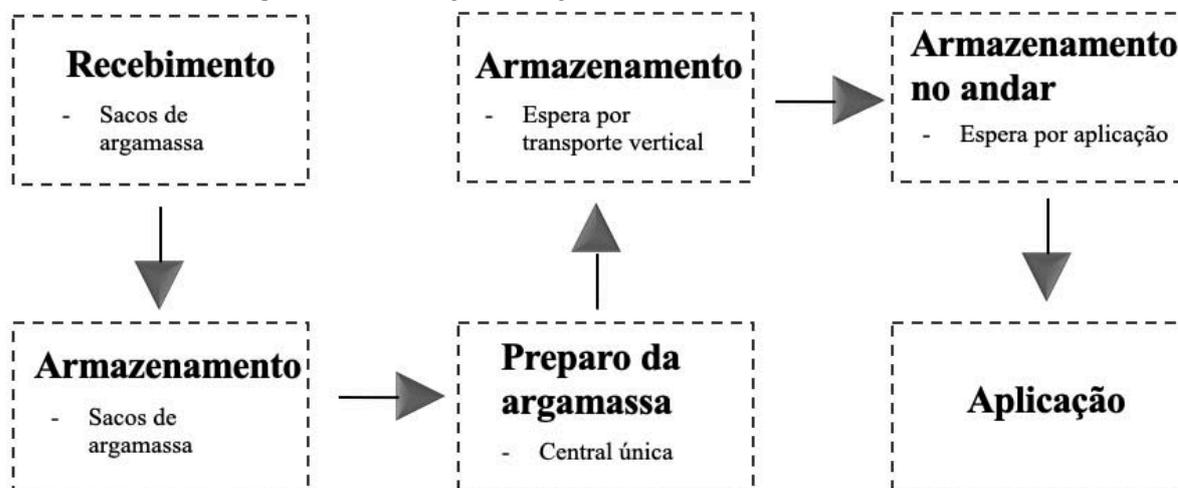
Figura 16 – Preparo da argamassa industrializada: (a) mistura manual da argamassa: (b) mistura no pavimento com argamassadeira, com estoque no pavimento



Fonte: Diogo (2007)

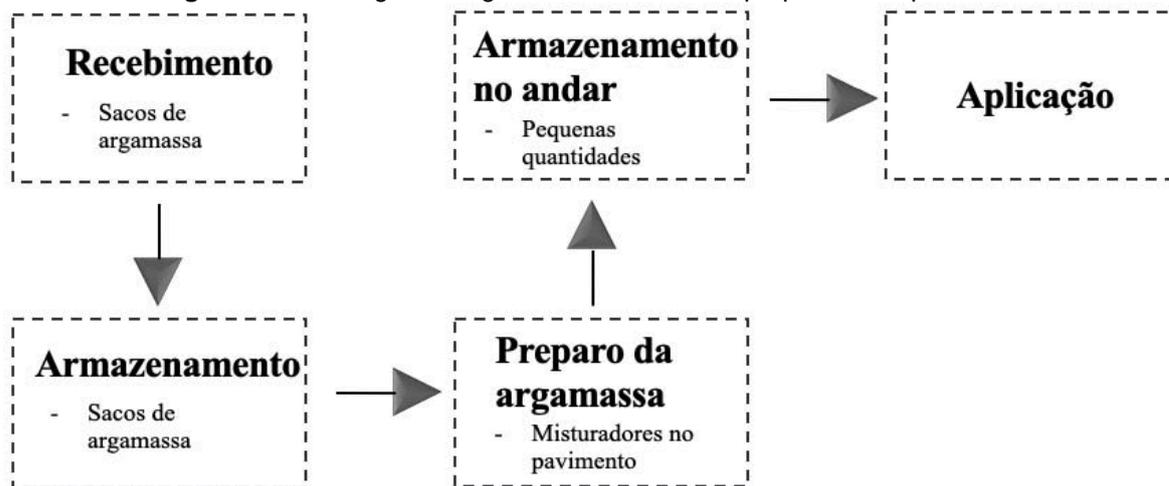
No caso da argamassa industrializada preparada em uma única central ou no pavimento, o transporte até o local de uso é o mesmo utilizado para as argamassas preparadas em canteiro. As figuras 17 e 18 apresentam um fluxograma desses processos.

Figura 17 – Fluxograma argamassa ensacada – central única



Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002)

Figura 18 – Fluxograma argamassa ensacada – preparada no pavimento



Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002).

3.4.2.4 Argamassa industrializada em silos

De forma similar, a produção da argamassa nesse sistema é realizada por indústrias especializadas, sendo diferente somente porque o produto final é armazenado em silos metálicos que serão transportados por caminhões até o canteiro. Na obra, estes silos devem permanecer posicionados de maneira que sua

substituição ou abastecimento seja facilitada (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006). Para locação do silo faz-se necessário uma base de concreto que deve conter infraestrutura elétrica e hidráulica suficiente para receber as cargas necessárias (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005). A adição da água e misturas precisa ser realizada no canteiro, sendo conhecidos dois sistemas:

a) O primeiro, denominado transporte via seca (Figura 19), consiste na utilização de uma bomba de ar alimentada por compressores que impulsiona a argamassa seca, com o auxílio de mangueiras, do caminhão graneleiro até o silo e do silo até o ponto de preparo, momento em que a água é adicionada em um misturador. Sobre os misturadores contínuos acopla-se um conjunto de filtros que alimenta uma moega, sistema esse responsável por expulsar o ar utilizado para transportar a argamassa seca e controlar o nível de argamassa no interior do misturador. Em casos nos quais as distâncias verticais ou horizontais são consideravelmente grandes, opta-se pelo uso de dois compressores que atuam concomitantemente, reduzindo o tempo do transporte (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006; BAIA; SABBATINI, 2008).

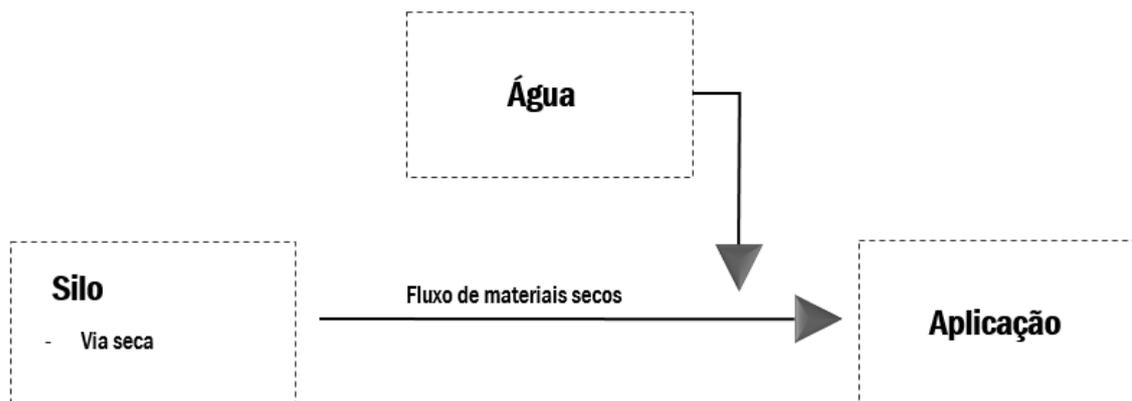
Figura 19 – Silo com transporte via seca



Fonte: Thomas (2012)

Por não utilizar o sistema convencional de transporte, o processo de transporte é agilizado. A Figura 20 apresenta um fluxograma desse processo.

Figura 20 – Fluxograma argamassa em silo – via seca



Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002)

b) O segundo, denominado transporte via úmida (Figura 21), requer a mistura de água já na boca do silo. O transporte, neste caso, ocorre por meio de bombas de pistão com a argamassa úmida, e os materiais como cimento, agregados, aglomerantes e água são misturados na saída do silo. A bomba de projeção, por sua vez, é utilizada para bombear a argamassa pronta até o local de aplicação (MASSETTO; BARROS; SABBATINI, 1998; COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2006; BAIA; SABBATINI, 2008).

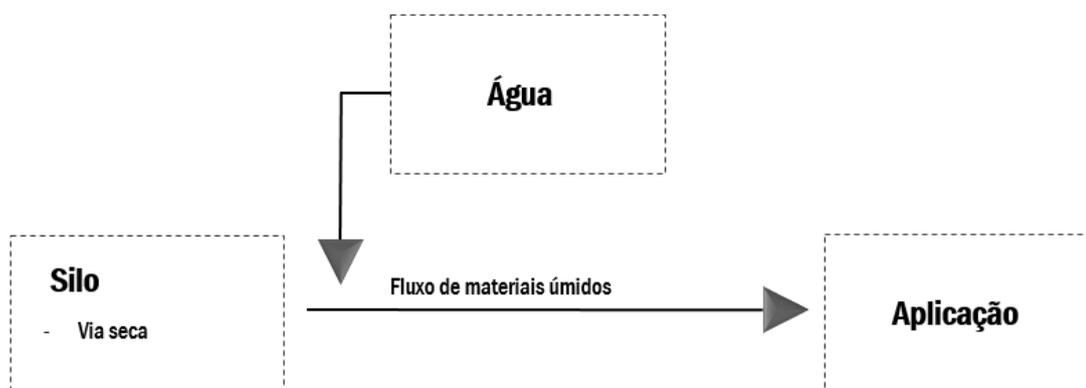
Figura 21 – Silo com transporte via úmida



Fonte: Mega Mix Argamassas (s/d)

Por não utilizar o sistema convencional de transporte, o processo de transporte é agilizado. A Figura 22 apresenta um fluxograma desse processo.

