

**PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA VERIFICAÇÃO E
CONTROLE DOS REQUISITOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS
DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA ESTABILIZADA**

HIAGO RIBEIRO ALBUQUERQUE

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA VERIFICAÇÃO E
CONTROLE DOS REQUISITOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS
DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA ESTABILIZADA**

HIAGO RIBEIRO ALBUQUERQUE

ORIENTADOR: CLÁUDIO HENRIQUE DE ALMEIDA FEITOSA PEREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL

**PUBLICAÇÃO: E.DM – 17A/19
BRASÍLIA/DF: AGOSTO - 2019**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA VERIFICAÇÃO E CONTROLE
DOS REQUISITOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE REVESTIMENTO
EM ARGAMASSA ESTABILIZADA**

HIAGO RIBEIRO ALBUQUERQUE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.

APROVADA POR:

CLÁUDIO HENRIQUE DE A. FEITOSA PEREIRA, Dr. (PECC - UnB)
(ORIENTADOR)

MARCOS HONORATO DE OLIVEIRA, Dr. (PECC - UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)

ELISANDRA NAZARÉ MAIA DE MEDEIROS Dra. (IFB)
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 30 DE AGOSTO DE 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

ALBUQUERQUE, HIAGO RIBEIRO

Proposta de diretrizes para verificação e controle dos requisitos técnicos dos sistemas de revestimento em argamassa estabilizada. [Distrito Federal] 2019.

xv, 147p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2019).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Sistema de revestimento

2. Argamassa estabilizada

3. Requisitos técnicos

4. Processos construtivos

I. ENC/FT/UnB

II. Título (Mestre)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALBUQUERQUE, H. R. (2019). Proposta de diretrizes para verificação e controle dos requisitos técnicos dos sistemas de revestimento em argamassa estabilizada. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM - 17A/19, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 147p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Hiago Ribeiro Albuquerque

TÍTULO: Proposta de diretrizes para verificação e controle dos requisitos técnicos dos sistemas de revestimento em argamassa estabilizada.

GRAU: Mestre ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Hiago Ribeiro Albuquerque

Condomínio Império dos Nobres, Quadra 4 conjunto A casa 33 - Sobradinho

CEP: 73252-144 Brasília – DF - Brasil.

E-mail: hiago.ribeiro@hotmail.com

AGRADECIMENTOS

Tão complexo quanto finalizar uma dissertação, é utilizar um pedaço de papel e algumas frases para agradecer todos os envolvidos nessa etapa tão marcante em minha vida. Dedico esses agradecimentos a vocês, que estiveram ao meu lado durante esse período do mestrado e que foram essenciais para o meu sucesso. Títulos podem até ser individuais, mas o reconhecimento de conquistas sempre vem carregadas de pessoas essenciais.

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, que conservaram minha fé, me deram saúde e determinação para concluir mais um passo das minhas metas.

À Universidade de Brasília, que considero minha segunda casa e que me proporcionou um evidente amadurecimento humano e profissional.

Aos meus pais, ícones que sempre estiveram comigo, me ofereceram oportunidades de estudar e me apoiaram nas escolhas realizadas. Obrigado por torcerem incondicionalmente pelo meu crescimento.

À minha namorada, melhor amiga e companheira Larissa, por todo carinho e zelo dado a minha pessoa nos momentos de alegria, frustração, dúvidas e superação. Agradeço por sempre me ajudar a encontrar novas rotas quando outras se fecham. Você é incrível.

Aos meus amigos do coração, aqueles que eu sei que pude e poderei sempre confiar em todas as fases da vida e também por terem tornando essa etapa mais alegre.

Ao professor Cláudio, meu orientador, pelo acolhimento, preocupação e confiança depositados nesse período. Agradeço pelo conhecimento transmitido e também pelo ânimo essencial que me transmitiu no momento decisivo dessa dissertação.

A todo corpo docente do programa PECC, em especial à professora Michele por toda paciência e empenho em me explicar metodologias e por fornecer ferramentas essenciais ao desenvolvimento dessa pesquisa.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Agradeço, enfim, as pessoas que estiveram ao meu lado e influenciaram, direta e indiretamente, na pessoa que venho me tornando.

Dedico esse trabalho a Deus e a todos que me ajudaram superar obstáculos, deram alegria aos meus dias e auxiliaram a me tornar o homem que sou hoje.

RESUMO

PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA VERIFICAÇÃO E CONTROLE DOS REQUISITOS TÉCNICOS DOS SISTEMAS DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA ESTABILIZADA.

Autor: Hiago Ribeiro Albuquerque

Orientador: Cláudio Henrique De A. Feitosa Pereira, Dr.

Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, Agosto de 2019

A indústria da construção civil brasileira vem buscando aprimorar e padronizar sua forma de produção, que em algumas áreas ainda se caracterizam por métodos tradicionais. Em revestimentos argamassados, é ainda mais visível devido à pouca importância que é atribuída a esse sistema frente à outras fases de uma obra. Como forma de reduzir etapas dos processos construtivos no canteiro, e conseqüentemente, reduzir espaços ocupados e a quantidade de mão de obra pela produção mais enxuta, a utilização de argamassa estabilizada de revestimento tem se apresentado como uma opção viável no cenário local e atual. Entretanto, o advento dessa tecnologia de certa forma, não foi acompanhado pelo desenvolvimento de especificações técnicas para sua aplicação no canteiro de obra. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo propor diretrizes técnicas para monitoramento e controle da produção de sistema de revestimento em argamassa estabilizada (SRAE) a fim de tornar esse processo mais padronizado. Para isso, foi realizado uma conexão entre o mapeamento sistemático da literatura e as recomendações presentes em normativas brasileiras. Nesse estudo, a produção de SRAE foi dividida em três momentos principais: i) etapas pré-aplicação; ii) etapas durante a aplicação; e iii) etapas pós-aplicação. Em cada uma das etapas foram desenvolvidas diretrizes que procuram otimizar a execução do sistema com métodos mais especificados. A fundamentação das diretrizes se deu pela verificação dos requisitos técnicos inerentes ao SRAE. O modelo proposto permitiu o desenvolvimento de duas ferramentas: o fluxograma dos requisitos técnicos (FRT) e as fichas de controle e monitoramento (FCM). Essas ferramentas se apresentaram proficientes ao serem testadas em um canteiro de obras da região, sendo, entretanto, essencial que o modelo seja aplicado desde o desenvolvimento do projeto de revestimento e não somente dentro do canteiro físico. Conclui-se que a proposta de modelo e suas diretrizes apresentadas na pesquisa fornecem instrumentos confiáveis e acessíveis para utilização em projetos, e decorrente obtenção de melhorias durante a produção e controle de SRAE.

Palavras-chave: Sistemas de Revestimento; Argamassa Estabilizada; Processos Construtivos; Oportunidades de Melhoria; Requisitos Técnicos.

ABSTRACT

PROPOSED GUIDELINES FOR VERIFICATION AND CONTROL OF TECHNICAL REQUIREMENTS OF STABILIZED MORTAR RENDERING SYSTEMS

Author: Hiago Ribeiro Albuquerque
Supervisor: Cláudio Henrique De A. Feitosa Pereira, Dr.
Postgraduate Program in Structural Engineering and Construction
Brasília, August 2019

The Brazilian construction industry has been seeking to improve and standardize its form of production, which in some areas is still characterized by traditional methods. In mortar rendering systems, it is even more visible due to the lower importance that is attributed to this system compared to other phases of a work. In order to reduce on the jobsite, and consequently, reducing the occupied spaces and the amount of manpower due to leaner production, the use of stabilized rendering mortar has been presented as a viable option in the local and actual scenario. However, the advent of this technology has not been accompanied by the development of specifications for your application on the construction site. Thus, the present study aims to propose guidelines for monitoring and controlling the production of stabilized mortar coating system in order to make this process more standardized. For this, a connection was made between the systematic mapping of the literature and the recommendations firmmed by Brazilian regulations. Therefore, the production of this rendering system was divided in three main stages: i) pre-application stages; ii) steps during application and; iii) post application steps. In each of the phases, guidelines have been developed that seek to optimize system execution with more standardized methods. The guidelines were based on the verification of the technical requirements inherent to the rendering system. The proposed model allowed the development of two tools: the technical requirements flowchart (FRT) and the control and monitoring sheets (SCM). These tools proved be proficient when tested at a local construction case, however it is essential that the model be applied from the development of the rendering project and not only within the physical site. It is concluded that the model proposal and its guidelines presented in the research provide reliable and accessible instruments for use in projects, and consequent improvement during the production of stabilized mortar rendering system.

Keywords: Rendering Systems; Stabilized Mortars; Construction Process; Improvement Opportunities; Technical Requirements.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	3
1.2 OBJETIVOS	4
1.3 FRONTEIRAS DA PESQUISA	5
1.4 MÉTODO DE PESQUISA.....	6
1.4.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA	7
1.4.1.1 Parte 1: Levantamento de referências aderentes ao tema	8
1.4.1.2 Parte 2: Seleção dos estudos base para o referencial bibliográfico.....	10
1.4.2 INCLUSÃO DAS NORMATIVAS TÉCNICAS.....	12
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 A ARGAMASSA E SUAS PROPRIEDADES	14
2.2 ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DE REVESTIMENTO	18
2.3 FATORES INFLUENTES NO DESEMPENHO DA EXECUÇÃO EM SISTEMAS REVESTIMENTO EM ARGAMASSA	20
2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO EM CANTEIRO DE OBRAS	25
2.5 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS	25
2.5.1 ESTUDO DA PRODUTIVIDADE: MODELO DE FATORES.....	26
2.5.2 MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA.....	28
2.5.3 PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA ESTABILIZADAS.....	30
2.6 PESQUISAS DESENVOLVIDAS ADERENTES AO TEMA.....	32
2.6.1 USO DE FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DA EXECUÇÃO.....	35
2.6.1.1 Manuais e fichas de verificação.....	35
2.6.1.2 Fluxograma do processo construtivo	36
3. METODOLOGIA.....	38
3.1 ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DE SISTEMAS DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA ESTABILIZADA.....	38
3.2 ELABORAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE CONTROLE E VERIFICAÇÃO	41
3.2.1 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO.....	42
3.3 ACOMPANHAMENTO EM CANTEIRO DE OBRA.....	43

3.3.1 OBSERVAÇÃO <i>IN LOCO</i>	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	47
4.1 VISÃO GERAL E DESCRIÇÃO DO SISTEMA	47
4.2 FASE DE PRÉ-APLICAÇÃO	49
4.2.1 REQUISITOS DE PROJETO	50
4.2.1.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de projeto	52
4.2.2 REQUISITOS DO MATERIAL	54
4.2.2.1 Parâmetros tecnológicos.....	54
4.2.2.2 Recebimento e verificação do Material.....	56
4.2.2.3 Ferramenta de monitoramento dos requisitos do material	57
4.2.3 REQUISITOS DE ARMAZENAMENTO	58
4.2.3.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de armazenamento	60
4.2.4 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO.....	61
4.2.4.1 Limpeza.....	62
4.2.4.2 Uniformização da superfície da base	62
4.2.4.3 Aplicação do chapisco	64
4.2.4.4 Cronograma de execução	66
4.2.4.5 Ferramenta de monitoramento dos requisitos do substrato	67
4.2.5 REQUISITOS DA MÃO DE OBRA	68
4.2.5.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos da mão de obra na pré-aplicação	71
4.2.6 REQUISITOS DE TRANSPORTE.....	72
4.2.6.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de transporte na fase pré-aplicação.....	73
4.3 FASE DE APLICAÇÃO	73
4.3.1 REQUISITOS DE EQUIPAMENTOS.....	75
4.3.1.1 Ferramenta de monitoramento dos equipamentos usados na execução	77
4.3.2 REQUISITOS DE MÃO DE OBRA	78
4.3.2.1 Equipe de execução	80
4.3.2.2 Ferramenta de monitoramento dos requisitos da mão de obra durante aplicação.....	82
4.3.3 REQUISITOS DE PROCEDIMENTO.....	83
4.3.3.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos dos procedimentos de execução	85
4.4 FASE DE PÓS – APLICAÇÃO	86
4.4.1 REQUISITOS DE ACABAMENTO	87
4.4.1.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de acabamento	89
4.4.2 REQUISITOS DE ENSAIOS NORMATIVOS	90

4.4.2.1 Ferramenta de monitoramento dos ensaios normativos	92
4.4.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO.....	93
4.5 RESUMO DO MODELO PROPOSTO PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE SRAE	94
4.5.1 FLUXOGRAMA DOS REQUISITOS TÉCNICOS	95
4.5.1.1 Instruções de utilização do FRT	98
4.5.2 FICHAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO	99
4.5.2.1 Instruções de utilização das FCM.....	99
5. ACOMPANHAMENTO <i>IN LOCO</i>	101
5.1 DO EMPREENDIMENTO	101
5.2 DAS OBSERVAÇÕES	101
5.3 PROJETO DE REVESTIMENTO.....	102
5.3.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE PROJETO.....	103
5.4 RECEBIMENTO	104
5.4.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE RECEBIMENTO.....	105
5.5 ARMAZENAMENTO	106
5.5.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE ARMAZENAMENTO.....	108
5.6 TRANSPORTE.....	109
5.6.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE TRANSPORTE	110
5.7 EXECUÇÃO.....	111
5.7.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE EXECUÇÃO	113
5.8 VERIFICAÇÃO E ACEITAÇÃO	115
5.8.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE VERIFICAÇÃO	115
6. CONCLUSÕES	117
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
ANEXO A (FRT)	131
ANEXO B (FCM).....	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estruturação do método proposto para a dissertação	6
Figura 2 - Etapa 1 da metodologia: desenvolvimento do referencial bibliográfico	7
Figura 3 - Levantamento de referências bibliográficas entre 1999 e 2019	10
Figura 4 - Método de desenvolvimento do mapeamento sistemático da literatura.....	11
Figura 5 - Propriedades exigidas para argamassas nas fases do processo executivo	17
Figura 6 – Produtividade do sistema construtivo.....	26
Figura 7 - Produtividade da mão de obra	26
Figura 8 - Modelo dos fatores para sistemas construtivos	27
Figura 9 - Modelo de entradas e saídas envolvidos na produtividade de execução de SRAE	31
Figura 10 - Símbolo das atividades em um fluxograma.....	37
Figura 11 - Etapa 2 da metodologia: determinação dos requisitos técnicos da execução	39
Figura 12 - Fluxo da formulação dos requisitos técnicos do SRAE.	40
Figura 13- Produtos desenvolvidos na terceira etapa da metodologia: Ferramentas de controle	41
Figura 14 – Produtos desenvolvidos na quarta etapa da metodologia	46
Figura 15 - Requisitos necessários em cada fase de execução do SRAE.....	48
Figura 16 - Requisitos do sistema de revestimento na fase pré-aplicação	49
Figura 17 - Aspectos da mão de obra a serem determinados antes da execução.....	69
Figura 18 - Requisitos do sistema de revestimento na fase de aplicação	74
Figura 19 - Requisitos do sistema de revestimento na fase pós-aplicação	87
Figura 20 - Resumo do modelo proposto	95
Figura 21 – Fluxograma dos requisitos técnicos (FRT).....	97
Figura 22 - Recomendações para preenchimento na FRT.....	98
Figura 23 – Chegada do caminhão betoneira para descarregamento da AER no canteiro.....	105
Figura 24 – Recipiente de recebimento e armazenamento para distribuição, após o momento de descarga da AER pelo caminhão betoneira no canteiro.	107
Figura 25: a) Armazenamento da argamassa em recipientes próximo ao elevador de cargas; b) Armazenamento antes da aplicação em masseiras de madeira.	107
Figura 26 – a) Transporte horizontal da argamassa estabilizada; b) Espera das giricas para subir ao pavimento determinado.....	109
Figura 27- a) Desperdício de material gerado ao longo do transporte; b) endurecimento da argamassa no recipiente pelo transporte exacerbado ao pavimento	110
Figura 28 – Falhas encontradas durante a aplicação da argamassa no substrato a) nas instalações hidrossanitárias; b) nas instalações de ar condicionado e execução das mestras.....	112
Figura 29 - Processo de execução do revestimento argamassado: a) lançamento manual da AER ao substrato preparado; b) realização do acabamento por meio do desempeno e sarrafeamento.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Palavras chave utilizadas na filtragem de pesquisas	9
Tabela 2 – Relação das normas técnicas brasileiras catalogadas e utilizadas no estudo.....	12
Tabela 3 – Propriedades da argamassa de revestimento, no estado fresco, nas fases pré-aplicação e também pós aplicação	15
Tabela 4 – Propriedades da argamassa de revestimento no estado endurecido após a aplicação do material no substrato.....	17
Tabela 5 - Classificação das argamassas para revestimentos, quanto ao fornecimento ou preparo.....	19
Tabela 6 – Fatores influentes no desempenho da execução de revestimentos em argamassa encontrados na revisão bibliográfica	22
Tabela 7 – Possibilidades que podem ser consideradas ao se mensurar a produtividade pela RUP	29
Tabela 8 – Aspectos observados ao longo do acompanhamento in loco	44
Tabela 9 – Especificações e aspectos determinados no projeto de revestimento	51
Tabela 10- Faixas de classificação conforme características e propriedades determinados pelos métodos de ensaios das argamassas para assentamento e revestimentos paredes e tetos.....	55
Tabela 11 - Parâmetros tecnológicos das argamassas de revestimento de acordo com a CSTB	55
Tabela 12 – Requisitos da argamassa e de seu recebimento na etapa de pré-aplicação.....	57
Tabela 13 - Resíduos que precisam ser removidos previamente à aplicação da argamassa na base	62
Tabela 14 – Procedimentos e verificações na base antes da aplicação da argamassa.....	63
Tabela 15 – Idades mínimas recomendadas para a base de revestimento antes da aplicação	66
Tabela 16 - Terminologia dos instrumentos e materiais utilizados na execução de revestimentos em argamassa segundo a ABNT NBR 13529:2013	75
Tabela 17- Requisitos relacionados a mão de obra durante a fase de aplicação da argamassa no substrato que devem ser monitorados e controlados para garantia do desempenho da execução	82
Tabela 18 - Informações sobre os procedimentos construtivos que devem ser seguidos pelos envolvidos na execução do revestimento em argamassa	84
Tabela 19 - Verificações de controle pós-aplicação de revestimento em argamassa.....	88
Tabela 20 – Características do revestimento avaliadas após aplicação de acordo com a ABNT NBR 13749:2013 e ABNT NBR 13528:2010.....	91
Tabela 21 - Requisitos de projeto registrados pelo FCM.....	103
Tabela 22 - Requisitos de recebimento registrados pelo FCM.....	106
Tabela 23 - Requisitos de armazenamento registrados pelo FCM.....	108
Tabela 24 - Requisitos de transporte registrados pelo FCM	111
Tabela 25 - Requisitos de execução registrados pelo FCM	113
Tabela 26 - Requisitos de verificação e aceitação registrados pelo FCM.....	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos do projeto do SRAE.....	52
Quadro 2 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos do material do SRAE	57
Quadro 3 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de armazenamento do SRAE.....	60
Quadro 4 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de preparação do substrato	67
Quadro 5 – Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos da mão de obra na fase pré-aplicação	71
Quadro 6 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de transporte na fase pré-aplicação.....	73
Quadro 7 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos dos equipamentos	77
Quadro 8 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos da mão de obra na fase de aplicação.....	82
Quadro 9 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos dos procedimentos de execução	85
Quadro 10 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de acabamento pós-aplicação	89
Quadro 11 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos dos ensaios normativos	92

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
AER	Argamassa estabilizada de revestimento
FRT	Fluxograma dos requisitos técnicos
FCM	Fichas de controle e monitoramento
RUP	Razão unitária de produção
TCPO	Tabela de composições e preços para orçamentos
SRAE	Sistemas de revestimento em argamassa estabilizada

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria da construção civil vem buscando aprimoramentos na racionalização e industrialização de procedimentos, visto que algumas áreas de produção ainda se caracterizam pelo uso de técnicas tradicionais (SANTOS, 2003; SIQUEIRA, 2016). Parte dos problemas enfrentados são provenientes da ineficiência na gestão de processos construtivos em canteiros de obra e também na falta de especificações elaboradas no projeto.

Esse fenômeno permeia pelas diversas etapas construtivas que compõem a execução de um empreendimento, gerando prejuízos desde a mobilização do canteiro de obras e indo até as fases de acabamento. Dentre os diversos processos, a execução de sistemas de revestimento em argamassa destaca-se como um dos que possui elevado potencial de melhoria, constantemente ocasionando discrepâncias nas estimativas de quantitativo e de tempo de execução em obras civis.

Apesar do emprego de sistemas de revestimentos em argamassa nos ambientes internos e externos (ZANELATTO, 2013), esse sistema permanece exibindo variabilidade considerável tanto no tempo de execução, bem como na qualidade do produto final (PARAVISI, 2008). A oscilação de valores mensurados no canteiro de obras ocorre não só quando se compara empreendimentos de diferentes regiões brasileiras ou empresas de diversos portes, mas também em análises comparativas entre obras de uma mesma construtora ou com localização próxima.

Mawdesley e Al-Jibouri (2010) e Asano (2016) argumentam que a variabilidade nos resultados obtidos acaba limitando a utilização de indicadores de desempenho como ferramentas de auxílio para um acompanhamento objetivo de etapas construtivas. Como consequência, a troca de informações por meio *benchmarking* é prejudicada pela falta de informações técnicas coletadas de maneira uniforme, influenciando negativamente o processo de aprendizado por repetição, que necessita de uma constante retroalimentação de dados não variantes ao longo do tempo.

A necessidade de melhorias no processo executivo de sistemas de revestimentos em argamassa intensificou o desenvolvimento de novos materiais de construção e de técnicas aprimoradas de execução. Essa motivação se deu principalmente pela busca da redução de custos que o setor passou a enfatizar (ZUCCHETTI *et al.*, 2017).

Nas últimas décadas, o mercado nacional passou a explorar mudanças que envolvem não só a tecnologia da argamassa como, por exemplo, o desenvolvimento de argamassa industrializadas (ZANELATTO, 2012; TIGGEMAN e LONGHI, 2017), mas também a

mecanização e otimização das etapas de execução a partir do emprego de sistemas de projeção mecanizados (COSTA, 2005; PARAVISI, 2008; LORDSLEEM JR e SILVA, 2015)

Dentre as diversas inovações empregadas no sistema de revestimento em argamassa pela indústria nacional e que englobam tanto a mecanização do processo como também o emprego de argamassas com propriedades específicas, destaca-se o uso de argamassas estabilizadas (CARASEK, 2010; OLIVEIRA, 2017).

As características que o processo construtivo de revestimento em argamassa possuem e que influenciam diretamente no desempenho da execução desse sistema e que criam oportunidades de melhoria, têm-se : i) a dependência exclusiva de mão de obra manual, fator que aumenta a quantidade de operários exclusivos durante a etapa; ii) o baixo valor do insumo quando comparado a outros materiais de construção, o que retrai a busca pela racionalização do processo; iii) as constantes necessidades de armazenamento e produção do material em canteiro de obras, condição que exige maior logística durante a realização do revestimento; iv) o baixo fator de segurança e de responsabilidade utilizado para desenvolvimento do projeto e da execução, visto que o setor ainda entende que as consequências provenientes de um sistema de revestimento inadequado não são graves como ocorrem em sistemas estruturais, por exemplo (REIS e MELHADO, 1999; LORDSLEEM JR. e SILVA, 2015; ZANELATTO *et al.*, 2013; BRANDSTETTER e FALCÃO, 2013; ZUCCHETTI *et al.*, 2017).

De acordo com Bauer *et al.* (2015) e Oliveira (2017), argamassas estabilizadas são definidas como aquelas dosadas e produzidas em centrais e que são entregues no estado fresco em canteiro de obra prontas para uso. Por meio do emprego de aditivos estabilizadores de hidratação, apresentam tempo de utilização superior as argamassas produzidas em canteiro ou industrializadas (MACIOSKI *et al.*, 2015).

Em etapas prévias às fases de execução em canteiro, a estimativa da produtividade é uma ferramenta para determinação de aspectos essenciais que caracterizam o escopo de um empreendimento: duração parcial de atividades e total de operação, custos diretos e indiretos, relação entre partes interessadas e também da qualidade estabelecida como meta (NAOUM, 2016; NANI *et al.*, 2017).

Além de ser aplicado como indicador de desempenho, a produtividade se torna um parâmetro de monitoramento e controle durante a execução de atividades envolvidas no projeto, isto é, a partir das medições de produtividade torna-se possível avaliar o andamento dos processos construtivos em comparação com as metas previamente estabelecidas e apresentadas pelo cronograma físico-financeiro (ROJAS, 2005; SONG e ABOURIZK, 2008).

Song e AbouRizk (2008) também defendem que a produtividade é um indicador de desempenho da execução que tem potencialidade para fomentar valiosas informações para compor bancos dados ao fim de determinada etapa construtiva. Essas informações, por sua vez, tendem aprimorar o *know-how* para próximos projetos que venham a se desenvolver (THOMAS, 2015).

Santos (2016) argumenta que em sistemas de revestimento em argamassa é ainda mais notório a necessidade de avaliações do desempenho da produção por meio de indicadores de produtividade e de qualidade de execução. Por se tratar de uma etapa construtiva que se caracteriza pelo grande volume de material utilizado, seja em etapas de armazenamento, transporte, execução e descarte, a produtividade passa ser um índice de medição indispensável a fim de monitorar a evolução do cumprimento das atividades (PINHO, 2013; VATIN e GAMAYUNOVA, 2014).

Além disso, o dimensionamento prévio na duração das atividades e na mão de obra requerida são condições exigidas para se garantir o controle efetivo das atividades construtivas envolvidas em determinando empreendimento, principalmente na etapa de execução do revestimento em argamassa (TAVARES e SOMMERFELD, 2014; VATIN e GAMAYUNOVA, 2014).

1.1 JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento e o aumento no emprego de argamassas estabilizadas de revestimento em obras nacionais não foram acompanhados de estudos suficientes a respeito dos requisitos necessários para a maximização do desempenho do sistema de revestimento (CARASEK, 2010; BAUER *et al.*, 2015).

Nesse contexto, Kebhard e Kazmierczak (2017) e Oliveira (2017) argumentam que ainda há carência na quantidade de estudos que abordam a influência que as características das argamassas de revestimento sofrem quando condicionados a determinada formulação e dosagem, bem como pesquisas sobre os métodos de controle e recebimento na obra. Consequentemente, o processo executivo continua apresentando especificações mais genéricas, principalmente pela falta de informações precisas disponíveis para o mercado da construção civil. Esses aspectos tendem a prejudicar o desempenho, nas fases de execução e de uso, do sistema de revestimento e, consequentemente, a aumentar a incidência de manifestações patológicas (DIOGO, 2007; FREITAS *et al.*, 2014).

Bauer *et al.* (2015) e Oliveira (2017) também inferem que as normas brasileiras, em sua maioria, apenas classificam as argamassas em faixas de valores permitidos, não possuindo

qualquer especificação quanto os parâmetros necessários para determinadas condições de projeto. Esse fato acaba comprometendo aspectos da qualidade do produto final entregue ou também da produtividade durante as etapas de execução.

A produtividade é um dos parâmetros utilizados como indicador de desempenho relacionado a produção e a mão de obra mais aplicados em avaliações de projetos, uma vez que na indústria da construção civil ainda se predomina o uso intensivo de processos construtivos não mecanizados (MALONEY, 1982; ROJAS, 2005). Assim, esse índice tem-se sido empregado não apenas durante a execução física em si, como antes se definia, mas sim durante todo o ciclo construtivo do projeto (YIN e CHAN, 2014; NAOUM, 2016).

Nesse cenário, se torna essencial o desenvolvimento de estudos que abordem processos de avaliação, monitoramento e controle que promovam a estruturação de boas práticas, viabilizando de tal modo, o emprego de parâmetros de produtividade e de qualidade de produção de revestimentos de argamassa estabilizada como indicadores de desempenho de execução. Fato esse respaldado por poucas informações disponíveis sobre o tema e que, conseqüentemente, ainda cria barreiras no emprego desse sistema de revestimento frente a outros mais convencionais e estabelecidos no mercado.

Diante do contexto apresentado, o trabalho se justifica pela busca que a indústria da construção civil ainda tem em especificar e padronizar requisitos técnicos que estruturam o sistema de revestimento em argamassa estabilizada, em todas as etapas envolvidas durante a execução (pré-aplicação, aplicação e pós-aplicação), para garantir o desempenho satisfatório em dois aspectos envolvidos na produção: a) na produtividade de execução do revestimento, envolvendo a mão de obra e a logística em canteiro; e b) na qualidade do serviço realizado.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral dessa dissertação é propor diretrizes para melhoria no controle e verificação durante a execução dos sistemas de revestimento em argamassa estabilizada (SRAE) em canteiros de obra, tanto nos aspectos técnicos inerentes a etapas que antecedem o processo construtivo, como também, nos relacionados a aceitação do produto final. Para isso, leva-se em consideração os requisitos necessários a cada um dos aspectos presentes nas etapas construtivas e também as oportunidades de aprimoramento.

Como objetivos específicos desse trabalho têm-se:

- I. Caracterizar e analisar o sistema de revestimento em argamassa estabilizada de obras, particularmente quanto ao projeto, materiais e procedimentos;

- II. Quantificar e explicar sobre os requisitos técnicos que o sistema de revestimento em argamassa estabilizada deve possuir ao longo de suas três fases de execução do canteiro de obras: nas etapas pré-aplicação da argamassa ao substrato, durante a aplicação, e após aplicação; e
- III. Desenvolver ferramentas de avaliação do sistema construtivo que possam contribuir com melhorias no desempenho do processo de execução do revestimento e na qualidade do produto final.