Figura 22 – Fluxograma argamassa em silo – via úmida



Fonte: adaptado de Comunidade da Construção (2002)

Em sua dissertação de mestrado, Zanellato (2012) apresenta, através de um estudo de caso, os meios de transporte utilizados por empresas da cidade de São Paulo. A autora visitou cinco canteiros, dos quais quatro utilizavam o sistema de bombeamento direto dos silos até os misturadores como forma de transporte para argamassa seca, e todos os cinco empregavam o bombeamento da argamassa pré-misturada à água para o transporte via úmida, demonstrando uma tendência de mecanização do processo de transporte visando a implementação de tecnologias no canteiro de obras.

3.5 Execução do Revestimento

3.5.1 Plataformas de trabalho

Dentre os principais equipamentos utilizados no final da década de 1990, podem ser citados o balancim, cujo movimento é realizado manualmente ou com motor e o andaime fachadeiro. No primeiro caso, o desempenho do trabalho pode ser influenciado pela dificuldade na movimentação de subida e descida, enquanto o balancim motorizado reduz o tempo na movimentação ao longo da fachada. No caso do andaime fachadeiro, há maior facilidade na observação das etapas de execução dos intervalos entre as atividades, além de dispender menor esforço e tempo, uma vez que não são necessários deslocamentos adicionais (MACIEL; BARROS;

SABBATINI, 1998). Segundo Massetto et al. (1998), até o final da década havia uma predominância da utilização de balancins manuais nas obras.

Geralmente, os balancins manuais de pequenas dimensões restringem o acesso do pedreiro, limitam a movimentação do equipamento (descida ou subida para outro andar) e, conseqüentemente, pioram a produtividade do serviço. Balancins elétricos (Figura 23), por sua vez, permitem a movimentação rápida e sem desgaste do operário e suas dimensões podem ser mais amplas, fomentando a exploração do potencial da mão de obra e da própria tecnologia de projeção. De forma semelhante, os andaimes fachadeiros (Figura 24) favorecem o amplo acesso à área da fachada a ser revestida (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2000).

Figura 23 – Balancim elétrico



Fonte: Rocha (2011a)

Figura 24 – Andaime fachadeiro



Fonte: Coelho (2010)

Para o professor da Poli-USP e diretor da Produtime Ubiraci Espinelli, o andaime fachadeiro possui maior vantagem quando o seu tempo de utilização na obra não é muito longo. Segundo o professor "Se o edifício é muito alto, a estrutura montada no primeiro andar pode ficar ociosa muito tempo, o que eleva o custo de locação. Nesse caso, o balancim torna-se a melhor opção." (COELHO, 2010).

Em 2010 chega ao mercado brasileiro mais uma opção nesse segmento, as plataformas cremalheiras (Figura 25), podendo substituir os andaimes manuais e elétricos, além de desmobilizar o uso de equipamentos para o transporte vertical de materiais, como guinchos e elevadores de obra (ROCHA, 2011c).

Figura 25 – Plataforma cremalheira



Fonte: Coelho (2010)

No final de 2010, um teste comparando a produtividade entre o novo equipamento com o balancim manual foi realizado pela construtora Hotchief, em uma obra comercial na cidade de São Bernardo do Campo, onde foi constatado pela construtora uma redução de 48% no tempo de execução do revestimento externo. Segundo Paulo Bocchile, gerente da obra "A princípio, a plataforma cremalheira tem um custo maior do que o balancim, mas ela é bem mais produtiva, além de trazer mais segurança que um balancim. A plataforma dá mais tranquilidade, porque em uma obra dessa altura, os ventos fortes provocam uma situação de incômodo para o colaborador que está dentro do balancim, e a plataforma, que é travada nas duas pontas, não se movimenta. Outro fato é que o equipamento se desloca rapidamente, por meio de controles eletrônicos, então é mais fácil e menos cansativo para o colaborador" (ROCHA, 2011c).

Até 2011 equipamentos pesados tipo “catraca” com balancim montado no canteiro eram bastante utilizados. Após a revisão na Norma Regulamentadora nº. 18 (NR-18) a Secretária da Inspeção do Trabalho, passou a exigir projetos de andaimes dos tipos fachadeiros, suspensos e em balanço elaborado por profissional legalmente habilitado, não podendo mais serem improvisados (LIMA, 2016).

Em matéria publicada pela revista *Téchne*, no ano de 2011, a gerente geral de obras da Gafisa Fernanda Marmo, declara algumas vantagens do uso do balancim elétrico, como maior mobilidade do operário para executar o trabalho, uma vez que a extensão do mesmo pode chegar a 12 m de extensão, enquanto os balancins manuais chegam a 8 m, facilidade de operação do equipamento sem desgaste do operário, além de maior facilidade na montagem.

3.5.2 Técnica de aplicação

No Brasil, a primeira tentativa de introdução de equipamentos de projeção de argamassas ocorreu na década de 1970 e, no decorrer dos anos, a utilização do revestimento de argamassa em fachadas de edifícios com diferentes técnicas de aplicação e materiais se estabeleceu como uma prática tradicional (CRESCENCIO; BARROS, 2013; CRESCENCIO et al., 2000).

Desde as décadas de 1980 e 1990, melhorias consideráveis vêm sendo implementadas nos canteiros de obras em relação ao processo de produção de revestimento de argamassa, culminando em transformações que promovem a industrialização e mecanização das técnicas de aplicação (GAMA JÚNIOR, 2013; ZANELATO, 2012). Destaca-se aqui a substituição do lançamento manual de argamassa pela projeção mecânica (BOCCHILE, 2002; CICHINELLI, 2010a; PARAVISI et al., 2007; PARAVISI et al., 2009; SILVA, 2006). A colher de pedreiro, por exemplo, utilizada tradicionalmente para aplicação tendeu a ser substituída nos canteiros de obras por equipamentos que projetassem a argamassa (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012). A Figura 26 apresenta a técnica de aplicação manual e mecânica.

Figura 26 – Técnica de aplicação da argamassa: (a) manual: (b) mecânica



Fonte: Rocha (2011c)

Considerando que a qualidade e produtividade da aplicação manual do revestimento depende intrinsecamente da mão de obra, em muitos casos esse processo torna-se um gargalo, aumentando os índices de perdas durante as obras e refletindo no prazo de execução (PARAVISI et al., 2009). A mecanização, produção e aplicação das argamassas permitem o aumento nos valores de resistência de aderência em aproximadamente 50% em comparação com a aplicação manual, além de minimizar a variabilidade dos resultados finais obtidos (ANTUNES; JOHN, 2007; DUIABILE; CAVANI; OLIVEIRA, 2005; FERNANDES; JOHN, 2007).

Face ao exposto, e considerando a crescente exigência por inovações tecnológicas (CRESCENCIO; BARROS, 2013), algumas construtoras implementaram a “canequinha”, ou projeção por spray (Figura 27), como alternativa viável nas obras (CRESCENCIO et al., 2000; FERNANDES, 2010). Historicamente, o sistema em questão foi introduzido no mercado brasileiro por volta de 1990 (FERNANDES, 2010) e, a partir de então, sua utilização ganhou notabilidade, gerando crescente aceitação nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro devido ao baixo investimento requerido, manuseio simples e, essencialmente, por não restringirem a aplicação de argamassas produzidas nos canteiros de obra (FERNANDES; JOHN, 2007). O sistema de projeção por spray tem sido amplamente empregado nas construções, dado que se obtém melhorias na aplicação da argamassa, na estrutura dos revestimentos e, por conseguinte, redução da variabilidade nos resultados (ANTUNES; JOHN, 2007; FERNANDES; JOHN, 2007).

Figura 27 – Projeter por spray com recipiente acoplado – canequinha



Fonte: Cichinelli (2010b)

Em 2009, a busca de produtividade direcionou a escolha dos sistemas e, especificamente na questão do revestimento, a produtividade também regeu o fator determinante para que a mecanização da argamassa projetada fosse difundida em meio aos espaços de construção dos edifícios (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2012).

Apesar das diversas mudanças ocorridas no cenário da construção civil brasileira, relacionadas principalmente à elevada demanda de produção com a diminuição de recursos disponíveis (CRESCENCIO; BARROS, 2013), a utilização de sistema com bombas de projeção, por exemplo, não era altamente difundida no Brasil (CICHINELLI, 2010a; SILVA, 2006) em comparação com outros países (AUSTIN, ROBINS; GOODIER, 2002). Os locais de maior concentração de uso de equipamentos para bombeamento das argamassas até 2009 eram Salvador, Curitiba, Brasília e Porto Alegre (PARAVISI et al., 2009).

Em 2010, com a escassez da mão de obra qualificada, o uso de projetores mecânicos de argamassas ganhou maior visibilidade entre as construtoras. Naquela época, o spray de ar comprimido com recipiente acoplado “canequinha” era o equipamento mais utilizado pelas construtoras na cidade de São Paulo, uma vez que, de acordo com o engenheiro de obra da Tarjab, Anderson Silva, isso ocorria pelo fato de o sistema permitir o uso de argamassas produzidas em canteiro (CICHINELLI, 2010a).