1.3 FRONTEIRAS DA PESQUISA

A limitação do trabalho está no recorte feito para a avaliação do sistema de revestimento em argamassa estabilizada, sendo considerado apenas o desempenho de dois parâmetros durante fase de execução do canteiro de obras: o parâmetro do processo, que envolve produtividade da mão de obra, e o parâmetro do produto, relacionado a qualidade da execução do produto. Dessa forma, a proposta de modelo de avaliação contempla a análise de informações a partir do recebimento de argamassa no canteiro de obras e vai até fase pós-aplicação no substrato e endurecimento, gerando assim o sistema de revestimento finalizado.

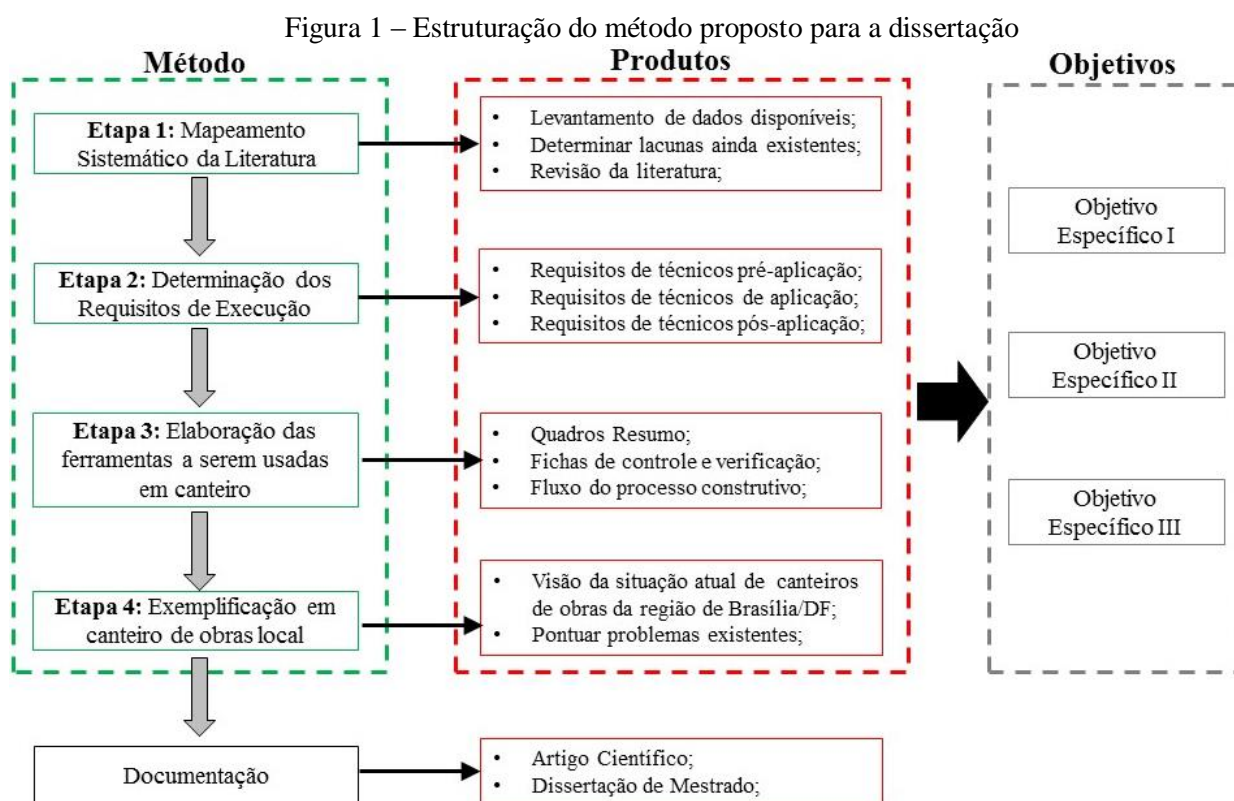
O desempenho do sistema de revestimento nas fases de uso e no fim de sua vida útil não são abordadas nessa pesquisa. Dessa forma, não abordado na análise o comportamento ao longo da sua vida útil, ou seja, térmico, acústico, de estanqueidade a água e também de durabilidade. Também não se inclui aspectos ambientais e de sustentabilidade, como por exemplo a facilidade de reuso ou reciclagem do material após o fim da utilização.

O sistema avaliado é constituído por argamassa estabilizada de revestimento com armazenamento em canteiro de obras no estado úmido, com o substrato já preparado para a aplicação da argamassa de revestimento. Considera-se apenas o lançamento do material na base pelo método convencional, isto é, pelo operário manuseando colher de pedreiro. Optou-se por essa configuração por ser a mais comum no Distrito Federal e entorno, locais que serviram como pontos de observação *in loco*.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

O método da pesquisa consistiu em uma investigação sistemática de dados e processos científicos disponíveis na literatura nacional e internacional, a fim de desenvolver e ampliar o conhecimento acerca da temática. Além disso, dado a necessidade que a indústria da construção civil ainda tem em obter informações objetivas, o trabalho também propõe contribuir com a organização dos requisitos técnicos de produção de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada em obras, considerando como as variáveis de avaliação: a produtividade da mão de obra e a qualidade de execução em canteiros de obra.

O método é estruturado conforme o fluxograma ilustrado na Figura 1. Em verde tem-se a fundamentação do método proposto de acordo com uma estrutura de pesquisa. Os retângulos em vermelho seguidos das setas indicam os potenciais produtos que cada uma das fases irá gerar na pesquisa. Essas saídas visam atender os objetivos específicos que foram estabelecidos na estruturação do trabalho atual.



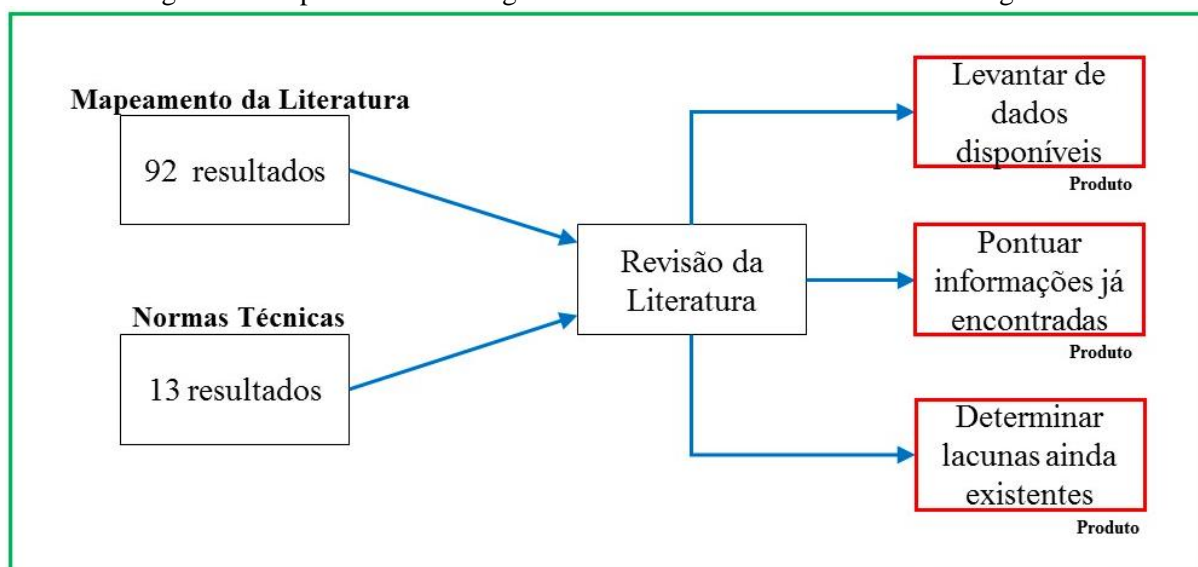
Fonte: Autoria Própria (2019)

Para que os objetivos fossem alcançados, foi proposto desenvolver como produto diretrizes para verificação e controle dos requisitos de entradas no sistema construtivo de revestimento, considerando as etapas antes, durante e após a aplicação. A estrutura da

metodologia tem em sua fase inicial, a conscientização do problema por meio do mapeamento sistemático e posterior revisão da literatura.

A partir da estruturação das informações provenientes do mapeamento sistemático da literatura, em que 92 referências foram consideradas aderentes ao tema e com potencial para auxílio no desenvolvimento da dissertação, em conjunto com as 13 normativas técnicas formalizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foram levantados dados disponíveis e também identificados lacunas existentes. O fluxo é evidenciado na Figura 2.

Figura 2 - Etapa 1 da metodologia: desenvolvimento do referencial bibliográfico



Etapa 1: Mapeamento Literatura

Fonte: Autoria Própria (2019)

A seguir, será descrito de forma mais detalhada as etapas que compõe o método com qual foi desenvolvido o mapeamento sistemático da literatura presente na dissertação.

1.4.1 MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

A primeira etapa do método, que consiste no levantamento de informações disponíveis na literatura nacional e internacional para que a pesquisa pudesse ser desenvolvida, foi iniciada após a definição do tema e também do traçado sobre o objetivo geral e os específicos.

Essa fase foi dividida em duas atividades principais: o levantamento de pesquisas científicas aderentes ao tema por meio do mapeamento sistemático da literatura, e os estudos técnicos dos trabalhos relevantes que determinam pontos pertinentes para serem explorados na pesquisa atual.

1.4.1.1 Parte 1: Levantamento de referências aderentes ao tema

O campo de procura considerou não só estudos que exploraram indicadores de desempenho da produtividade e qualidade da execução de paredes internas e externas com revestimento argamassado, mas também de outros sistemas construtivos para que aspectos de controle e verificação de produtividade e qualidade pudessem ser analisados e possivelmente adaptados para a temática. O mapeamento sistemático da literatura (*Mapping Study*), foi fundamentado nas técnicas aplicadas por Machado *et al.* (2017) e Rodrigues *et al.* (2017).

Além disso, o escopo do trabalho se limitou a produções entre o período de 1999 (ano que ocorreu o III Simpósio Brasileiro de Argamassa (SBTA) , até março de 2019, momento no qual foi finalizado o mapeamento.

Foi priorizado identificar dados provenientes de fontes científicas que se encaixavam no tema e no escopo proposto. A busca foi separada em duas categorias independentes. A primeira se fundamentou em encontrar artigos científicos relevantes, utilizou-se tanto as bases eletrônicas *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct*, Centro de Referência e Informação da Habitação (Infohab) e Portal de Periódicos da Capes, como também anais de eventos renomados e relacionados à argamassa de revestimento, que foram eles SBTA e ENTAC.

Já a segunda categoria focou em dissertações de mestrado e teses de doutorado desenvolvidas em universidades utilizando como base principal o Banco de Teses da Capes, o Portal de Periódicos da Capes e também diretórios eletrônicos de universidades brasileiras e internacionais.

Dessa forma, esse levantamento da literatura engloba os seguintes campos:

- Teses de Doutorado;
- Dissertações de Mestrado;
- Artigos publicados e apresentados em congressos científicos;
- Artigos publicados em revistas indexadas.
- Normas Técnicas

Na etapa de busca de fontes, os termos de busca nas plataformas foram conjugados através do conector “AND” e de seis palavras chave: *Mortar*, *rendering*, *productivity*, *performance*, *coating* e *quality*. As mesmas também foram pesquisadas na língua portuguesa em nas plataformas determinadas. Segue na Tabela 1, os termos aplicados nas plataformas eletrônicas.

Tabela 1 – Palavras chave utilizadas na filtragem de pesquisas

Inglês	Português
<i>MORTAR</i>	Argamassa
<i>RENDERING</i>	Revestimento/Reboco
<i>PRODUCTIVITY</i>	Produtividade
<i>PERFORMANCE</i>	Desempenho
<i>COATING</i>	Revestimento
<i>QUALITY</i>	Qualidade

Assim, essas combinações originaram termos compostos que serviram como primeiro agente filtrante na obtenção de trabalhos científicos que realmente estivessem relacionados ao escopo já definido na primeira etapa. Nessa etapa foram detectadas 271 referências com potencial para serem aderentes aos estudos de desempenho da execução em sistemas de revestimentos.

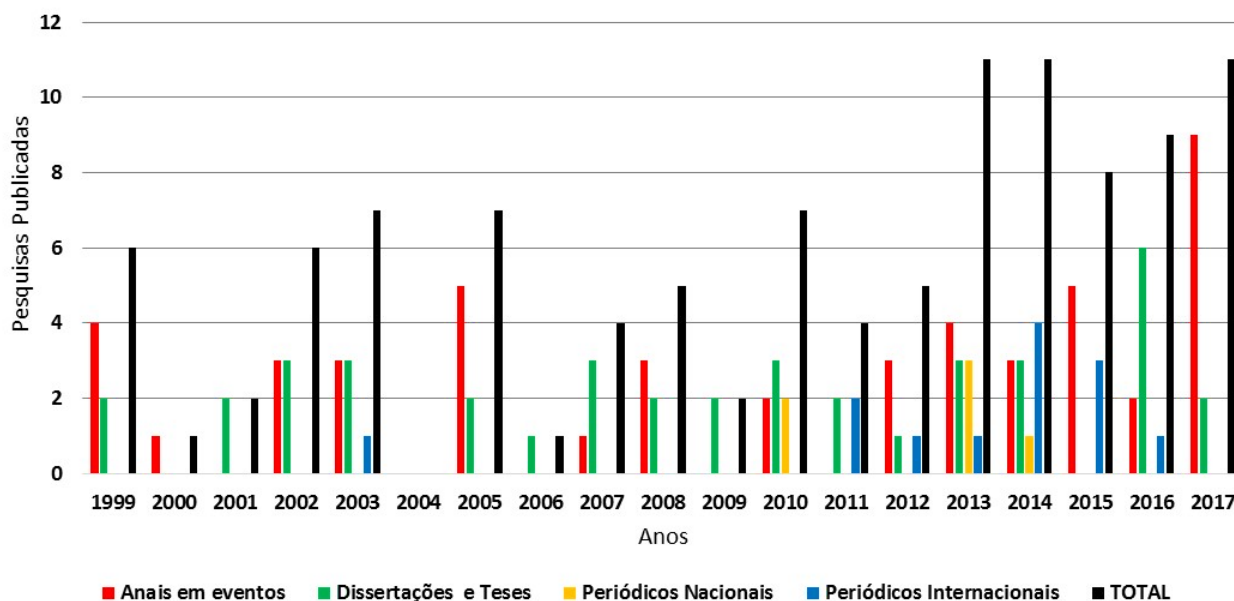
A segunda etapa foi realizada após o levantamento de dados por meio das plataformas digitais. Nesse momento ocorreu a leitura dos títulos e das palavras chave de cada trabalho a fim de assegurar sua familiaridade com o tema proposto, ocorrendo nessa etapa a segunda filtragem dos resultados e, conseqüentemente, garantindo uma avaliação direcionada.

Após a segunda filtragem das pesquisas, os 271 trabalhos que na primeira etapa foram identificados foram reduzidos para 107 pesquisas, visto que apenas estudos que avaliaram aspectos da índole construtiva de sistemas de revestimento, como por exemplo: produtividade da mão de obra, qualidade da execução, índice de perdas de material, custos de execução e racionalização de etapas, foram aceitos como temas aderentes ao que está sendo proposto para a pesquisa atual.

Na terceira etapa, por outro lado, as bibliografias selecionadas foram transferidas e catalogadas em planilhas eletrônicas, onde foram categorizadas pelo ano de publicação, universidade de origem, nome dos autores, palavras chave utilizadas, congresso ou revista que foi publicada, enfim, parâmetros que serviram posteriormente como indicadores na análise sistêmica da literatura. Assim, foi concretizada uma última busca nas plataformas eletrônicas e uma última revisão do banco de dados originado pelas fases anteriores do mapeamento.

Levando em consideração produções entre o período de 1999 a 2019, na Figura 3 é apresentada a distribuição dos 107 trabalhos aderentes ao tema e seus respectivos anos de publicação.

Figura 3 - Levantamento de referências bibliográficas entre 1999 e 2019



Bases de Pesquisa: *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct*, Centro de Referência e Informação da Habitação (Infohab), Portal de Periódicos da Capes, Anais SBT/ENTAC.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Percebe-se que a quantidade de pesquisas se manteve praticamente constante entre os anos de 1999 e 2010, com cerca de seis pesquisas por ano e variando o tipo de trabalho publicado. Já nos anos de 2011 e 2012 houve uma diminuição de estudos no setor, principalmente na quantidade de dissertações de mestrado e também em periódicos. Entretanto, a partir do ano de 2011 vem se observando um considerável aumento no volume de publicações sobre estudo do desempenho de execução de sistemas de revestimentos em obras.

O fato pode estar relacionado com a procura da indústria, que vem almejando a racionalização de processos e melhorias dos aspectos de produção a fim de reduzir custos.

1.4.1.2 Parte 2: Seleção dos estudos base para o referencial bibliográfico

Uma vez encontradas pesquisas aderentes o desempenho de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada, a segunda parte do mapeamento consistiu na identificação de trabalhos que abordaram um dos dois aspectos: i) requisitos técnicos da argamassa em canteiro de obras, ii) uso de indicadores de produtividade e qualidade como critérios de desempenho para avaliar processos construtivos.

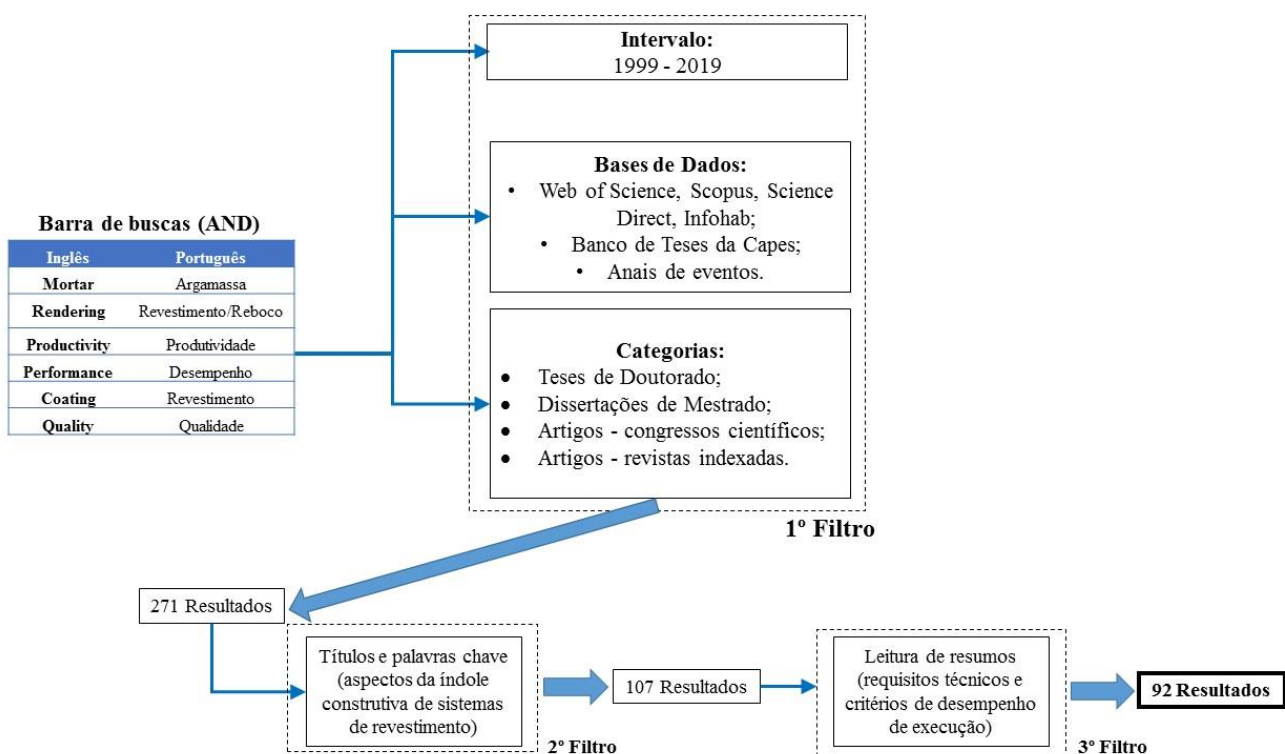
Assim, todas as 107 referências, devidamente filtradas na parte 1, tiveram os resumos lidos e analisados para que fosse possível a identificação das que se encaixavam nos aspectos da pesquisa. Além disso, buscou-se determinar o contexto em que estudos de sistemas de

revestimento em argamassa se encontravam, para que assim fosse possível realizar análises comparativas com as informações disponíveis sobre argamassas estabilizadas de revestimento.

Também foi priorizado encontrar ferramentas de avaliação em processos construtivos com foco em produtividade e qualidade de execução, os dois indicadores de desempenho considerados na pesquisa atual. A partir dessas, pode ser desenvolvido estudos de viabilidade na implantação dos métodos, além de determinar alterações objetivas que amplifiquem a eficácia durante a avaliação da produção de revestimentos em argamassa.

Na Figura 4 é ilustrado o procedimento no mapeamento sistemático da literatura e que resultou em 92 resultados aderentes e que foram utilizados na elaboração do referencial bibliográfico da pesquisa.

Figura 4 - Método de desenvolvimento do mapeamento sistemático da literatura



Fonte: Autoria Própria (2019)

Por último, lacunas de informações referentes ao desempenho das variáveis produtividade e qualidade em SRAE foram identificados e categorizados em dois principais campos: i) requisitos necessários durante as fases construtivas (antes, durante e após aplicação da argamassa); e ii) monitoramento e controle da produtividade da mão de obra e da qualidade de produção em canteiro de obras. Assim, a partir desses espaços ainda não determinados por literaturas anteriores é que o método científico da pesquisa atual tenta investigar e, possivelmente, encontrar informações embasadas e de relevância acadêmica e tecnológica.

1.4.2 INCLUSÃO DAS NORMATIVAS TÉCNICAS

Após a determinação das 92 referências que estruturaram o referencial bibliográfico da dissertação, notou-se a necessidade de encontrar as diretrizes técnicas que guiam a execução de revestimentos argamassados nos canteiros de obras brasileiros.

No país, cabe a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) realizar a padronização de processos produtivos, produtos, formas de avaliação, documentos e afins por meio de normativas técnicas. Logo, tanto para o material argamassa, quanto para o processo produtivo, existem normas técnicas que fundamentam seus requisitos, os ensaios a serem realizados, as exigências mínimas necessárias, entre outros parâmetros.

Dessa maneira, foram adicionadas ao mapeamento sistemático da literatura todas as normas brasileiras que referem ao sistema de revestimento em argamassa e também a argamassa inorgânica, totalizando 13 documentos (Tabela 2).

Tabela 2 – Relação das normas técnicas brasileiras catalogadas e utilizadas no estudo

Norma Técnica	Descrição
ABNT NBR 7200: 1998	Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento.
ABNT NBR 13276:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.
ABNT NBR 13277:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.
ABNT NBR 13278:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado.
ABNT NBR 13279:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão axial.
ABNT NBR 13280:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido.
ABNT NBR 15258:2005	Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração.
ABNT NBR 15259:2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade.
ABNT NBR 13281: 2005	Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.
ABNT NBR 13528: 2010	Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência a tração.
ABNT NBR 13529: 2013	Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia.
ABNT NBR 13749: 2013.	Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.
ABNT NBR 13755: 2017.	Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento.

Fonte: Autoria Própria (2019)

Percebe-se que nenhum dos documentos citados abordam especificamente de sistemas que utilizam argamassa estabilizadas, uma vez que ainda não foi desenvolvido no país normativas técnicas sobre o tema. Entretanto, as informações fornecidas por essas normas mais gerais auxiliam na determinação de requisitos técnicos e critérios mínimos que as variáveis envolvidas na execução do revestimento devem ter ao longo do processo.

Por mais que a ABNR NBR 13755:2017 seja relacionada à utilização de placas cerâmicas e argamassa colante, nela há uma série de especificações importantes sobre o preparo de substrato, condições do reboco e critérios de aceitação. Dessa forma, a norma foi um instrumento importante no embasamento das diretrizes.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para que os objetivos fossem concluídos, a dissertação foi estruturada em cinco partes principais. O primeiro capítulo, já apresentado, introduz o tema proposto e justifica a escolha no cenário científico, além de explicar o método aplicado para o desenvolvimento da pesquisa.

No Capítulo 2 foi realizada a revisão da literatura, sendo desenvolvida a análise da literatura nacional e internacional sobre os tópicos aderentes ao tema. O capítulo foi dividido em duas áreas de abordagem: revestimento em argamassa e produtividade de sistemas construtivos.

No terceiro capítulo há a metodologia aplicada na dissertação, em que é esclarecido todo o processo de desenvolvimento da pesquisa e dando assim, continuidade ao mapeamento sistemático e a revisão da literatura etapas essas explicadas no capítulo inicial.

No quarto capítulo encontram-se as propostas de diretrizes relacionadas aos requisitos técnicos da execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada. Além disso, foram desenvolvidas ferramentas a fim de auxiliar o monitoramento, em canteiro de obras, da produtividade e da qualidade de execução de sistemas de revestimento argamassados. Os dois instrumentos elaborados são fluxogramas de acompanhamento e as fichas de controle e monitoramento. Assim, as diretrizes e as ferramentas de avaliação estruturam a proposta de modelo desenvolvida nessa pesquisa.

No Capítulo 5 da dissertação, é abordado o acompanhamento de um canteiro de obras localizado região Noroeste de Brasília, em que foi obtido, por meio de observação in loco, dados referentes ao cenário em que sistemas de revestimento em argamassa estabilizadas são produzidos. Dessa forma, foi possível encontrar oportunidades de melhoria, além de ter sido possível testar algumas utilizações das ferramentas elaboradas.

Por último, no sexto capítulo se encontram as conclusões finais e sugestões para a continuação da pesquisa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura dá prosseguimento ao mapeamento sistemático da literatura a fim de garantir a aplicação do método científico proposto e, conseqüentemente, o cumprimento do objetivo da dissertação. Dessa forma, uma vez que o mapeamento identificou 92 referências aderentes ao tema e 13 normas técnicas que envolvem o material argamassa e/ou o processo construtivo de revestimentos, foi possível criar a base de conhecimento que fundamentou essa pesquisa.

A partir da revisão de estudos nacionais e internacionais desenvolvidos nos últimos anos, esse capítulo apresenta uma série de informações relevantes à pesquisa e que não só fundamentam a metodologia desenvolvida, mas também justificam a necessidade de um maior aprofundamento científico a respeito da temática envolvida.

Dessa forma, a argamassa estabilizada como componente de sistemas de revestimento, a produtividade em processos construtivos e a aplicação de indicadores de desempenho são os tópicos base que constituem as três bases dessa pesquisa.

2.1 A ARGAMASSA E SUAS PROPRIEDADES

Conforme a ABNT NBR 13281:2005 indica, a argamassa pode ser conceituada como mistura homogênea de agregado (s) miúdo (s) aglomerante (s) inorgânico (s) e água contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento.

Desde o início do século XIX, esse material é o insumo mais utilizado nos sistemas de revestimento manual e projetado na construção civil brasileira, com destaques também na França, Inglaterra e Rússia (SANTOS, 2003; PARAVISI, 2008).

Suas propriedades podem ser divididas em dois estados principais que o material passa durante seu emprego como insumo de um sistema de revestimento: o estado fresco e o endurecido. Assim, é essencial que a argamassa possua os requisitos especificados para as duas fases a fim de garantir o desempenho esperado (TREVISOL JR, 2015; ASANO, 2016).

Entretanto, Bauer *et al.* (2005) e Carasek (2010) defendem que existem dois momentos em que os parâmetros exigenciais da argamassa no estado fresco devem ser satisfatórios em sistemas de revestimento: antes da aplicação no substrato e nos momentos após a aplicação.

Tratando-se primeiramente da argamassa no estado fresco, diversos pesquisadores procuraram identificar e conceituar cada uma de suas propriedades a partir de ensaios e discussões. Santos (2003), Do Ó (2004), Bauer *et al.* (2005), Sousa (2005), Filho (2013), e Asano (2016) descrevem as principais propriedades no estado fresco como: trabalhabilidade,

plasticidade, consistência, densidade de massa, retenção de água, teor de ar incorporado e adesão inicial.

Na Tabela 3 são resumidos os conceitos que esses trabalhos citados indicaram para cada um desses parâmetros, dividindo-se o estado fresco da argamassa de revestimento nos momentos pré-aplicação e também logo após o lançamento do material à base.

Tabela 3 – Propriedades da argamassa de revestimento, no estado fresco, nas fases pré-aplicação e também pós aplicação

	Propriedade	Conceito
Fase Pré – Aplicação (Estado Fresco)	Trabalhabilidade	Propriedade relacionada com facilidade de operação com a argamassa, incluindo seu manuseio e aplicação. A trabalhabilidade é a propriedade com tradução mais ampla dentre todas, visto que é influenciada pelas demais. Assim, é mensurada por aspectos como por exemplo: tempos excessivos ou rápido de pega; segregação ou exsudação excessiva; fluidez demasiada ou insuficiente; baixa ou alta adesão inicial; aspereza elevada ou pastosa. Entretanto, a maior influência da trabalhabilidade ocorre pela plasticidade e consistência da argamassa.
	Plasticidade	É a propriedade que a argamassa tem em se deformar, sem que ocorra ruptura, quando há forças atuando sob o material. Além disso, quando as forças são superiores àquelas que sua condição elástica, a deformação se mantém mesmo ao remover a solicitação. Essa propriedade é influenciada principalmente pelo teor de ar incorporado, teor de finos, natureza e teor de aglomerantes, granulometria dos agregados e presença de aditivos.
	Teor de Ar Incorporado	É a propriedade que confere a argamassa maior leveza, plasticidade e trabalhabilidade a partir da formação de microbolhas entre as partículas de aglomerante, agregados e água.
	Densidade de Massa	É a propriedade relativo ao peso do material em uma quantidade determinada de volume. A densidade de massa afeta diretamente a trabalhabilidade. Além disso, é influenciada pelo teor de ar incorporado e pela natureza dos agregados.
Fase Pós-Aplicação	Consistência	Propriedade que a argamassa possui em resistir às deformações que lhe são impostas através da ação de forças, isto é, resistência do material ao escoamento. A consistência também pode ser mensurada a partir de parâmetros reológicos como tensão de escoamento e viscosidade. Essa propriedade tem influência do teor de ar incorporador, teor de água, natureza e granulometria do agregado, teor de aglomerante.