Além disso, ainda em 2010, a edição 158 da revista *Téchne* abordou as vantagens da projeção de argamassas, seja por bombas de projeção ou canequinha (CICHINELLI, 2010b). Segundo o professor-doutor da Escola Politécnica de São Paulo, Paulo Pileggi, a projeção favorece a compactação da argamassa sobre o substrato, pois reduz a quantidade de ar na mistura e permite a melhor acomodação dos grânulos lançados.

Apesar do avanço tecnológico, poucas empresas forneciam os equipamentos supracitados no Brasil até 2010 (CICHINELLI, 2010b). No Quadro 5 são apresentados os equipamentos disponíveis no mercado nesse período.

Quadro 5 – Equipamentos de projeção fornecidos pelas empresas até o ano de 2010

Equipamento	Empresa	Definição
Betomaq BC25+M80	Betomaq	Projektor de argamassa, composto por misturador e compressor de ar integrado
Anvi-Jet	Anvi	Projektor de argamassa utilizando pistola caneca
AnviSpray	Anvi	Projektor de argamassa utilizando pistola caneca
MAI02 JOB	Balke	Misturadora e projektor de argamassa

Fonte: Cichinelli (2010b).

Em 2011, a Comunidade da Construção, composta por entidades e empresas do setor de construção civil, elaborou o projeto Argamassa Projetada, cujo objetivo era reunir fornecedores de argamassa e equipamentos que se responsabilizariam por fomentar a utilização da canequinha. A partir dessa iniciativa, criou-se o Manual de Argamassa Projetada, que gerou posteriormente uma ação colaborativa entre a comunidade, visando integrar os agentes da cadeia de produção e implementar ações, compartilhar recursos, conhecimentos e energia durante as etapas do trabalho.

Ainda em 2011, a realização do I Fórum de Argamassa Projetada em São Paulo, envolveu diversas discussões e contribuiu para a compreensão dos principais gargalos recorrentes no sistema tradicional de revestimento. Uma das pesquisas apresentadas durante o fórum demonstrou que a cultura de cada empresa influenciava e/ou determinava a escolha dos sistemas construtivos no ano de 2006.

Até o ano de 2017, o sistema de execução de revestimento externo com argamassa industrializada e projeção mecânica contínua com bombas helicoidais ainda não era muito utilizado pelas construtoras brasileiras, o que dificulta a obtenção de dados confiáveis acerca de seu potencial de ganho de produtividade, redução de perdas e diminuição de contingente de mão de obra. Conseqüentemente, a ausência de parâmetros confiáveis dificulta a adoção de novas tecnologias pelas construtoras, pois aumenta significativamente o risco de problemas durante a execução, o que também dificulta a evolução tecnológica dos processos de revestimento de fachada (ASANO; BARROS, 2017).

Contudo, de forma geral, a incorporação dos revestimentos de argamassas industrializadas, bem como a modificação das técnicas de produção referentes a sua

aplicação, aprimorou a velocidade do trabalho das equipes e, conseqüentemente, contribuiu para redução nas perdas de materiais (ASANO, 2016; CINCOTTO; SILVA; CASCUDO, 1995; FARAH, 1992; SABBATINI, 1990).

3.5.3 Sequência de execução

A sequência de aplicação do revestimento de fachada envolve uma série de etapas, desde a preparação da base até a execução dos detalhes construtivos (BAÍA; SABBATINI, 2008). A execução dessas etapas está ligada a movimentação da plataforma de trabalho utilizada, sendo dividida em subidas e descidas do serviço (CEOTTO; BANDUK; NAKAKURA, 2005; BAÍA; SABBATINI, 2008).

As etapas dessa sequência estão descritas a seguir com base em informações extraídas de Ceotto, Banduk e Nakakura (2005).

Primeira subida – etapa que consiste na realização dos serviços de preparo da base e fixação da alvenaria.

1. Preparo da base do revestimento (limpeza e reparo das bases) – etapa crucial para proporcionar correta absorção e aderência do revestimento. A aderência está associada com o grau de absorção da base, a qual permite a microancoragem, e com a rugosidade superficial, que, por sua vez, auxilia na macroancoragem.

2. Fixação da alvenaria – utilizando-se argamassa cimentícia específica, realiza-se a fixação da alvenaria às vigas e lajes. Vazios e rebarbas devem ser reparados a fim de preencher completamente a abertura;

a) Estrutura de concreto – a fim de evitar patologias, recomenda-se a escovação enérgica da superfície, utilizando escovas com cerdas de aço, e, caso possível, realizar esse processo com auxílio de equipamentos mecanizados. Ao final desse processo, as rebarbas, pontas de ferro, nichos e orifícios oriundos dos tirantes devem ter sido removidos. A superfície do concreto deve conter, então, poros abertos, adquirindo aspecto áspero, o que potencializa a micro e macroancoragens.

b) Alvenaria de bloco cerâmico ou blocos de concreto – a princípio, os blocos utilizados para estruturar a alvenaria devem conter superfície áspera, sendo necessário limpá-los caso possuam algum tipo de contaminação ou impregnação. Para reparação dos buracos, utiliza-se a argamassa de revestimento, retirando rebarbas com auxílio de colher de pedreiro ou talhadeira e marreta leve. O surgimento

de possíveis fissuras nos blocos ou na argamassa de assentamento deve ser reforçado com telas previamente indicadas no projeto.

Primeira descida – etapa que consiste na realização do mapeamento, lavagem e inspeção das bases (alvenaria e estrutura) e chapiscamento.

1. Mapeamento – etapa realizada para obtenção das distâncias entre os arames e a fachada em determinados pontos nas vigas, alvenarias e pilares, definindo a espessura do revestimento. Para definição do posicionamento dos arames, define-se a seguinte sequência:

- a) Identificação dos eixos da estrutura na platibanda;
- b) Definir previamente o afastamento inicial dos arames em relação às platibandas;
- c) Geralmente, dois arames devem ser posicionados em cada lado das quinas, distanciadas de 10 a 15 cm. Além disso, posicionam-se dois arames nas laterais das janelas;
- d) O afastamento entre os arames não deve ultrapassar o comprimento das régua utilizadas no sarrafeamento;
- e) Os valores das espessuras realizadas entre o arame e as bases devem ser repassados ao projetista. Este, será responsável por determinar as espessuras correspondentes para o revestimento, bem como indicar ajustes e locais que necessitam de reforços.

2. Lavagem da base – realização de limpeza das bases (estrutura e alvenaria), utilizando escova de nylon/piaçava, e lavagem por hidrojateamento durante a descida do balancim, de modo a evitar a contaminação das superfícies superiores já lavadas.

3. Chapiscamento – é imprescindível que a forma de aplicação, espessura e ferramentas já tenham sido previamente definidas e explicadas durante os treinamentos dos operários. Possíveis correções devem ser feitas pelo projetista e pelo fabricante do chapisco. De maneira geral, os chapiscos utilizados são diferentes para cada tipo de base, sendo importante verificar o nível de umidade das bases para aplicar adequadamente cada tipo de chapisco. É recomendável que o chapisco passe por um processo de cura úmida, utilizando-se equipamento de aspersão de água no balancim para criação de uma névoa de água.

Segunda Subida – etapa que consiste na realização da inspeção dos chapiscos, taliscamento e primeira cheia.

1. Taliscamento – realizado com a utilização de cacos de cerâmica ou azulejo de 5 cm x 5 cm, fixados com a argamassa do revestimento, denominadas taliscas. As taliscas devem ser executadas em toda a extensão da fachada, sendo alinhadas com os arames e contendo espaçamento que respeite o alcance da régua de sarrafeamento. No que diz respeito à espessura de cada talisca, o projetista é responsável por defini-la após o mapeamento.

2. Primeira cheia – consiste na aplicação de argamassa, em uma única etapa, utilizando reforços com tela ou outro recurso previamente descrito no projeto, denominando-se primeira cheia. Para isso, as taliscas executadas anteriormente permitem a visualização de locais onde o revestimento com espessura superior ao valor máximo estipulado pela empresa fornecedora da argamassa e/ou projetista.

Segunda descida – etapa que consiste na realização de aplicação da argamassa, reforços, juntas e frisos.

1. Aplicação da argamassa – para aplicação da argamassa, alguns procedimentos devem ser levados em consideração:

- a) Tempo de cura do chapisco previamente especificado;
- b) Execução de mestras verticais, posicionando-as entre as taliscas;
- c) A argamassa deve ser aplicada sobre a base de forma enérgica, gerando energia de impacto, tanto na aplicação mecânica quanto aplicação manual. Nos casos de aplicação manual, é recomendável utilizar a colher de pedreiro para aperto nas chapadas;
- d) Calcular o tempo de puxamento antes de executar o sarrafeamento e desempenho. Utiliza-se uma espécie de desempenadeira de madeira ou PVC que seja compatível com a rugosidade superficial solicitada para o revestimento. É importante compactar a argamassa evitando o excesso de alisamento;
- e) Retirar as taliscas e, em seguida, realizar os preenchimentos requeridos;
- f) Realizar os frisos horizontais e verticais e o reenquadramento dos vãos de janela;
- g) Assentar ou moldar in loco os peitoris.

2. Reforços – sua execução deve seguir as especificações e detalhes previamente definidos em projeto.

- a) As dimensões dos rolos de tela devem permitir a economia dos materiais;

b) O corte das telas deve ser planejado antecipadamente pela equipe técnica da obra, sendo executado no canteiro. Para telas metálicas galvanizadas, faz-se necessário o aplainamento prévio;

c) O posicionamento e fixação das telas nas fachadas devem ser descritos com detalhes no projeto.

A sequência das etapas de execução do revestimento de fachada descrita acima está exemplificada no Quadro 6.

Quadro 6 – Sequência das etapas de execução do revestimento de fachada

Primeira subida	Primeira descida	Segunda subida	Segunda descida
Preparo da base	Mapeamento	Inspeção do chapisco	Aplicação da argamassa
Fixação da alvenaria	Lavagem da base	Taliscamento	Execução de reforços, juntas e frisos
-	Inspeção da base	Primeira cheia	-
-	Chapiscamento	-	-

Fonte: adaptado de Ceotto, Banduk e Nakakura (2005).

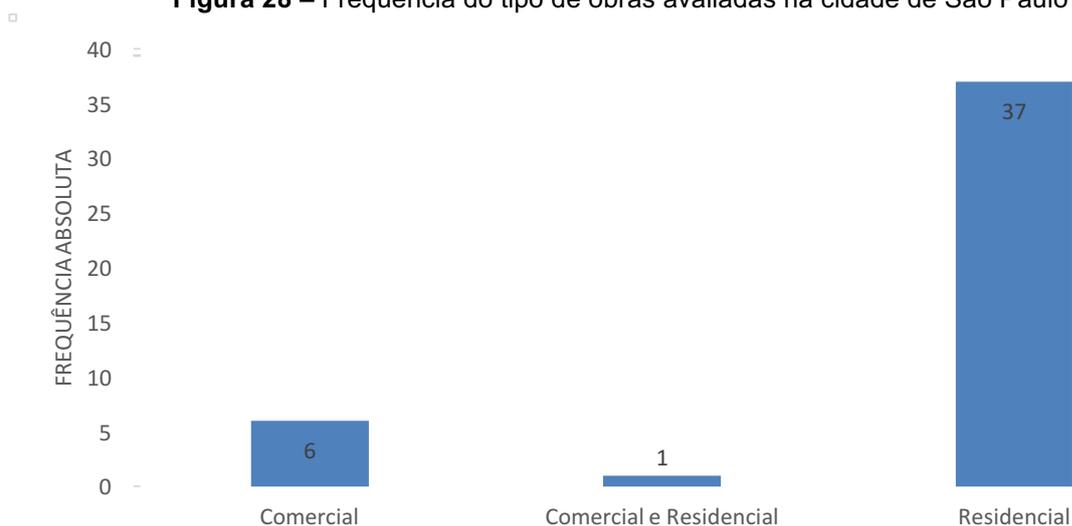
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS ESTUDOS ACADÊMICOS

Este capítulo é fundamentado no conteúdo dos relatórios, desenvolvidos ao longo dos anos de 2003 a 2014 por alunos das disciplinas PCC-2435: Tecnologia da Construção de Edifícios I e PCC-2436: Tecnologia da Construção de Edifícios II, do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Tais trabalhos, possibilitaram aprimorar a pesquisa sobre a evolução ao longo do tempo do processo de produção de revestimento de fachada em argamassa na cidade de São Paulo.

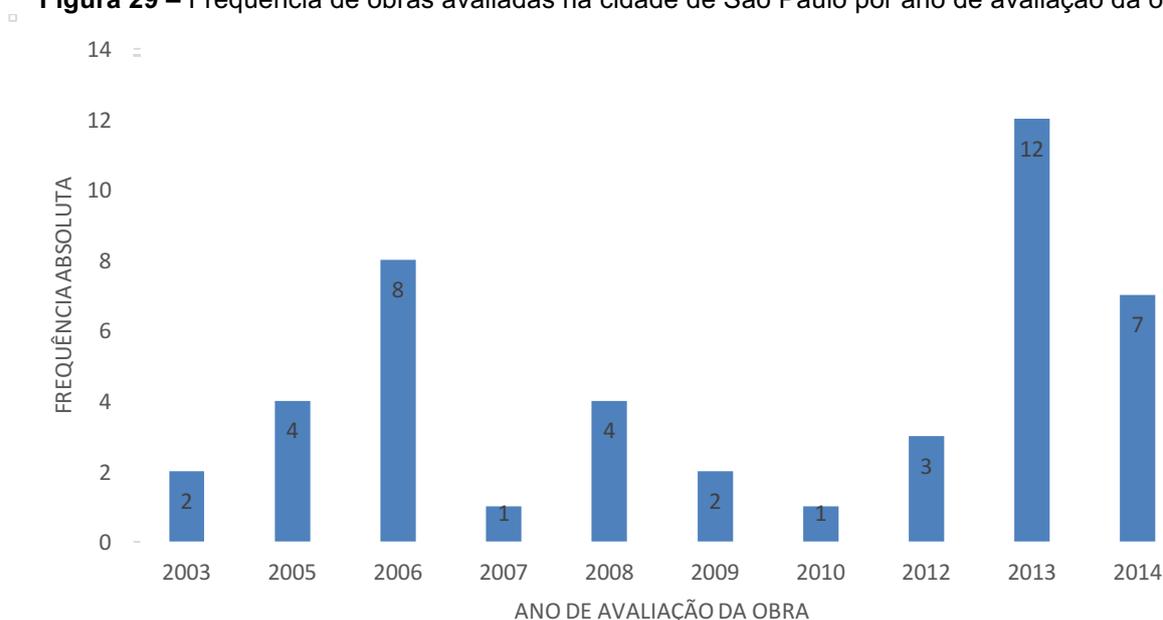
Entre os setenta e três trabalhos analisados, quarenta e três foram selecionados porque continham informações relevantes a este trabalho. Neles são registradas e analisadas as condutas quanto ao processo de execução de revestimento de fachada das empresas construtoras. A análise desses trabalhos possibilitou identificar características da atuação das empresas, quanto a execução de revestimento de fachada.

4.1 Características das empresas participantes da pesquisa

Os relatórios analisados abordaram obras localizadas na cidade de São Paulo destinadas 80% ao uso residencial e 20% englobaram edifícios comerciais e misto (Figura 28). Os relatórios, totalizaram em quarenta e quatro obras avaliadas, descritas em quarenta e três trabalhos realizados entre 2003 e 2014, sendo que nesse período os anos de 2004 e 2011 não tiveram estudos de avaliação (Figura 29).

Figura 28 – Frequência do tipo de obras avaliadas na cidade de São Paulo

Fonte: autoria própria

Figura 29 – Frequência de obras avaliadas na cidade de São Paulo por ano de avaliação da obra

Fonte: autoria própria

4.2 Apresentação e análise dos dados

As informações extraídas das obras avaliadas pelos relatórios acadêmicos foram organizadas tomando-se como referência a estrutura proposta para o capítulo 3. A seleção das variáveis categóricas foi baseada em cada tópico abordado no capítulo 3, de acordo com os fatores que a literatura apontou como mudanças tecnológicas dos sistemas de produção de revestimento de argamassa em fachada. Muitas vezes algumas variáveis não puderam ser observadas nos relatórios pela

ausência daquela informação específica. Assim, esse fator foi relacionado com a fase em que a obra se encontrava quando foi avaliada, ou com os critérios de avaliação dos alunos que realizaram a pesquisa.

4.2.1 Projeto

Neste item, foram analisados, além da prática de realização do projeto de fachada, a utilização de procedimentos internos de execução do revestimento e a organização do canteiro, apresentados no item 3.1 Projeto. No Quadro 7 são apresentados os dados obtidos, seguidos de sua respectiva análise.

Quadro 7 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas do projeto analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
Projeto de fachada	Não	ND	2	4	1	0	0	1	1	4	1	14	41%	34	28,09%
	Sim	ND	1	2	0	4	1	0	2	6	4	20	59%		
Procedimento de execução revestimento	Não	ND	0	1	ND	ND	ND	ND	1	0	0	2	13%	15	29,73%
	Sim	ND	2	1	ND	ND	ND	ND	2	4	4	13	87%		
Organização do canteiro	Não	ND	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3	11%	28	35,64%
	Sim	ND	1	5	1	3	2	1	1	8	3	25	89%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.

ND fator não avaliado no ano estudado.

No Quadro 7 pode-se observar que dentre as obras avaliadas 59% declararam ter realizado o projeto de fachada ao longo do período enquanto 41% declararam não ter feito. Parece ter havido uma maior concentração de realização de projetos de revestimento no ano de 2008 que coincide com o grande desenvolvimento ocorrido no mercado de construção de edificações. A queda evidenciada nas obras dos anos de 2009 a 2012 podem ser justificadas pelo número de obras avaliadas (amostra pequena). Para além desse ano, parece haver uma tendência de aumento na frequência de realização do projeto a partir de 2013 que em oposição ao que ocorreu em 2008, caracteriza-se por um período de declínio da atividade produtiva. Essa tendência de aumento da frequência em período tão difícil para a história da Construção Civil pode indicar que o projeto de revestimento de fachada está se consolidando como uma prática no mercado de construção de edifícios.