	Propriedade	Conceito
Fase Pós-Aplicação (Estado Fresco)	Retenção de Água	Propriedade da argamassa em manter a quantidade de água em sua composição e, conseqüentemente, suas propriedades no estado fresco por um período de tempo. Assim, esse parâmetro permite que o material resista a evaporação, exsudação, sucção excessiva do substrato e reações de hidratações. A retenção de água recebe influência do teor de finos da argamassa, da presença ou não de aditivos e da natureza dos aglomerantes.
	Adesão Inicial	Propriedade que confere ao material a capacidade de fixar-se ao substrato imediatamente após a aplicação. Essa ancoragem inicial é influenciada pelas propriedades reológicas do material, pela retenção de água e pelas condições de aplicação e substrato.
	Porosidade	Propriedade que garante o fluxo de água do meio mais concentrado (argamassa) para a região com menos concentração (substratos), promovendo assim o transporte da pasta cimentícia para a superfície porosa da base e, conseqüentemente, influenciando intertravamento mecânico do material por meio da ancoragem.

Fonte: Adaptado de Santos (2003), Do Ó (2004), Bauer *et al.* (2005), Sousa (2005), Filho (2013), e Asano (2016)

O estado endurecido começa a governar as propriedades da argamassa a partir da hidratação das partículas de cimento, período em que a pega do material se inicia e, conseqüentemente, ocorre o aumento de seu módulo de elasticidade, perdendo plasticidade e adquirindo resistência mecânica.

Para as propriedades da argamassa endurecido, Saraiva (1998), Araújo Jr. (2004), Bauer *et al.* (2005) e Filho (2013) contabilizam diversos parâmetros que regem o estado endurecido, podendo ser resumidos em 4 principais: aderência, resistência mecânica (tração e compressão), capacidade de absorver deformações, permeabilidade.

A Tabela 4 explora cada uma dessas propriedades a partir de conceitos trabalhados nas pesquisas citadas acima.

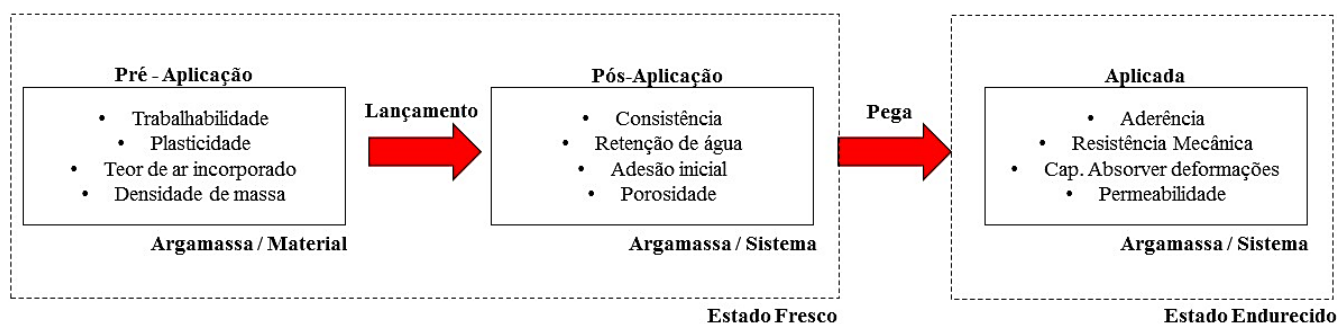
Tabela 4 – Propriedades da argamassa de revestimento no estado endurecido após a aplicação do material no substrato

	Propriedade	Conceito
Fase Aplicada (Estado Endurecido)	Aderência	Propriedade que garante a argamassa se fixar ao substrato por meio da ancoragem física/química, criando o sistema de revestimento e influenciando diretamente seu desempenho. A aderência é afetada por parâmetros da argamassa (retenção de água, natureza dos materiais, teor de aglomerantes), do substrato (permeabilidade, rugosidade, tortuosidade) e da interface argamassa/substrato (extensão de aderência)
	Resistência Mecânica	Essa propriedade diz respeito ao estado de consolidação interna capaz de suportar esforços mecânicos, sem que ocorra fratura, de várias origens e tipologias (tração, compressão e cisalhamento). Ela se divide em 2 tipos de acordo com os tipos ações de forças: resistência a compressão, resistência a tração na flexão.
	Capacidade de absorver deformações	Propriedade relacionada a capacidade do material em absorver ou até mesmo seguir deformações impostas por ações de forças atuantes, sejam elas internas ou externas. Está relacionada com o módulo de elasticidade.
	Permeabilidade	Propriedade que a argamassa tem de possibilitar a passagem de água em seu volume material, podendo ocorrer por capilaridade, difusão ou infiltração. A permeabilidade da argamassa é principalmente influenciada pela granulometria e natureza do agregado, pelo teor de finos e pela presença de aditivos.

Fonte: Adaptado de Saraiva (1998), Araújo JR. (2004), Bauer *et al.* (2005) e Filho (2013)

Considerando os três principais momentos que a argamassa necessita garantir desempenho em seus parâmetros emergenciais, na Figura 5 se encontram resumidas as propriedades que precisam ser consideradas pelos profissionais responsáveis pelo projeto de revestimento e pela execução do revestimento no canteiro de obras ao se especificar uma argamassa que atenda determinadas condições do projeto de revestimento.

Figura 5 - Propriedades exigidas para argamassas nas fases do processo executivo



Fonte: Autoria Própria (2019)

2.2 ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DE REVESTIMENTO

O desenvolvimento de novas tecnologias, tanto nas esferas de melhorias no material como no processo executivo, foi impulsionado pela necessidade de melhoria do sistema de revestimentos em canteiros de obra (PARAVISI, 2008; ZUCCHETTI *et al.*, 2017).

Dentre as diversas inovações absorvidas pelo mercado nacional, que englobam tanto a mecanização do processo como também o emprego de argamassas de características aprimoradas (ZANELATTO, 2012; PINHO, 2013; ZUCCHETTI *et al.*, 2017), cita-se o uso de argamassas estabilizadas de revestimento (AER) em obras.

Oliveira (2017) define argamassas estabilizadas como aquelas que tem preparação em centrais dosadoras, com entrega e armazenamento no canteiro de obras em seu estado fresco e que podem ser utilizadas sem perder suas propriedades por um tempo superior ao de argamassas produzidas em canteiro ou industrializadas.

Carasek (2010), Bauer *et al.* (2015) e Oliveira (2017) indicam que essas argamassas têm em sua composição cimento e areia de granulometria muito fina, além do emprego de aditivos incorporadores de ar (AIA) e aditivos estabilizadores de hidratação (AEH). Esses autores explanam que a função dos incorporadores de ar se relaciona com a plasticidade e trabalhabilidade do material, enquanto que os estabilizadores atuam no controle de hidratação do cimento, inibindo sua reação enquanto a argamassa estiver saturada de água.

E é justamente o emprego desses aditivos que provoca a necessidade de cuidados especiais ao empregar esse material em canteiros de obra. Uma das especificações adotadas pela indústria quando se armazena essa argamassa em canteiro de obras é a utilização de uma lâmina de água, com espessura entre 15 mm a 20 mm, na superfície do material a fim de manter a umidade e as propriedades do estado fresco durante o tempo de estabilização (CASALI *et al.*, 2011; TREVISOL JR, 2015).

Casali *et al.* (2011) observaram que a utilização da lâmina de água em 5 lotes de AER afetaram diretamente na perda do índice de consistência das argamassas. Além disso, as maiores resistências mecânicas foram medidas nas argamassas sem a lâmina de proteção, fenômeno esse que os autores justificam como o possível aumento na relação água cimento que o emprego dessa técnica de armazenamento pode provocar.

Oliveira (2017) também observou em suas amostras que a aplicação da lâmina de água apenas é adequada para AER com algumas faixas de tempo de estabilização. Para argamassas com menores quantidades de aditivos estabilizadores de hidratação, foi constatado perdas nas

propriedades mecânicas e também elevação exacerbada na fluidez, propriedades que afetam diretamente o desempenho do sistema de revestimento.

De acordo com Souza e Daré (2014) e Macioski *et al.* (2015), o emprego das AER visou ganhos na produtividade durante a execução de revestimentos. A partir da minimização de etapas, como por exemplo a eliminação produção do material em canteiro, a redução no volume estocagem e no fluxo transporte, construtores passaram a optar pelo uso de argamassas estabilizadas no cenário nacional, ganhando destaque no Distrito Federal nos últimos 10 anos (OLIVEIRA; 2017).

Entretanto, Macioski *et al.* (2015), Bauer *et al.* (2015), Trevisol Jr (2015) e Oliveira (2017) argumentam que a falta de especificações vem prejudicando na ampliação do uso desse tipo de argamassa no mercado. Os autores ratificam que a complexidade e particularidade desse material, em conjunto com a ausência de informação fornecida pelos fabricantes, ainda causa receio em profissionais do setor.

Em consequência disso, ainda há uma considerável variabilidade de comercialização das argamassas estabilizadas de revestimento entre as regiões do Brasil e entre empresas de porte diferentes.

Além disso, mesmo com uma considerável evolução que a ABNT NBR 13281:2005 possibilitou na classificação e nas metodologias de ensaio de diversos tipos de argamassa, as informações técnicas limitaram-se apenas na avaliação do material. Não foi especificado por exemplo, recomendações quanto as condições de aplicação das argamassas de revestimento e também diretrizes quanto ao projeto de revestimentos em argamassa.

Enquanto isso, a ABNT NBR 13529:2013 apenas classifica as argamassas de acordo com o seu fornecimento ou preparo (Tabela 5), não sendo elaborado nenhuma normatização em relação dos tipos de argamassa com especificações próprias que cada projeto de revestimento venha a ter (BAUER *et al.*, 2015; OLIVEIRA, 2017).

Tabela 5 - Classificação das argamassas para revestimentos, quanto ao fornecimento ou preparo

Argamassa dosada em central	Materiais constituintes têm medição e misturas em usina dosadora, sendo fornecida no estado fresco para uso
Argamassa preparada em obra	Materiais constituintes medidos e misturados no próprio canteiro de obras
Argamassa Industrializada	Dosagem controlada em usina por instalação industrial, fornecida embalada ou a granel.
Mistura semi-pronta para argamassa	Mistura embalada seca, onde há adição de aglomerantes e aditivos em obra.

Fonte: Adaptada da ABNT NBR 13529:2013

A ausência de diretrizes de projeto de acordo com as especificações da argamassa em normas técnicas brasileiras acaba aumentando incertezas, técnicas e jurídicas, por parte dos profissionais da construção civil, de quais aspectos devem ser considerados na determinação do sistema de revestimento como um todo.

Além disso, essas lacunas de recomendações técnicas ocasionam a heterogeneização da execução do processo executivo na indústria da construção civil brasileira e, por conseguinte, a entrega de revestimentos argamassados não uniformes quando se compara diferentes obras civis pelo país.

2.3 FATORES INFLUENTES NO DESEMPENHO DA EXECUÇÃO EM SISTEMAS REVESTIMENTO EM ARGAMASSA

A análise das pesquisas científicas encontradas no mapeamento sistemático da literatura corroborou na localização de fatores influentes na produtividade da mão de obra durante a execução de revestimentos em argamassa e também na qualidade do produto final entregue no final das etapas construtivas. Vale ressaltar que esses dois aspectos são as variáveis consideradas, por esse trabalho, como indicadores de desempenho da execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada (AER).

Para a AER, a ABNT NBR 13529:2013 apenas enquadra o material na classificação como uma argamassa dosada em central, não havendo nenhuma especificação quanto as condições necessárias para o emprego em projetos.

Bauer *et al.* (2015) e Oliveira (2017) comentam que esse caráter unicamente categórico abordado pelas normas criou uma lacuna entre a tecnologia e o emprego em projetos. Assim, os profissionais do setor construtivo, como projetistas e engenheiros, não possuem direcionamento sobre o que cada classificação representa em termos de desempenho potencial do sistema a pequeno e longo prazo (PINHO, 2013).

Para Gerek *et al.* (2014), a falta de um direcionamento eficaz e fundamentação objetiva acaba propiciando variações na relação fabricante, construtoras e clientes. Essas variações, por sua vez, se traduzem em contratos de serviço mal elaborados, orçamentos incoerentes, cronogramas de execução inviáveis, remunerações para operários efetuadas de forma não padronizadas, entre outros.

A falta de direcionamento aos requisitos técnicos que o sistema de revestimento deve possuir também prejudica a qualidade de projetos elaborados, apresentando constantemente um embasamento técnico insuficiente e pouco claro perto de outros projetos, como por exemplo os estruturais ou os elétricos (MACIEL e MELHADO, 1999; SABBATINI, 1990).

Estudos de Naoum (2016) inferem que o planejamento ineficaz de qualquer etapa construtiva é o principal fator prejudicial ao desempenho de produtividade de execução, ficando em primeiro lugar em um ranking composto de outros 45 fatores. A partir de uma profunda revisão bibliográfica internacional e de uma pesquisa com 36 entrevistados, incluindo gerentes de contrato e gerentes de obra, o autor conseguiu enumerar os parâmetros que mais influenciam negativamente a produtividade de sistemas construtivos. Os 5 aspectos mais determinantes evidenciados no estudo foram: i) planejamento do projeto ineficiente; ii) atrasados causados por erros de projeto e mudanças contínuas; iii) comunicação falha entre as partes; iv) ambiente de trabalho conturbado e; v) limitações do trabalhador.

O projeto de revestimento a ser seguido em canteiro também deve levar em conta possíveis condições climáticas a serem apresentadas. Almeida (2010) e Zanelatto *et al.* (2013) indicam que produção de revestimentos em períodos de temperatura baixa (inferiores a 5°C) podem afetar e secagem do material, propiciando a formação de manchas e também de carbonatação. Já em temperaturas elevadas (superiores a 35°C) é comum a formação de tensões internas devido a diferença térmica entre regiões, ocasionando a retração e fissuração do reboco (PAES, 2004; FILHO, 2013).

Selmo e Silva (1998) e Diogo (2007) argumentam que os fatores influenciadores no desempenho da produção de revestimentos em argamassa estão presentes em oito etapas ao longo do tempo, são elas: concepção, projeto, materiais, planejamento, execução, controle, uso e manutenção. Dessa forma, é essencial que o monitoramento e controle da execução do sistema construtivo envolva todas essas fases para que os objetivos sejam garantidos, não focando em gerenciamentos pontuais ou periódicos.