As informações contidas nos relatórios não permitiram identificar quais fatores fazem parte do projeto de revestimento de fachada e se o projeto de revestimento foi realizado em conjunto com as demais disciplinas de arquitetura, estrutura e vedação.

Quando a variável envolve os procedimentos internos de execução, observa-se que 87% declaram utilizá-los, sendo uma prática que aparece desde os primeiros anos da pesquisa e que vai se consolidando com o passar dos anos. A frequência de aplicação dos procedimentos de execução é acompanhada pela declaração de práticas de organização de canteiro (89%), que de maneira geral, encontravam-se organizados, estando os materiais estocados em local coberto e protegido, bem como alocados com facilidade de descarga e próximos ao destino de utilização. Porém, houve relatos de desorganização, tanto no armazenamento dos materiais quanto na disposição dos elementos, apesar de existir o PCMAT e todo o estudo de layout do canteiro.

Também pode-se observar no Quadro 7, que todas as variáveis categóricas avaliadas apresentaram independência com o ano de avaliação da obra ($p > 5\%$), ou seja, elas não têm relação com o ano em que a obra ocorreu. Mas, como destacado anteriormente, parece haver uma tendência de maior uso tanto do projeto como dos procedimentos de execução nos últimos anos envolvidos pela pesquisa.

4.2.2 Sistema de revestimento de argamassa e acabamento

Neste item, foram analisados o tipo de revestimento de argamassa utilizado com maior frequência entre as obras avaliadas e o acabamento da superfície, apresentados nos itens 3.2 Sistema de revestimento de argamassa e 3.3 Acabamento. Nos Quadros 8 e 9 são apresentados os dados obtidos, seguidos de sua respectiva análise.

Quadro 8 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas do sistema de revestimento de argamassas analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
Sistema de revestimento de argamassa	Emboço e reboco	1	0	3	0	3	0	0	2	4	3	16	31%	51	9.28%
	Massa única	0	1	8	1	1	2	1	2	7	7	30	59%		
	Monocamada	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	5	10%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.

ND fator não avaliado no ano estudado.

Quadro 9 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas do acabamento analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
Acabamento da superfície	Desempenado	0	1	2	1	3	ND	ND	1	3	3	14	67%	21	23%
	Camurçado	0	0	1	0	0	ND	ND	0	0	0	1	5%		
	Raspado	0	0	1	0	0	ND	ND	0	1	0	2	9%		
	Lavado	2	0	0	0	0	ND	ND	0	0	0	2	9%		
	Chapiscado/flocado	0	1	0	0	0	ND	ND	0	0	0	1	5%		
	Alisado	0	0	0	0	0	ND	ND	0	0	0	0	0%		
	Imitação travertino	0	0	1	0	0	ND	ND	0	0	0	1	5%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.

ND fator não avaliado no ano estudado.

No Quadro 8 pode-se observar que dentre as obras avaliadas 59% declararam ter utilizado o sistema de revestimento massa única, 31% declararam ter utilizado o sistema tradicional “emboço e reboco” e 10% declararam ter utilizado a monocamada. Esse resultado pode ser resultado da tipologia da estrutura utilizada, estrutura reticulada de concreto ou alvenaria estrutural. Parece ter havido uma maior concentração de utilização da monocamada nos anos de 2003 e 2005 que coincide com o período em que o produto começou a ser produzido no mercado de São Paulo. A partir do ano de 2006, parece haver uma tendência de aumento na frequência de utilização da massa única, o que condiz com o período em que as construtoras, visando a redução de custos, passaram a promover alterações no sistema de revestimento, investindo em inovações tecnológicas.

Quando a variável envolve o acabamento da superfície, observa-se no Quadro 9 que 67% das obras avaliadas declaram utilizar o acabamento desempenado, sendo uma prática que aparece desde os primeiros anos da pesquisa e que vai se consolidando com o passar dos anos.

Também pode-se observar nos Quadros 8 e 9, que todas as variáveis categóricas avaliadas apresentaram independência com o ano de avaliação da obra ($p > 5\%$), ou seja, elas não têm relação com o ano em que a obra ocorreu. Mas, como destacado anteriormente, parece haver uma tendência de maior uso do sistema de revestimento de massa única ao longo dos anos envolvidos pela pesquisa.

4.2.3 Produção de argamassa

Neste item, foram analisados o tipo de argamassa utilizada e sua forma de preparo. No caso deste último, foram analisados o sistema de argamassa utilizado, central de produção, equipamento de produção e os meios de transportes, apresentados no item 3.4 Produção de argamassa. Nos Quadros 10 e 11 são apresentados os dados obtidos, seguidos de sua respectiva análise.

Quadro 10 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da produção de argamassa analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
Argamassa	Produzida em obra	0	0	2	0	2	1	1	1	5	1	13	34%	38	27,65%
	Industrializada	1	4	6	1	2	0	0	1	4	6	25	66%		
Formas de preparo da argamassa	Argamassa produzida em obra	0	0	2	0	2	1	1	1	5	1	13	34%	38	35,61%
	Argamassa industrializada ensacada	1	4	4	0	2	0	0	1	2	4	18	47%		
	Argamassa industrializada ensilada	0	0	2	1	0	0	0	0	2	2	7	19%		
	Argamassa produzida em central	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		
Central de produção	Central única	ND	1	1	0	2	ND	1	1	4	0	10	53%	19	28%
	Misturadores no pavimento	ND	1	3	1	0	ND	0	0	2	2	9	47%		
	Misturador acoplado no silo	ND	0	0	0	0	0	ND	0	0	0	0	0%		
Equipamento de produção	Betoneira	ND	0	0	0	0	ND	0	1	1	0	2	7%	27	93,87%
	Argamassadeira/misturador	ND	3	4	1	3	ND	1	2	7	4	25	93%		
	Misturador acoplado no silo	ND	0	0	0	0	0	ND	0	0	0	0	0%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.

ND fator não avaliado no ano estudado.

Quadro 11 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da produção de argamassa analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo.

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
Transporte horizontal material	Bombeado	ND	1	2	1	0	0	0	0	2	2	8	27%	30	67,50%
	Jerica/ Carrinho de mão	ND	2	4	0	2	1	1	2	6	4	22	73%		
	Manual	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		
	Empilhadeiras	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		
Transporte vertical Material	Bombeado	ND	0	2	1	0	0	0	0	2	2	7	21%	34	32,98%
	Elevador cremalheira	ND	4	2	0	2	1	1	3	7	4	24	70%		
	Guincho de coluna	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		
	Elevador carga	ND	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	9%		
	Grua	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		
Transporte horizontal argamassa pronta	Bombeado	ND	1	0	0	0	ND	0	ND	0	0	1	6%	17	38,42%
	Jerica/ Carrinho de mão	ND	0	1	0	2	ND	0	ND	1	0	4	24%		
	Latas	ND	1	4	1	0	ND	1	ND	4	1	12	70%		
Transporte vertical argamassa pronta	Bombeado	ND	0	0	0	0	ND	0	ND	0	0	0	0%	21	37,03%
	Funil e duto	ND	1	3	1	0	ND	1	ND	7	1	14	67%		
	Elevador cremalheira	ND	1	0	0	2	ND	0	ND	0	0	3	14%		
	Guincho de coluna	ND	1	0	0	0	ND	0	ND	0	0	1	5%		
	Elevador carga	ND	0	1	0	1	ND	0	ND	0	0	2	9%		
	Latas	ND	0	1	0	0	ND	0	ND	0	0	1	5%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.

ND fator não avaliado no ano estudado.

No Quadro 10 pode-se observar que dentre as obras avaliadas 66% declararam ter utilizado a argamassa industrializada enquanto 34% declararam ter utilizado a argamassa produzida em obra. Parece ter ocorrido um aumento na frequência de utilização da argamassa industrializada até o ano de 2006, havendo um declínio na sua utilização a partir de 2007 até 2014 onde houve uma maior concentração de uso. A frequência de utilização da argamassa industrializada é acompanhada pela declaração da utilização de argamassa industrializada ensacada (47%).

Quando a variável envolve o preparo da argamassa, observa-se que 53% declaram que produziram em uma única central, havendo uma maior concentração no ano de 2008 enquanto 47% declaram ter preparado a argamassa em misturadores alocados nos pavimentos, sendo esta uma prática que aparece com maior concentração nos primeiros anos da pesquisa e no último. O equipamento utilizado com maior frequência para a mistura da argamassa foi argamassadeira/ misturador com 93% das declarações.

Com relação aos meios de transporte da argamassa pode-se observar no Quadro 11 que para o transporte horizontal do material 27% das obras declararam ter utilizado o sistema de bombeamento enquanto 73% declararam ter utilizado jericá ou carrinho de mão. Esta frequência de transporte é acompanhada pelo transporte vertical onde 70% das obras declararam ter utilizado o elevador cremalheira enquanto 21% declaram ter utilizado o sistema de bombeamento. Apesar de não apresentar o maior número de frequência entre as obras avaliadas, o sistema de bombeamento vem demonstrando um aumento na utilização entre as construtoras paulistas.

Para o transporte da argamassa pronta entre as obras avaliadas 70% declararam ter utilizado latas para transportar a argamassa pronta da masseira até o equipamento de transporte vertical, onde 67% das obras declararam ter utilizado o sistema de transporte por gravidade utilizando-se o funil e duto, sendo uma prática que aparece desde os primeiros anos da pesquisa e que vai se consolidando com o passar dos anos, tendo uma grande concentração no ano de 2013.

Também pode-se observar nos Quadros 10 e 11, que todas as variáveis categóricas avaliadas apresentaram independência com o ano de avaliação da obra ($p > 5\%$), ou seja, elas não têm relação com o ano em que a obra ocorreu. Mas, como destacado anteriormente, parece haver uma tendência de maior uso da argamassa industrializada e do sistema de transporte vertical por gravidade utilizando-se o funil e duto ao longo dos anos envolvidos pela pesquisa.

4.2.4 Execução do revestimento

Neste item, foram analisadas as formas de execução do chapisco e do revestimento argamassado, apresentados no item 3.5 Execução do revestimento. Nos Quadros 12 e 13 são apresentados os dados obtidos, seguidos de sua respectiva análise.

Quadro 12 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da execução de revestimentos analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo (Continua)

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor	
Chapisco estrutura	Tradicional	ND	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	13%	23	37,72%	
	Industrializado	ND	2	6	1	2	1	0	1	1	2	16	70%			
	Rolado	ND	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4			17%
Chapisco alvenaria	Tradicional	ND	2	4	4	2	1	1	0	1	2	14	64%	22	50,12%	
	Industrializado	ND	0	2	0	0	0	0	1	0	1	4	18%			
	Rolado	ND	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4			18%
Técnica de aplicação chapisco estrutura	Colher de pedreiro	ND	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	13%	23	89,12%	
	Desempenadeira denteada	ND	2	4	1	2	1	0	1	1	1	13	56%			
	Rolo	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2			9%
	Projeter com canequinha	ND	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	5			22%
Técnica de aplicação chapisco alvenaria	Colher de pedreiro	ND	3	3	1	2	1	0	1	1	2	14	64%	22	97,18%	
	Desempenadeira denteada	ND	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4%			
	Rolo	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2			9%
	Projeter com canequinha	ND	0	2	0	0	0	0	1	0	1	1	5			23%
Técnica de aplicação revestimento	Aplicação manual	2	3	2	1	0	0	0	1	2	3	14	52%	27	33,51%	
	Aplicação mecânica	0	1	3	0	2	1	1	1	0	2	13	48%			

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.
 ND fator não avaliado no ano estudado.

Quadro 12 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da execução de revestimentos analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo (Continuação)

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
Aplicação do revestimento	Colher de pedreiro	2	2	2	1	0	0	0	1	1	2	11	48%	23	79,81%
	Desempenadeira	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	13%		
	Projeter por spray (Canequinha)	0	1	2	0	1	1	1	0	1	2	9	39%		
	Bomba de projeção	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%		
Plataforma de trabalho	Andaimos fachadeiros	ND	0	0	0	0	ND	0	0	1	0	1	3%	30	91%
	Balancim manual	ND	4	5	1	3	ND	1	2	7	4	27	90%		
	Balancim elétrico	ND	0	2	0	0	ND	0	0	0	0	2	7%		
	Plataforma Cremalheira	ND	0	0	0	0	ND	0	0	0	0	0	0%		
Mão de obra terceirizada	Não	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3%	39	91,29%
	Sim	2	4	8	1	4	2	1	2	7	7	38	97%		
Treinamento da mão de obra	Não	0	0	0	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	0	0%	8	-
	Sim	2	1	1	ND	ND	ND	ND	ND	2	2	8	100%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.

ND fator não avaliado no ano estudado.

No Quadro 12 pode-se observar que 70% das obras avaliadas declararam ter utilizado o chapisco industrializado sobre a estrutura e 64% declararam ter utilizado o chapisco tradicional sobre a alvenaria. Quanto a técnica de aplicação 56% das obras declarou ter aplicado o chapisco manualmente com desempenadeira denteada sobre a estrutura e 64% com colher de pedreiro sobre a alvenaria.

Quando a variável envolve a execução do revestimento argamassado a técnica de aplicação manual também apresentou o maior índice das declarações (52%) enquanto 48% utilizaram a aplicação mecânica. Para a aplicação do revestimento as obras declaram em 48% dos casos ter utilizado a colher de pedreiro enquanto 39% declararam o uso do projetor por spray a “canequinha”. Parece ter havido um aumento na frequência do uso da “canequinha” sendo uma prática que aparece desde os primeiros anos da pesquisa e que vai se consolidando com o passar dos anos, tendo uma maior concentração entre os anos de 2008 a 2010, período este marcado por diversas mudanças no cenário da construção civil brasileira. Também podemos notar que os percentuais são semelhantes na maioria dos anos avaliados. Em contrapartida o uso de bombas de projeção não foi expandido pelas empresas paulistanas, sendo um dos principais motivos o fato de o sistema não permitir o uso de argamassas produzidas em canteiro

Com relação a plataforma de trabalho pode-se observar que o balancim manual permanece com a maior frequência de uso entre as obras (90%). Parece não haver uma grande evolução neste segmento, apesar de existirem opções mais vantajosas apresentadas pelo mercado.

Quanto a mão de obra 97% das obras avaliadas declarou ser terceirizada. As informações contidas nos relatórios não permitiram identificar se todos os funcionários recebem treinamento para seguir os procedimentos de execução e segurança estipulados pela construtora. Apenas 8 obras puderam ser avaliadas e todas declararam ter treinado a mão de obra (100%).

Quadro 13 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da execução de revestimentos analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo (continua)

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
1ª subida: fixação da alvenaria	Não	ND	1	2	0	3	0	0	1	0	1	8	28%	29	23%
	Sim	ND	1	3	1	1	2	1	1	8	3	21	72%		
1ª subida: preparo da base - limpeza e reparo	Não	ND	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	-
	Sim	ND	2	5	1	4	2	1	2	8	4	29	100%		
1ª subida: mapeamento	Não	ND	0	4	0	3	1	0	2	8	4	22	76%	29	2,27%
	Sim	ND	2	1	1	1	1	1	0	0	0	7	24%		
1ª descida: lavagem	Não	ND	0	2	0	0	1	0	0	2	0	5	17%	29	58,33%
	Sim	ND	2	3	1	4	1	1	2	6	4	24	83%		
1ª descida: inspeção da base	Não	ND	2	4	0	3	1	1	1	6	4	22	76%	29	54,93%
	Sim	ND	0	1	1	1	1	0	1	2	0	7	24%		
1ª descida: aplicação do chapisco	Não	ND	0	3	0	0	0	0	0	1	0	4	14%	29	17,25%
	Sim	ND	2	2	1	4	2	1	2	7	4	25	86%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas.
 ND fator não avaliado no ano estudado.

Quadro 13 – Percentual de ocorrência das variáveis categóricas da execução de revestimentos analisadas para referida ao universo de 44 obras da cidade de São Paulo ao longo dos anos de estudo (continuação)

Variável	Categoria	2003	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	Total		Obras avaliadas	p-valor
2ª subida: inspeção do chapisco	Não	ND	2	3	0	1	0	0	1	2	2	11	38%	29	43,59%
	Sim	ND	0	2	1	3	2	1	1	6	2	18	62%		
2ª subida: taliscamento	Não	ND	0	3	0	3	2	0	0	5	1	14	48%	29	22,06%
	Sim	ND	2	2	1	1	0	1	2	3	3	15	52%		
2ª subida: primeira cheia	Não	ND	0	4	0	2	2	0	0	6	2	16	55%	29	16,93%
	Sim	ND	2	1	1	2	0	1	2	2	2	13	45%		
2ª descida: aplicação da argamassa	Não	ND	0	2	0	0	0	0	0	1	0	3	10%	29	57,73%
	Sim	ND	2	3	1	4	2	1	2	7	4	26	90%		
2ª descida: fixação de telas de reforço	Não	ND	1	5	1	3	1	1	1	7	3	23	79%	29	71,57%
	Sim	ND	1	0	0	1	1	0	1	1	1	6	21%		
2ª descida: execução de juntas ou frisos	Não	ND	1	4	0	2	0	0	0	4	2	13	45%	29	47,65%
	Sim	ND	1	1	1	2	2	1	2	4	2	16	55%		

P valor resultante do teste qui-quadrado para relacionar o ano de avaliação da obra com a ocorrência das variáveis categóricas
 ND fator não avaliado no ano estudado.

No Quadro 13 pode-se observar que entre as 29 obras avaliadas sobre a sequência de execução do revestimento os resultados apresentaram na sua maioria sim como resposta, ou seja, a maior parte das obras avaliadas declararam ter seguido as etapas de sequência conforme a literatura estudada. Porém, as informações contidas nos relatórios permitiram identificar que em 2 obras a lavagem da base foi realizada na primeira subida, o que contradiz com a literatura, que indica que a realização da lavagem da base só deve ocorrer na primeira descida, evitando assim a contaminação das superfícies lavadas anteriormente.