Já os trabalhos de Zanelatto (2012) e Zanelatto *et al.* (2013) abordaram a influência da técnica de execução no comportamento do revestimento em argamassa, encontrando fatores que trouxeram benefícios para as propriedades do sistema, como por exemplo o tempo de mistura adequado da argamassa, a preparação do substrato antes da aplicação e execução não exagerada do sarrafeamento e desempenho. Ao mesmo tempo, as pesquisas determinaram que a espessura de camada exageradas interferem negativamente a adesão inicial do revestimento.

Além disso, as duas pesquisas concluem que a etapa de aperto deve ser sempre praticada, mesmo em lançamentos projetados, para que a aderência seja garantida. Por último, foi enfatizada a necessidade de treinamento e experiência da mão de obra durante as etapas de acabamento (alisamento, sarrafeamento e desempenho), visto que ensaios onde as técnicas foram executadas prolongadamente resultaram em valores de resistência a aderência 80% menores quando comparadas aos lotes que tiveram um maior controle na execução.

Percebe-se então que a formulação de novas pesquisas é essencial para garantir a expansão de informações disponíveis para a indústria da construção e também para especificar a utilização de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada, criando critérios de aceitação nas fases de pré-aplicação, execução e também pós-aplicação.

Conseqüentemente, unindo essas especificações com processos mais racionalizados e uniformizados, o desempenho desse sistema de revestimento em argamassa tende a ser garantido nas fases de execução no canteiro de obras e também ao longo de sua vida útil (CASALI *et al.*, 2011; KEBHARD e KAZMIERCZAK, 2017).

Diogo (2007); Paravisi (2008); Pinho (2013); Tsehayae e Fayek (2014); Yin e Chan (2014); Gerek *et al.* (2014); Vatin e Gamayunova (2014); Thomas (2015); Lordsleem Jr e Silva (2015); Santos (2016); Asano (2016) encontraram em seus estudos diversos influenciadores na produtividade de processos construtivos em canteiro de obra, inclusive na execução de revestimentos em argamassa.

Unindo as informações encontradas pelos autores, é possível classificar os aspectos determinantes em três naturezas principais: mão de obra, tecnologia construtiva e condições externas. A partir da análise das referências obtidas pelo mapeamento da literatura, segue na Tabela 6 alguns fatores impactantes na produtividade de execução encontrados por esses autores durante a realização de suas pesquisas.

Tabela 6 – Fatores influentes no desempenho da execução de revestimentos em argamassa encontrados na revisão bibliográfica

Natureza	Aspecto de Determinante	Nº Citações	Referências
Mão de Obra	Nível de treinamento	11	(PARAVISI, 2008; ALMEIDA, 2010; MOREIRA, 2009; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; PINHO, 2013; GEREK <i>et al.</i> , 2014; MOREIRA, 2014; VATIN; GAYAMUNOVA, 2014; LORDSLEEM JR; MORAIS, 2015; SANTOS, 2016; ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2017)
	Experiência com as técnicas	9	(SOUZA, 2010; MOREIRA, 2009; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; MOREIRA, 2014; GEREK <i>et al.</i> , 2014; SANTOS, 2016; PINTO, 2016; ALBUQUERQUE <i>et al.</i> , 2017; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)

	Aspecto de Determinante	Nº Citações	Referências
Mão de Obra	Tipo de supervisão e controle	8	(SILVA, NAKAKURA, 2001; PINHO, 2013; MARTINS, 2013; INOUE, 2014; MOREIRA, 2014; ASANO, 2016; PINTO, 2016; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)
	Necessidade de Retrabalho	8	(DIOGO, 2007; ALMEIDA, 2010; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; MARTINS, 2013; MOREIRA, 2014; PARAVISI, 2008; JARKAS, 2015; PINTO, 2016)
	Afinidade entre membros da equipe	7	(SOUZA <i>et al.</i> , 2013; GEREK <i>et al.</i> , 2014; INOUE, 2014; MOREIRA, 2014; SANTOS, 2016; ASANO, 2016; PINTO, 2016)
	Tipos de contrato	6	(SOUZA <i>et al.</i> , 2013; SOUZA; DARÉ, 2014; MOREIRA, 2014; LORDSLEEM JR; MORAIS, 2015; SIQUEIRA, 2016; ASANO, 2016)
Tecnologias Construtivas	Fluidez dos processos	12	(PARAVISI, 2008; ALMEIDA, 2010; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013; TAVARES; SOMMERFIELD, 2014; MOREIRA, 2014; VATIN; GAYAMUNOVA, 2014; NAOUM, 2016; SIQUEIRA, 2016; ASANO, 2016; SANTOS, 2016; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)
	Construtibilidade do projeto	12	(ALMEIDA, 2010; MOREIRA, 2009; SOUZA, 2010; CUNHA, 2011; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; INOUE, 2014; GEREK <i>et al.</i> , 2014; LORDSLEEM JR; MORAIS, 2015; JARKAS; BITAR, 2012; JARKAS, 2015; SOUZA, 2006; SANTOS, 2016)
	Disponibilidade de materiais	12	(GOODRUM <i>et al.</i> , 2009; CUNHA, 2011; ZANELATTO, 2012; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; MARTINS, 2013; BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013; INOUE, 2014; LORDSLEEM JR; MORAIS, 2015; SIQUEIRA, 2016; ASANO, 2016; SANTOS, 2016; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)
	Layout do canteiro	11	(PARAVISI, 2008; MOREIRA, 2009; PINHO, 2013; FALCÃO, 2012; BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013; TAVARES; SOMMERFIELD, 2014; LORDSLEEM JR; MORAIS, 2015; SIQUEIRA, 2016; AGUIAR, 2016; ASANO, 2016; SANTOS, 2016)

	Aspecto de Determinante	Nº Citações	Referências
Tecnologias Construtivas	Calibração e ajustes de equipamentos	9	(SANTOS, 2003; PARAVISI, 2008; CUNHA, 2011; ZANELATTO, 2012; MOREIRA, 2014; LORDSLEEM JR; PINHO, 2014; SIQUEIRA, 2016; SOUZA, 2016; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)
	Emprego de projeto de revestimentos	8	(MACIEL; MELHADO, 1999; REIS; MELHADO, 1999; PARAVISI, 2008; ALMEIDA, 2010; MOREIRA, 2009; CUNHA, 2011; MOREIRA, 2014; LORDSLEEM JR; MORAIS, 2015)
Condições Externas	Clima	7	(DIOGO, 2007; SILVA; SOUZA, 2003; MARTINS, 2013; INOUE, 2014; MOREIRA, 2014; VATIN; GAYAMUNOVA, 2014; PINTO, 2016)
	Atrasos diversos	6	(ALMEIDA, 2010; MOREIRA, 2009; SOUZA <i>et al.</i> , 2013; ASANO, 2016; SANTOS, 2016; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)
	Falhas na comunicação	5	(BRANDSTETTER; FALCÃO, 2013; INOUE, 2014; NAOUM, 2016; SANTOS, 2016; ZUCHETTI <i>et al.</i> , 2017)
	Uso de horas extras	3	(MARTINS, 2013; MOREIRA, 2014; ASANO, 2016)

Fonte: Autoria Própria (2019)

A organização desses fatores na tabela acima tem como objetivo dar uma visão geral de possíveis agentes influenciadores que foram encontrados e que, de forma direta ou indireta, foram responsáveis por impactos na produtividade e na qualidade da execução em casos nacionais e internacionais.

É importante lembrar que na tabela não é possível mensurar intensidade do impacto que cada fator determinou nos processos construtivos analisados nas pesquisas, visto que cada caso possui especificidades de tempo, espaço, equipe e materiais e, desse modo, tornando incorreto comparar as magnitudes das consequências geradas por esses agentes.

Pinho (2013), Asano (2016) e Santos (2016) defendem que o aprimoramento da execução de sistemas de revestimento pode ser auxiliado pela utilização de indicadores de desempenho relacionados as variáveis de produtividade e qualidade da execução, visto que esses são mensurados em canteiro de obras e têm a capacidade de gerar distintas interpretações, dependendo dos objetivos especificados pela construtora ou pelos profissionais envolvidos nas diversas etapas produtivas.

2.4 INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO EM CANTEIRO DE OBRAS

Visando a racionalização e a otimização dos processos construtivos, a indústria da construção civil vem buscando, desde de 1960, o desenvolvimento de inovações tecnológicas de diversas etapas executivas presentes em obras. Com sistemas de revestimento em argamassa não foi diferente, visto que suas características intrínsecas geram oportunidades de melhoria (REIS; MELHADO, 1999; SOUZA *et al.*, 2013).

Tratando de um sistema construtivo composto de diversas fases, dentre eles produção, armazenamento, transporte vertical e horizontal, execução e descarte, percebe-se que cada um desses acaba influenciando no desempenho como um todo, sejam no âmbito produtivo como também qualitativo (PARAVISI, 2008; ZUCCHETTI *et al.*, 2017).

Além disso, Zanelatto (2012) e Pinho (2013) argumentam que o processo de produção de revestimentos ainda é predominantemente manual, tornando-o suscetível a variações provenientes dos operários envolvidos direta ou indiretamente na execução. Essas modificações no produto final podem se manifestar não só em fases iniciais, em aspectos estéticos e mecânicos, como também durante a vida útil do sistema, referente aos aspectos patológicos (ZANELATTO *et al.*, 2013; BAUER *et al.*, 2015).

A falta de parâmetros de avaliação objetivos e padronizados limitou consideravelmente o correto tratamento das oportunidades de melhorias observadas no sistema de revestimento em argamassa. Jarkas e Bitar (2012) e Aguiar (2016) esclarecem que medições subjetivas, imprecisas e muitas vezes tendenciosas acabaram mascarando desempenhos reais de processos construtivos envolvidos nesse setor industrial.

Dessa forma, Pinho (2013) e Aguiar (2016) argumentam que indicadores de desempenho da produtividade e da qualidade de execução surgem na indústria da construção brasileira como uma ferramenta não subjetiva de avaliação da produção, a fim de acompanhar e controlar o desenvolvimento das etapas construtivas. Tem-se o indicador de produtividade da mão de obra como um dos mais aplicados no setor (SOUZA *et al.*, 2013).

2.5 PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS

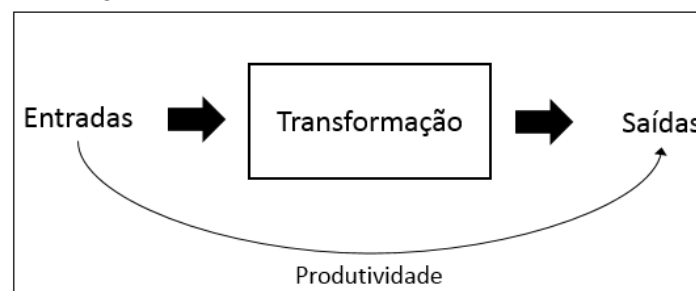
Há na literatura nacional e internacional, uma série de definições acerca de produtividade em sistemas construtivos. Cada conceito traz uma particularidade própria, mas que levando para um contexto mais amplo, gera uma convergência entre eles.

Tanto Souza (2000) como Nani *et al.* (2017) definem produtividade como a relação entre as entradas de um processo, que podem ser insumos, mão de obra, energia, entre outros;

e as saídas desse mesmo processo. Nesse mesmo caminho, de acordo com Maeda (2002), Song e AbouRizk (2008), a produtividade deve ser entendida como a combinação de como os recursos são utilizados e como será o resultado alcançado, indicando uma relação de inputs e outputs no processo.

De acordo com Souza (2000) essa definição clássica de produtividade considera uma análise objetiva em três setores correlacionados entre si: i) física (mão de obra, materiais, equipamentos); ii) financeira (recursos financeiros demandados) e, iii) social (esforços da sociedade). Na Figura 6 é ilustrado a definição de produtividade nesses 3 campos.

Figura 6 – Produtividade do sistema construtivo



Fonte: Adaptado de Souza (2006)

Souza (2006), Jarkas e Bitar (2012) argumentam que a produtividade é consideravelmente influenciada pela mão de obra humana, principalmente no setor da construção civil. Dessa forma, os pesquisadores defendem também a utilização de um conceito específico da produtividade para mão de obra (Figura 7), levando em conta a eficiência da transformação dos esforços dos trabalhadores em obra ou partes delas que geram um produto final determinado.

Figura 7 - Produtividade da mão de obra



Fonte: Adaptado de Souza (2006)

2.5.1 ESTUDO DA PRODUTIVIDADE: MODELO DE FATORES

Diversos foram as abordagens analíticas acerca da produtividade em canteiro de obras, tendo-se como a mais difundida e melhor fundamentada até os dias atuais o modelo dos fatores. Essa metodologia, desenvolvida por Thomas e Yiakoumus (1987), defende que a produtividade

de um sistema é influenciada, direta e indiretamente, por fatores associados ao conteúdo ou ao contexto do serviço em questão.

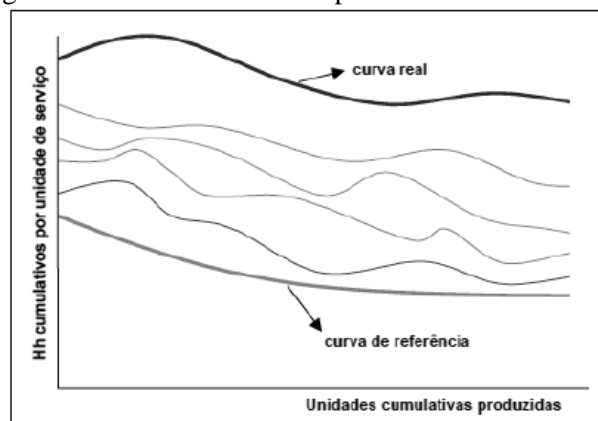
Dentre fatores de conteúdo influentes na produtividade de sistemas de revestimento em argamassa tem-se: a tipologia e complexidade da obra, bem como suas características geométricas e a espessura de revestimento aplicada. Já entre fatores de contexto pode ser citado o tipo de aplicação da argamassa, o tipo de transporte empregado, a classificação da argamassa utilizada, entre outros. (SOUZA, 2006; DIOGO, 2007; PINHO, 2013).

Falcão e Brandstetter (2012) também ressaltam que no modelo dos fatores de produtividade é avaliado não só do ponto de vista dos fatores quantitativos, mas também através de fatores qualitativos, como por exemplo o nível de exigência requerido para o produto final.

Dessa forma, a influência de fatores como métodos construtivos usados, efeito de aprendizagem, condições climáticas, dimensionamento de equipes, entre outros, determinam a produtividade potencial do sistema. Além disso, Silva e Souza (2003) resalta a necessidade de se também considerar a atuação de anomalias no sistema de produção, tais como: quebra de equipamentos, corte no fornecimento de energia elétrica por período determinado, desastres naturais, entre outros.