Também foi possível identificar que na maior parte das obras a contratação para a execução de cada serviço e todo o material utilizado, era de responsabilidade da empreiteira contratada. Ficando a cargo das construtoras somente a verificação dos serviços executados e prazo, normalmente verificados por estagiários ou engenheiros seguindo as fichas de verificação de serviço.

Também pode-se observar nos Quadros 12 e 13, que apenas o mapeamento apresentou uma relação significativa com o ano de avaliação da obra ($p < 5\%$), sendo que as demais variáveis categóricas avaliadas apresentaram independência com o ano de avaliação da obra ($p > 5\%$), ou seja, elas não têm relação com o ano em que a obra ocorreu. Sugere-se que a representatividade do mapeamento foi devido ao acaso, uma vez que não apresenta uma relação crescente com a evolução cronológica, ou seja, não é relacionado com fatores limitantes da ocorrência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, as obras avaliadas mostraram uma tendência, do município de São Paulo, de aperfeiçoamento das técnicas da produção do revestimento de argamassa, por meio do desenvolvimento da qualidade e eficiência dos produtos, empregando tecnologias construtivas que priorizem a racionalização e qualidade.

Dentre as práticas registradas como adequadas pela literatura, destaca-se que a maioria das obras avaliadas utilizaram o procedimento de execução de revestimento. Além disso, pode-se observar que a prática de utilização de projeto de fachada vem crescendo entre as construtoras.

Os fatores evidenciados envolvendo técnicas e materiais utilizados nas obras apontam que existe uma procura constante para melhora no desenvolvimento, redução de perdas, otimização de tempo e de espaço. Nesse contexto destaca-se a utilização de revestimento de camada única, cumprindo as funções do emboço e reboco, permitindo suprimir etapas e consumir menos recursos e tempo de execução. Além disso o maior uso da argamassa industrializada vem no mesmo contexto, com maior frequência de utilização da argamassa industrializada. A utilização de técnicas mais rápidas e materiais industrializados reduzem a necessidade de grande espaço no canteiro (cada vez menores) e facilitam o transporte e a entrega, possibilitando inclusive a entrega durante a noite, um grande atrativo para a cidade de São Paulo, uma vez que evita transtorno em horários de pico de trânsito.

Apesar de as obras não apontarem um padrão de evolução cronológica quanto a modernização das práticas escolhidas pelas construtoras, a partir deste estudo constatou-se que a maior parte delas opta por práticas também registradas pela literatura, principalmente as que apontam para maiores economia e eficiência. Além disso, observa-se que a evolução e o melhor detalhamento das normas brasileiras, com auxílio de estudos específicos, direcionam as obras a buscarem boas práticas.

Contudo, ainda há muito a evoluir no que se diz respeito ao meio de transporte dos materiais e aplicação da argamassa, como pode ser observado nos resultados da análise o transporte predominante da argamassa e aplicação. O fato de algumas obras ainda adotarem práticas não recomendadas pode ser por falta de atualização das empreiteiras (em caso de serviço terceirizado) ou até mesmo por um perfil conservador da própria construtora.

Sendo assim, esse estudo pode concluir que com a evolução da tecnologia, registrada pela literatura e normas estipuladas para desenvolvimento de revestimento argamassado muitas empresas localizadas no município de São Paulo também vêm atualizando seus métodos, mesmo que ainda tenha muito a evoluir.

Estudos futuros de monitoramento de obras ao longo dos próximos anos são sugeridos, com finalidade de avaliar a evolução temporal do mercado, bem como a aceitabilidade das construtoras quanto a novas normas e literaturas estipuladas. Além disso, retornar nas obras aplicadas nesse estudo e avaliar o seu desempenho/vida útil, levantando ocorrência de patologias (pequenas/ moderadas/ grandes) ao longo do tempo, bem como a necessidade de manutenção preventiva por parte dos condôminos/ usuários. Estudos dessa natureza podem atestar efetivamente as vantagens de utilizar boas práticas no projeto do revestimento de fachada.

REFERÊNCIAS

_____. Norma regulamentadora 18. Brasília: 2001. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>. Acessado em: 09 jun. 2019.

AECWEB. Revestimento de fachadas exige projeto prévio. **AECweb**, 2016. Disponível em: < https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/revestimento-de-fachadas-exige-projeto-previo_2107_10_16 >. Acesso em: 21 mai. 2019.

ALBUQUERQUE, H. R., LIRA, J.; SPOSTO, R. M. Emissões de CO₂ de sistemas de revestimento de argamassa: estudo de caso de aplicação de argamassa projetada comparativamente à aplicação convencional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 377-393, out./dez. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. 2018.

ANTUNES, R. P. N.; JOHN, V. M. **Determinação e controle da energia de impacto de argamassas lançadas manualmente**. Boletim Técnico BT/PCC, n. 455. São Paulo: EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. 2007. 14 p.

ASANO, N. E. **Tecnologia construtiva de revestimento externo de argamassa com projeção contínua**. 2016. 139 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2016.

ASANO, N. E.; BARROS, M. M. S. B. Revestimento externo de argamassa com projeção contínua. In: **XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. Anais. São Paulo, pp. 1-7., 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ARGAMASSAS INDUSTRIALIZADAS (ABAI) – **novos associados**. Disponível em: <<http://abai.org.br>>. Acesso em: 11 de maio 2019.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos**. NBR 13281: Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia**. NBR 13529: Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação - Procedimento**. NBR 13755: Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Argamassas inorgânicas decorativas para revestimento de edificações - Requisitos e métodos de ensaios**. NBR 16648, Rio de Janeiro, 2017.

AUSTIN, S. A.; ROBINS, P. J.; GOODIER, C. I. **Construction and Repair with Wet-Process Sprayed Concrete and Mortar**. Technical Report, nº. 56, Concrete Society, Crowthorne, UK, 2002. 44 p.

BARROS, M. B. de. Revestimento mínimo. **Revista Técnica**, ed. 58, 2002. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/58/artigo285601-1.aspx>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**: Primeiros passos na qualidade no canteiro de obras. São Paulo: O Nome da Rosa, 2000. 82 p.

BAÍA, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**: Primeiros passos na qualidade no canteiro de obras. São Paulo: O Nome da Rosa, 4 ed., 2008. 82 p.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: **II Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas**, Salvador, 1997. Anais... Salvador, p. 321-333. 1997.

BENNTER. **Manual de aplicação e uso das argamassas estabilizadas Bennter Express e Bennter +Mais**. Disponível em:< <http://www.bennter.com.br/aplicacao-e-uso-argamassas-estabilizadas-prontas-express/>> acesso em 12 ago. 2019.

BOCCHILE, C. Mistura pelo ano. **Revista Técnica**, ed. 59, p. 2, 2002.

BORTOLINI, A. **Projeto de revestimento cerâmico de fachada: detalhes arquitetônicos e construtivos visando à redução da incidência de manifestações patológicas**. 2015. 69 p. Trabalho de Diplomação Engenharia Civil - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº. 18**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília: 2013. Disponível em: <<http://www.trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras/norma-regulamentadora-n-18-condicoes-e-meio-ambiente-de-trabalho-na-industria-da-construcao>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CARLOS, E. **Manutenção de revestimento externo com argamassa inorgânica decorativa monocamada**. 2014. 124 p. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios, São Paulo, 2014.

CARRON, B. **Estudo de caso para implantação de projeto para produção de fachada em uma empresa construtora**. 2018. 88 p. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

CEOTTO, L. H.; BANDUK, R. C.; NAKAKURA, E. H. **Revestimento de argamassas: Boas práticas em projetos, Execução e Avaliação**. Porto Alegre: ANTAC. (Recomendações Técnicas Habitare, v. 1), 2005. 96 p.

CHARF, S. **Revestimento externo de argamassa em edifícios altos: análise comparativa de dois métodos construtivos**. 2006. 144 p. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2006.

CICHINELLI, G. C. Escassez de mão de obra abre espaço para projeção mecanizada de argamassas. **Revista Técnica**, ed. 105, 2010a. Disponível em: <<http://construcomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/105/artigo283748-1.aspx>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CICHINELLI, G. C. Acabamento projetado. Projeção de argamassas aumenta produtividade e qualidade dos revestimentos: conheça os principais cuidados para usá-la corretamente e alguns produtos disponíveis. **Revista Técnica**, ed. 158, 2010b. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/158/artigo287750-1.aspx>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CASCUDO, H. C. **Argamassas de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio**. (Boletim 68 – Publicação IPT). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995. 118 p.

CIMENTO MONTES CLAROS. **O que é argamassa estabilizada? Quando devo usá-la?** Disponível em: <<https://cimentomontesclaros.com.br/argamassa-estabilizada/>> acesso em 12 ago. 2019.

COELHO, L. Parceiro de fachada. **Revista Técnica**, ed. 159, 2010. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/159/parceiro-de-fachada-pratico-versatil-e-seguro-o-andaime-285486-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Cartilha de equipamentos – informações para auxiliar na escolha da melhor opção de equipamentos de acesso**. 2002. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/ativos/350/argamassa-projetada-cartilha-de-equipamentos-de-acesso.html>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de revestimentos de argamassa**. 2005. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/ativos/279/manual-de-revestimentos-de-argamassa.html>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Manual de revestimentos de fachada**. 2006. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/ativos/280/manual-de-revestimentos-de-fachada.html>>. Acesso em: 09 fev. 2019.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Argamassa projetada**: sistema de revestimento racionalizado. 2012. Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/ativos/328/coletanea-argamassa-projetada-2012-parte-1.html>>. Acesso em: 09 jan. 2019.

COSTA, F. N. **Processo de produção de revestimento de fachada de argamassa: problemas e oportunidades de melhoria**. 2005. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CRESCENCIO, R. M.; BARROS, M. M. S. B. de. **Revestimento decorativo monocamada**: produção e manifestações patológicas. Boletim Técnico BT/PCC, n. 389. São Paulo: EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. 2005. 33 p.

CRESCENCIO, R. M.; BARROS, M. M. S. B. de. **Tecnologia construtiva de revestimento decorativo monocamada**. São Paulo: SENAI Editora, 2013. 104 p.

CRESCENCIO, R. M.; PARKESIAN, G. A.; BARROS, M. M. S. B. de; SABBATINI, F. H. Execução de revestimentos com argamassa projetada. In: **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, 8., 2000, Salvador, BA. Anais... Salvador, 2000, pp. 1067–1074.

COELHO, L. Parceiro de fachada. **Revista Técnica**, ed. 159, 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/159/parceiro-de-fachada-pratico-versatil-e-seguro-o-andaime-285486-1.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

DELVINO, A. F. **Estudo da viabilidade técnica e econômica da inserção de argamassas projetadas mecanicamente**. 2016. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, 2016.

DIOGO, G. M. Q. D. **Análise e proposta de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios**. 2007. 178 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

DORNELLES, V. P. Projeto de fachadas. **Revista Técnica**, 2004. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/92/artigo287345-1.aspx>>. Acesso em: 11 mar. 2019.

DUALIBE; R. P.; CAVANI, G. R.; OLIVEIRA, M. C. B. Influência do tipo de projeção da argamassa na resistência de aderência à tração e permeabilidade à água. In: **VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas**. Anais. Florianópolis, p. 508-517. 2005.

FARAH, M. F. S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional**. 1992. 297 p. Tese (Livre-docência) - Faculdade de Sociologia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.

FARIA, R. Argamassa em foco. **Revista Técnica**, ed. 194, 2013. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/194/artigo294030-1.aspx>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

FERNANDES, H. C. **Sistema de Projeção de argamassa com o uso da canequinha (projeção a ar comprimido)**. In: Fórum Mineiro de Revestimento em Argamassa, 2., Belo Horizonte, Minas Gerais. 2010.

FERNANDES, H. C.; JOHN, V. M. **desenvolvimento de metodologia para estimativa da energia de lançamento das argamassas projetadas por spray a ar comprimido**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. n. 474. São Paulo: EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, 2007. 23 p.

GAMA JUNIOR, A. C. de A. **Diretrizes com base em avaliação do ciclo de vida para redução de emissão de dióxido de carbono em revestimento de argamassa**. 2013. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil, 2013.

GIRIBOLA, M. Debate: Argamassa industrializada para fachada. **Au - pini**, ed. 237, 2013. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/237/artigo302155-2.aspx>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

HERMANN, A.; ROCHA, J. P. de A. **Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação do chapisco**. 2013. 101 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Pato Branco, 2013.

JUNIOR, S. A. P. **Procedimento executivo de revestimento externo em argamassa**. 2010. 69 p. Monografia (Especialização de gestão de tecnologia na construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

KISS, P. Efeitos especiais. **Revista Técnica**, ed. 41, 1999. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/41/artigo285138-1.aspx>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

LEAL, U. Fachadas e paredes estão doentes. **Revista Técnica**, ed. 76, 2003. Disponível em: <<http://piniweb17.pini.com.br/construcao/noticias/fachadas-e-paredes-estao-doentes-80217-1.aspx>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

LIDICE-BÁ, G. C. Debate técnico: argamassas para revestimentos. **Construção Mercado**, 2017. Disponível em: <<https://construcaomercado.pini.com.br/2017/09/argamassas-para-revestimentos/>>. Acesso em: 21 jun. 2019.

LIMA, E. C. Projeto e controle tecnológico são fundamentais para garantir desempenho de revestimento de fachada. **Revista Técnica**, 2016. Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2016/05/projeto-e-control-tecnologico-sao-fundamentais-para-garantir-desempenho-de-revestimentos-de-fachada/>>. Acesso em: 20 maio 2019.

MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F.H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo: EPUSP, 1998. 37 p.

MACIEL, L. L.; MELHADO, S. B. Diretrizes para o detalhamento do projeto do revestimento de argamassa de fachada. In: **III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 3., Vitória, Espírito Santo, Brasil. pp. 769–780, 1999.

MANN NETO, A.; ANDRADE, D.C.; SOTO, N. T. A. **Estudo das propriedades e viabilidade técnico-econômica da argamassa estabilizada**. 2010. 127p. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Produção Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MANNESCHI, K. **Escopo de projeto para produção de vedações verticais e revestimentos de fachada**. 2011. 102 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MAPA DA OBRA. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos**. 2014. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/nbr-13-529-revestimento-de-paredes-e-tetos/>>. Acesso em: 11 maio 2019.

MASSETTO, L. T.; SILVA, F. B. da; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. Novas tecnologias de produção de revestimentos verticais de argamassa: organização da produção e produtividade. In: **VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Qualidade no processo Construtivo**, 7., 1998, Florianópolis. Anais... Florianópolis: ANTAC, pp. 265–273, 1998.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. Estudos sobre a técnica executiva de revestimentos de argamassa sobre paredes de alvenaria. In: **International Seminar**

on Structural Masonry for Developing Countries, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. pp. 594–607, 1994.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, L. S. Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. Boletim Técnico BT/PCC, n. 246. São Paulo: EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. 1999. 28 p.

MELHADO, S.M. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 294 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MEGA MIX ARGAMASSA. **Sistema megamix**. s/d. Disponível em: <<http://www.megamixargamassas.com.br/home.html>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

MENDES, G. Argamassa de revestimento. **Construção Mercado**, ed. 54, 2009. Disponível em: <<http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/54/argamassa-de-revestimento-283277-1.aspx>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. A. **Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento**. Boletim Técnico BT/PCC, n. 359. São Paulo: EPUSP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. 2004.

NAKAMURA, J. Projeto de fachadas. **Revista Técnica**, ed. 92, 2004. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/92/artigo287345-1.aspx>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

NAKAMURA, J. Raio-x: Revestimento argamassado. **Equipe de Obra**, 2013. Disponível em: <<https://equipedeobra.pini.com.br/2013/08/raio-x-revestimento-argamassado/>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

NETO, A. A. A. M.; DJANIKIAN, J. G. **Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central**. São Paulo, Epusp. 1999. 25 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/235).

OLIVEIRA, K. A. S.; LIMA, T. D.; JONES, K. M. Análise comparativa entre argamassa de assentamento preparada em obra e argamassa industrializada. **Construindo**, v. 7, n. 2. 2015.

PARAVISI, S. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa**. 2008. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PARAVISI, S.; MASUERO, A. B.; BONIN, L. C.; ISATTO, E. L. Avaliação da Produção de Revestimento de Fachada de Argamassa com Projeção Mecânica e Manual. **VII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**, 2007.

PARAVISI, S.; MASUERO, A. B.; BONIN, L. C.; ISATTO, E. L. Produção de argamassa com bomba de projeção. **Revista Técnica**, ed. 145. 2009. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/145/artigo286582-1.aspx>>. Acesso em: 09 jan. 2019.

PIOVEZAN, L. H.; CRESCENCIO, R. M. Inovação Tecnológica no Setor da Construção Civil: o Caso do Revestimento Decorativo Monocamada. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., pp. 1–8, 2003, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo argamassa**. 2 ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2012. 188 p.

ROCHA, A. P. Movimento seguro. **Revista Técnica**, ed. 174, 2011a. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo287874-1.aspx>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

ROCHA, A. P. Mistura pronta. **Revista Técnica**, Edição 174, setembro de 2011b. Reportagem com Eleana Patta Flain. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/174/artigo228445-1.asp>>. Acesso em 27 abr. de 2019.

ROCHA, A. P. Subida engrenada. **Revista Técnica**, ed. 178, 2011c. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/178/artigo285911-1.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SABBATINI, F. H. Tecnologia de execução de revestimentos de argamassas. In: **Simpatcon – Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto**, v. 13. 1990, Campinas, São Paulo.

SHIMIZU, J. Y.; BARROS, M. M. S. B.; CARDOSO, F. F. Análise da gestão da produção de revestimento externo de argamassa: um estudo de caso. In: **Viii Simpósio de Engenharia de Produção: Gestão Ambiental e Sistemas Produtivos**, 8., Bauru–SP, Universidade Estadual Paulista, 2005.

SILVA, M. S. Projetando o Futuro. **Revista Técnica**, ed. 110, 2006. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/110/artigo284995-1.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

SIQUEIRA, P. E. P. **Execução de fachada em cerâmica**. Estudo de caso. 2014. 85 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

THOMAS, F. B. **Sistema de produção de argamassa para revestimento externo: comparação entre argamassa industrializada em saco e em silo.** Estudo de caso. 2012. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ZANELATTO, K. C. **Avaliação da influência da técnica de execução no comportamento dos revestimentos de argamassa aplicados com projeção mecânica contínua.** 2012. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2012.