Entretanto, conforme é visto na Figura 8 essa produtividade varia consideravelmente em relação a produtividade real, uma vez que essa é sensível a qualquer distúrbio que ocorra durante a medição do serviço. Porém, se estes distúrbios forem descontados matematicamente da curva de produtividade real, é possível se alcançar a curva de produtividade potencial do sistema, que considera o desempenho com condições de referências somado ao aprendizado em trabalhos repetitivos (THOMAS e YIAKOUMUS, 1987; SOUZA e AGOPYAN, 1996 ARAUJO, 2000; SOUZA, 2006).

Figura 8 - Modelo dos fatores para sistemas construtivos



Fonte: Thomas e Yiakoumus (1987)

Dessa forma, o modelo dos fatores considera três curvas: i) a curva real de produção, em que representado o resultado medido diretamente no campo; ii) as curvas intermediárias de produção, representando os fatores que se acumulam e influenciam o aumento de produtividade e, por último, iii) curva de referência, sendo a que representa a produtividade poderia ser alcançada caso não houvesse influência de fatores que diferem da condição de referência (SOUZA, 2006; DIOGO, 2007; PINHO, 2013).

Pelo modelo de fatores, percebe-se a importância de identificar, controlar e até mesmo eliminar elementos influentes no sistema de produção. Muitas vezes gestores apenas realizam medições do desempenho em campo, não se atentando para buscar os agentes que estão determinando aqueles valores obtidos (PARAVISI, 2008; FALCÃO e BRANDSTETTER, 2012).

Nani *et al.* (2017) argumentam que a medição da produtividade feita *in loco* apenas permite observar se, naquele momento e naquelas condições, a execução está atendendo ou não determinada expectativa. Sendo assim, não seria possível obter conclusões diretas ao se criar estimativas de produtividade ao longo do tempo para um determinado caso.

2.5.2 MEDIÇÃO DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA

Analisando as referências obtidas no mapeamento da literatura, infere-se que a forma clássica e mais utilizada no cenário nacional para medição da produtividade em sistemas construtivos é conhecida como Razão Unitária de Produção (RUP). Conforme propõe Souza (2000), a mensuração em RUP considera como entrada a quantidade de homens envolvidos no processo e o tempo trabalhado, e como saída tem-se a quantidade de produto final executado.

Considerando que a entrada do processo é uma relação direta entre a variável mão de obra humana requerida (H) com o tempo de serviço medido (h), enquanto que a saída gerada é uma quantidade de serviço finalizado (QS), tem-se pela Equação 1 a fórmula geral para esse índice de desempenho de produtividade

$$RUP = \frac{H \times h}{QS} \quad (\text{Equação 1})$$

Por definição, um valor alto de RUP indica elevado uso de entrada (tempo e/ou mão de obra) para a realização de determinado serviço. Logo, o indicador de produtividade RUP tem valores mais baixos quanto maior for a produtividade do sistema.

A forma de coleta das variáveis, tanto de entrada como de saída, podem ser realizadas por método direto ou indireto. Entre as tipologias diretas de coleta, destacam-se a observação contínua e a anotação em cartões de produção que registram as horas de trabalho, quantidade

de área/volume/peso executados (SANTOS, 1995; COSTA, 2005; PARAVISI, 2008; SANTOS, 2016).

Souza (2000), Araújo (2000), Silva e Nakakura (2001) argumentam que essa mensuração é generalizada, necessitando que os parâmetros de entrada e saída sejam definidos antes de obter os resultados a fim de evitar incorretas conclusões a respeito do desempenho do processo executivo.

Assim, Souza (2006) determina que são quatro os aspectos que precisam ser considerados antes adotar o método RUP como indicador de desempenho. Os parâmetros que precisam ser considerados, antes de iniciar a medição *in loco*, são: os funcionários envolvidos na avaliação, a quantidade de horas de trabalho a considerar, a forma como será quantificado o serviço e por último, o período de estudo que será realizado a medida em canteiro de obras.

Souza (2000), Paravisi (2008) e Pinho (2013) indicam que o cálculo RUP pode ser abordado de diversas maneiras em função desses aspectos, de acordo com o que se deseja obter e avaliar durante a execução do sistema. A Tabela 7 resume diversas considerações que podem ser adotadas ao se aplicar o RUP como indicador de desempenho.

Tabela 7 – Possibilidades que podem ser consideradas ao se mensurar a produtividade pela RUP

Aspecto	Variável	Possibilidades
Funcionários envolvidos na avaliação	Homens (H)	<ul style="list-style-type: none"> • Somente os oficiais envolvidos na execução; • Toda a mão de obra direta, incluindo os serventes; • Mão de obra direta e também mão de obra indireta ao serviço, incluindo ajudantes que estão fora do local de serviço, mas que possuem funções complementares, por exemplo, produção, conferência e transporte; • Equipe global envolvida no sistema produtivo, incluindo encarregado e estagiários;
Quantidade de horas de trabalho a considerar	Horas (h)	<ul style="list-style-type: none"> • Jornada de trabalho completa; • Tempo pelo qual os funcionários estão disponíveis para a execução, isto é, considerando tanto horas-extras remuneradas como também termos de serviço adiantados por motivos independentes a vontade dos operários; • Tempo efetivamente trabalhado, não considerando horas que os operadores estiverem parados. As pausas descontadas são tanto aquelas provenientes de falhas no processo (falta de material, atrasos no transporte etc.), como também momentos que os operários estão realizando treinamentos, almoçando, entre outros.

Aspecto	Variável	Possibilidades
Quantidade de serviço a considerar	Quantidade de Serviço (QS)	<ul style="list-style-type: none"> • Unidade de medida completa, não se excluindo fatores como vãos, vazios, volume aparente, entre outros. • Unidade de medida detalhada, onde vãos e vazios são desconsiderados.
Período que se refere o levantamento de dados	RUP	<p>Há 5 possibilidades diferente de obter a RUP:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RUP diária: produtividade que considera valores de entrada (Hh) e saída (QS) de um dia útil de serviço; • RUP cumulativa: produtividade que considera o somatório das variáveis Hh e QS referentes ao primeiro dia de estudo até a última data de medição; • RUP cíclica: produtividade resultante de um ciclo de serviço determinado pelo observador, sendo o ciclo correspondente ao tempo necessário para executar a tarefa; • RUP periódica: produtividade referente a um período de tempo já determinado em que se deseja obter o valor da RUP. • RUP potencial: produtividade que é atingível caso as condições do sistema produção, como tecnologia, equipe e forma de gestão estiverem adequadas. Ela é obtida pela é a mediana das RUPs diárias menores que a cumulativa do final do período estudado.

Fonte: Adaptado de Souza (2006), Diogo (2007), Pinho (2013) e Santos (2016)

2.5.3 PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTOS EM ARGAMASSA ESTABILIZADAS

A produtividade da mão de obra para execução de revestimentos em argamassa estabilizadas (SRAE) segue os mesmos preceitos apresentados para processos de revestimento convencionais. A medição do desempenho dessa variável também é realizada tanto de forma direta como indireta, dependendo das estratégias traçadas pelo pesquisador ou gestor responsável.

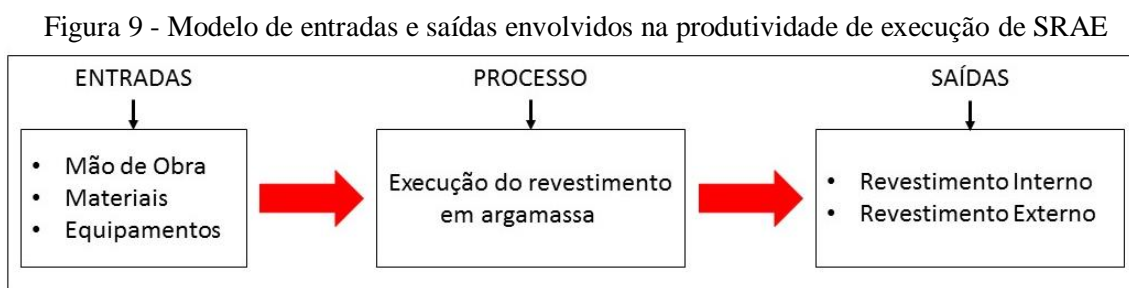
Entretanto, devido à algumas propriedades desse tipo de argamassa, particularidades acabam sendo originadas e merecem atenção ao se medir a produtividade no canteiro de obras.

Essas peculiaridades dizem respeito principalmente ao armazenamento no canteiro e ao tempo de estabilização (SOUZA e DARÉ, 2014). Esses autores comparam a produtividade entre a mão de obra na execução de revestimento em argamassa estabilizada e outra que utilizou argamassa convencional rodada em obra, determinando uma RUP média de 0,371 Hh/m² para

SRAE e 0,297 Hh/m² para confeccionada *in loco*. A maior produtividade medida no sistema convencional evidencia que ainda falta experiência e treinamento ao manuseio da argamassa estabilizada na indústria nacional. Além disso, a falta de recomendações técnicas impossibilita a padronização das etapas que compõe esse processo construtivo.

Nota-se então, a necessidade que o setor tem de conhecer todos os requisitos técnicos para se utilizar SRAE em canteiro de obras, evidenciando também que o desenvolvimento de ferramentas para controle e verificação do processo tende a auxiliar na obtenção de resultados mais uniformizados, inclusive que produtividades aprimoradas. Elementos esses que motivaram a elaboração dessa dissertação.

A partir da revisão da literatura, tem-se na Figura 9 a representação do modelo de entradas e saídas referente a produção do revestimento externos e internos de uma edificação.



Fonte: Adaptado de Silva e Souza (2003) e Diogo (2007).

Destaca-se que, de modo geral, para a produção dos revestimentos em argamassa estabilizada são necessários insumos de três tipologias diferentes. Primeiramente tem-se a mão de obra humana, que Jarkas (2015) infere como sendo a variável de entrada em que a indústria da construção civil ainda é mais dependente para que a execução atinja os objetivos de projeto.

O segundo campo de entrada são os materiais, que para esse sistema construtivo é constituído pela argamassa de revestimento estabilizada, variando seus aspectos tecnológicos (quantidade de aditivos, aglomerantes, entre outros) de acordo com as especificações desejadas pelo projeto (SOUZA e DARÉ, 2014; OLIVEIRA, 2017).

Por último, tem-se os equipamentos como o terceiro agente de entrada no sistema produtivo, podendo ser relacionados a qualquer fase do sistema construtivo, como por exemplo transporte, armazenamento e operação.

Costa (2005), Paravisi (2008), Santos (2016) realizaram estudos sobre a influência da implementação de novos equipamentos, como a bomba de projeção de argamassa, no sistema de produção. Os autores destacam que qualquer nova tecnologia que visa ganhos de produtividade, necessita de capacitação e especificação para minimizar a chance de falhas.

Durante todas as etapas que compõe o processo construtivo de revestimento em argamassa estabilizada, as relações entre esses três tipos de variáveis de entrada vão determinando como o produto final será entregue (TAVARES e SOMMERFELD, 2014; NAOUM, 2016; ASANO, 2016). Assim, variações no produto final e no desempenho de produtividade são ocasionadas pela ocorrência de fenômenos nos parâmetros de entrada durante qualquer fase de produção do sistema.

Para que indicadores de desempenho referente as variáveis produtividade e qualidade de execução possam ser perfeitamente utilizados durante avaliações de sistemas construtivos, torna-se essencial uniformizar os requisitos mínimos que o sistema venha a ter em suas etapas de construção (DIOGO, 2007; VATIN *et al.*, 2014).

A falta de padronização nas fases que englobam o processo de revestimento pode gerar medições com resultados tendenciosos e, conseqüentemente, conclusões incoerentes. Essa falta de compatibilidade, ocasionada pela grande variação das condições de canteiro, acaba impossibilitando a realização de comparações entre obras, construtoras e estudos de casos por meio de *benchmarking*.

Em razão disso, antes da implementação de estratégias de monitoramento e controle acerca da produção de revestimentos em argamassa por meio indicadores de produtividade e de qualidade do serviço executado, é necessário caracterizar e especificar as condições que os parâmetros de entrada precisam apresentar durante as todas fases do processo.

Toor e Ogunlana (2010) afirmam que a falta de informações, principalmente sobre os impactos que o comportamento das variáveis de entrada gera no desempenho do projeto ao longo de sua execução, ainda limitam os benefícios potenciais ao se gerenciar empreendimentos por meio de indicadores.

Dessa forma, ainda é comum observar em sistemas de revestimento em argamassa problemas como orçamentos excedidos, atrasos de cronograma, baixa qualidade e baixa produtividade no processo construtivo (GONZÁLEZ *et al.*, 2014).

2.6 PESQUISAS DESENVOLVIDAS ADERENTES AO TEMA

Diversos autores realizaram estudos por meio do método científico para analisar o desempenho da execução de sistemas com argamassa estabilizada de revestimento (AER). Entre os parâmetros abordados por literaturas nacionais e estrangeiras, pode ser citado: i) a produtividade de execução; ii) a quantidade e os tipos de perdas no processo; iii) os custos

diretos e indiretos envolvidos; iv) a racionalização de etapas e, v) a qualidade do produto final entregue.

Trabalhos realizados a partir de 1990 focaram praticamente em dois universos de pesquisa: o tecnológico da argamassa como material de construção; e o de inovações nas técnicas de execução dos revestimentos. Entre os aspectos da tecnologia do material, diversos estudos buscaram analisar o emprego de novas argamassas que estavam entrando no mercado, principalmente as industrializadas (CINCOTTO *et al.*, 1995; SANTOS, 2003; ARAUJO JR, 2004; FILHO, 2013; TIGGEMAN e LONGHI, 2017).

Já nas inovações de canteiro, pesquisas abordaram as melhorias nos processos em todas as etapas da execução, tendo bastante destaque os sistemas de aplicação mecânica de argamassa a partir de bombas de projeção (COSTA, 2005; PARAVISI, 2008; ZANELATTO *et al.*, 2013; GEREK *et al.*, 2014; VATIN e GAMAYUNOVA, 2014; ASANO, 2016; ALBUQUERQUE *et al.*, 2017).

Além disso, tem-se exemplo de outros tipos de sistemas de revestimento comparados, como Araújo (2000) que desenvolveu análises comparativas das propriedades tecnológicas do material utilizando argamassas não cimentícia, e também Oliveira (2014), autora que dissertou sobre a produtividade em canteiro de obras com a execução de revestimentos em gesso.

A utilização de indicadores de desempenho para monitoramento e controle da execução de sistemas de revestimento em argamassa também vem crescendo consideravelmente nos últimos anos.

Esse fenômeno é justificado por Tsehayae e Fayek (2014); Rao e Sudhanva (2017); e Nani *et al.* (2017) que em suas pesquisas discutem a maior procura que a indústria da construção civil vem dando em encontrar formas claras e objetivas de analisar os processos executivos para, conseqüentemente, obter ganhos financeiros por meio de uma produtividade melhorada e do uso racionalizado de entradas.

Paravisi (2008); Brandstetter e Falcão (2013); Pinho (2013); Lordsleem Jr e Morais (2015); Santos (2016); e Zuchetti *et al.* (2017) são exemplos de literaturas nacionais que analisaram o desempenho da execução de revestimentos em argamassa convencional e industrializada, considerando indicadores de produtividade e de perdas durante o processo.

No cenário internacional, é destacado os trabalhos de Gerek *et al.* (2014) e Vatin e Gamayunova (2014), estudos em que se procurou analisar a influência da mão de obra e de técnicas inovadoras na produtividade de execução no canteiro de obras, como por exemplo o uso de bombas de projeção de argamassa.

Para argamassas estabilizadas os estudos ainda se encontram em fase de expansão e de aprimoramentos, principalmente quando comparados aos feitos com outros tipos de argamassa.

Nos trabalhos que analisam as propriedades desse material no estado fresco e endurecido destacam-se Bauer *et al.* (2015). Os autores avaliaram todos os requisitos do material previstos na ABNT NBR 13281:2005, incluindo também o teor de ar incorporado e a variação dimensional das argamassas, com o objetivo de criar uma ferramenta de padronização para especificação e controle do uso desse tipo de argamassa em obras para a região de Brasília-DF. A partir da análise laboratorial, foram determinadas faixas de resultados adequados e inadequados para os parâmetros tecnológicos da argamassa estabilizada, possibilitando a criação do perfil de desempenho de acordo com as especificações mínimas da norma brasileira.

Já para aspectos que envolvem a produtividade no canteiro de obras em sistemas de AER foi encontrando os trabalhos de Souza e Daré (2014) e Albuquerque *et al.* (2017).

Primeiramente, Souza e Daré (2014) realizaram comparações entre o desempenho da produtividade na execução de paredes internas em duas situações: primeiramente no caso que foi utilizado argamassas estabilizadas com aplicação manual, e o segundo caso, aplicando a argamassa produzida em obra.

Esses primeiros pesquisadores determinaram pelo estudo que os indicadores de produtividade em Hh/m² para a argamassa confeccionada in loco apresentou resultados melhores que o da estabilizada, com ambas apresentando valores abaixo na variabilidade estipulada na TCPO 14. Já o custo do metro quadrado executado por argamassa produzida em canteiro se mostrou 39,33% acima do valor da argamassa estabilizada, tendo como uma das justificativas a necessidade de mais 2 serventes para auxiliar na produção do material.

Já Albuquerque *et al.* (2017) compararam a argamassa estabilizada aplicada manualmente com a argamassa industrializada projetada mecanicamente, considerando em sua metodologia a avaliação por meio cinco indicadores de desempenho: i) descrição e logística do sistema; ii) índice de produtividade na execução; iii) índice de consumo do material; iv) índice de perdas no processo e; v) custos totais de execução.

Englobando todos os cinco indicadores de desempenho, os resultados indicaram que a diferença mais nítida entre os métodos foi no índice de perdas, sendo atestado uma significativa vantagem do sistema projetado, que apresentou perdas 2,5 vezes menores em relação ao convencional. Para o índice de produtividade, os autores concluíram que ainda existem oportunidades de aprimoramento no processo construtivo, talvez necessitando mais treinamentos em equipe, a fim de garantir uma melhor sincronização da função de cada operário possui nas etapas de execução do reboco.

Além disso, o trabalho indicou a importância de realizar um correto dimensionamento das equipes, visto que foi comprovado que um maior tamanho da equipe não garante, incondicionalmente, uma melhor produtividade do sistema construtivo de revestimento argamassado.

2.6.1 USO DE FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DA EXECUÇÃO

No que diz respeito ao uso de ferramentas para auxílio do monitoramento e controle de atividades que envolvam a execução de sistemas de revestimento em argamassa, diversos trabalhos vem adotando o uso de fichas de verificação e também manuais de boas práticas para utilização em canteiro de obras pelos diversos níveis hierárquicos de trabalho.

Esses produtos têm como o objetivo principal propiciar aos processos construtivos menores possibilidades de falha ou inadequações ao longo das etapas, e também garantindo melhorias constantes na execução por meio do aprendizado acumulado.

2.6.1.1 Manuais e fichas de verificação

Pinho (2013) desenvolveu em sua pesquisa manuais técnicos com indicadores de desempenho para a concretagem de pilares, vigas e lajes e concreto armado; para elevação de alvenaria de vedação; e para emboço de fachada.

Esses documentos eram utilizados no canteiro de obras e tinham três responsabilidades principais: i) caracterização de cada etapa do processo; ii) medição da quantidade de serviço realizada traduzido em produtividade da mão de obra e; iii) medição das perdas durante o processo executivo.

O autor obteve efeitos positivos com a implementação dos manuais, indicando que 93,3% das 10 construtoras participantes classificaram o uso dessas ferramentas como bom e ótimo. Além disso, foi identificado que ampla maioria das empresas tiveram interesse e estabelecer políticas de acompanhamento de desempenho além de praticar *benchmarking*.

Santos (2016) também desenvolveu cadernos de indicadores para tecnologia construtiva de revestimento com aplicação mecânica da argamassa, baseando-se nos estudos de Pinho (2013). Os manuais tinham o objetivo de caracterizar os procedimentos, determinando a produtividade de execução e as perdas ao longo do processo construtivo, além de controlar possíveis anormalidades que pudessem influenciar negativamente o desempenho do sistema de revestimento, como por exemplo: falta de frente de serviço, falta de material, falta de ferramenta ou água/energia.

Em suas conclusões, o autor afirma que a documentação técnica empregada em canteiro auxiliou na determinação dos valores de RUP e de perdas de material encontrados, assim como

também favoreceu as verificações de fatores influentes na produtividade, tanto de forma positiva como negativa.

Na literatura internacional, encontra-se a aplicação de fichas de verificação para garantir as boas práticas em canteiro de obras nos trabalhos de Gerek *et al.* (2014) e Pinto (2016). O primeiro estudo empregou os manuais em diversas equipes responsáveis pela execução do reboco, variando entre elas a idade dos membros, o nível de treinamento e experiência e também as técnicas empregadas.

Já a segunda pesquisa determinou a utilização diária desses documentos como forma de registrar as condições que a execução do assentamento de alvenaria se encontrava, a fim de evitar cálculos incoerentes de produtividade do sistema construtivo devido a fatores não intrínsecos. Segundo o autor, a falta de avaliações pontuais de como a execução ocorreu ao longo do período de observação, pode gerar resultados não verdadeiros de produtividade e de perdas de material.

2.6.1.2 Fluxograma do processo construtivo

Segundo Ishitawa (1991) e Isatto *et al.* (2000) o diagrama de processos, ou fluxograma, é um método para registro do fluxo de materiais, de atividade e de componentes que compõe a execução de qualquer sistema. Assim, a partir dessa ilustração, são verificadas as possibilidades de melhoria através da eliminação de etapas que não beneficiam o processo e também através da simplificação de atividades que podem ser maximizadas ou minimizadas.

Esses diagramas também podem conter informações adicionais, como por exemplo: quantidade de mão de obra, distâncias de transporte, tempo de preparo, entre outros (ISATTO, 2000).

Ishitawa (1991); Paravisi (2008); Siqueira (2016) inferem que é comum em construtoras tomadas de decisão pontuais e que não analisam o processo como um todo, o que pode limitar significativamente a melhoria do desempenho. Em razão disso, os autores acreditam que o uso dessa ferramenta pode acabar contribuindo para uma visão mais geral da empresa, envolvendo as fases de operação, inspeção, transporte e espera.

A Figura 10 traz as legendas que geralmente se empregam em fluxogramas de processos construtivos, relacionando os símbolos que foram usados nos mapas com seus respectivos significados. Assim como em Costa (2005) e Paravisi (2008), o trabalho atual utilizará essa nomenclatura como padrão.

Figura 10 - Símbolo das atividades em um fluxograma

Símbolo	Atividade	Significado
○	Operação	Alteração do material, partes ou produto
▽	Espera	Acumulação ou estoque de materiais, partes ou produtos
□	Inspeção	Teste, medição e inspeção para comparar às especificações
⇒	Transporte	Mudança de local de materiais, partes e produtos

Fonte: Adaptado de Ishitawa (1991) e Paravisi (2008)

A revisão da literatura permitiu encontrar diversas pesquisas que utilizaram fluxogramas como ferramentas de auxílio para representar tanto o cenário físico em que um processo construtivo está inserido, como também as etapas de produção que compõe esse processo.

Em consequência da aplicação desses instrumentos, percebe-se que a transmissão de informação ao leitor alvo se deu de forma mais clara e sucinta. Além disso, tornou-se possível a observação, nas esferas micro e macro, dos aspectos particulares de sistemas de produção em canteiro de obras de uma forma menos abstrata.

3. METODOLOGIA

A primeira etapa da metodologia, fundamentada no Capítulo 1 pelo método do mapeamento sistemático, permitiu a construção da revisão da literatura acerca do tema, e também, da análise dos requisitos técnicos que a execução do sistema de revestimento em argamassa estabilizada necessita durante suas fases em canteiro de obras.

O desenvolvimento das diretrizes e suas ferramentas de controle e verificação correspondem à segunda e terceira etapas da metodologia, consecutivamente. Por fim, o acompanhamento direto em canteiros de obras a fim de se conhecer o cenário real que a construção civil regional vem lidando com esse novo processo construtivo, foi estruturado na quarta fase do método científico proposto.

Nos tópicos seguintes são decorridas as etapas que compõe a metodologia dessa dissertação e que dão prosseguimento ao método que foi aplicado durante o mapeamento sistemático e a revisão da literatura.

3.1 ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES TÉCNICAS DE PRODUÇÃO DE SISTEMAS DE REVESTIMENTO EM ARGAMASSA ESTABILIZADA

Uma vez realizado o mapeamento sistemático da literatura e revisão bibliográfica de referências científicas aderentes ao tema, a segunda etapa da metodologia corresponde a descrição do sistema de revestimento em argamassa estabilizada no âmbito de seus requisitos técnicos para uso em obras nacionais. Para isso, notou-se a necessidade de elaborar investigação em três panoramas distintos: i) na esfera tecnológica da argamassa de revestimento; ii) no contexto do revestimento e suas funções dentro do sistema; e iii) nos aspectos de produtividade e qualidade na execução do sistema em canteiro de obras.

Essa caracterização foi fundamental para avaliar o contexto em que essa tecnologia se desenvolveu e vem sendo empregada. A etapa também indicou os fatores que são determinantes para que o desempenho seja garantido e também apontando os fatores e aspectos que ainda prejudicam o desenvolvimento e o aperfeiçoamento da inovação.

Como já esclarecido pela limitação da pesquisa, a avaliação focou apenas na utilização de alvenarias cerâmicas como base para o recebimento da argamassa estabilizada, limitando-se também a análise pela forma de lançamento manual através de colher de pedreiro. Considerados, nesse trabalho, como o substrato e a técnica de aplicação mais utilizadas na região de desenvolvimento da pesquisa.

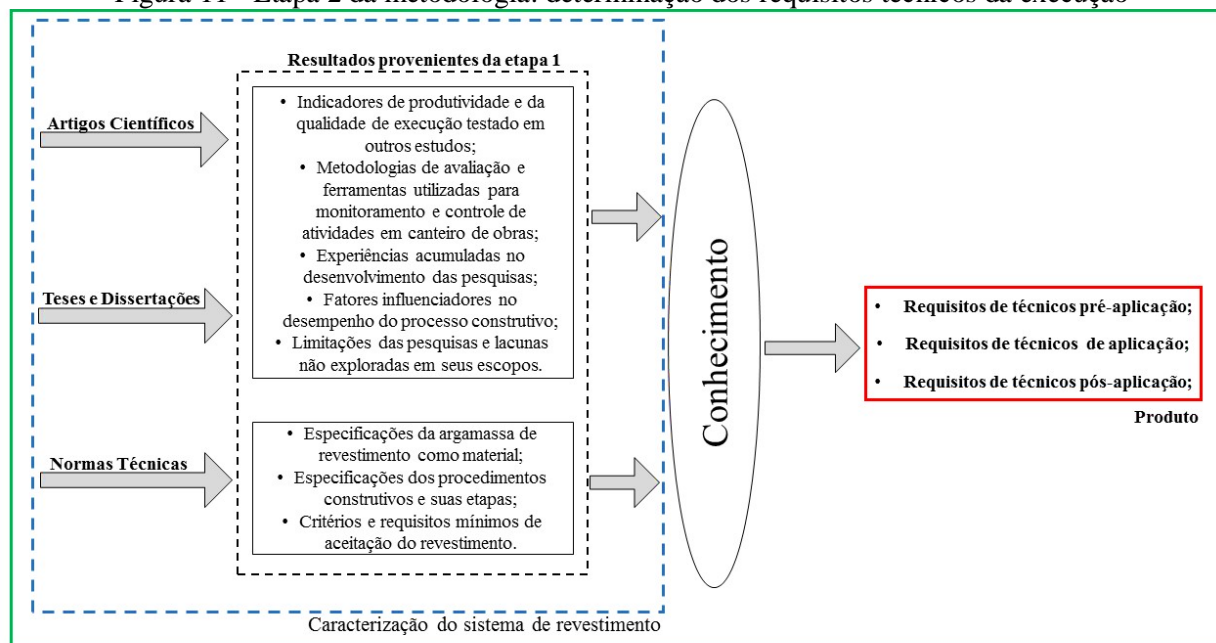
Além disso, as diretrizes têm embasamento técnico-científico tanto proveniente de estudos elaborados por pesquisadores brasileiros e internacionais e que foram documentados

por meio de artigos, dissertações e teses, como também de normas regulamentadoras vigentes na indústria da construção civil. Por meio de metodologias já empregadas e que apresentaram resultados significantes, foi possível filtrar os dados de interesse e também desenvolver adaptações para o tema da pesquisa.

Dessa forma, trabalhos que empregaram indicadores de produtividade e qualidade e execução em qualquer tipologia de sistema construtivo, e não somente aqueles que englobam revestimento em argamassa, tornaram-se um potencial contribuinte para a fundamentação da proposta de modelo desenvolvida.

Na Figura 11 são ilustradas as bases que firmaram o desenvolvimento das diretrizes para avaliação e aceitação do desempenho na execução de revestimento em argamassa estabilizada, indicando também as saídas que cada uma delas fornecerá para fundamentar o conhecimento sobre o sistema. A partir dessas fontes foi possível estabelecer critérios de controle e verificação durante as etapas antes de aplicação do revestimento, no momento de aplicação e após a execução.

Figura 11 - Etapa 2 da metodologia: determinação dos requisitos técnicos da execução



Etapa 2: Determinação dos Req. Técnicos

Fonte: Autoria Própria (2019)

A partir dos artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado, tornou-se viável determinar informações que poderão ser utilizadas na fundamentação para as diretrizes voltadas para o sistema de revestimento com argamassa estabilizada.

Essas pesquisas já publicadas fornecem valores encontrados por meio do método científico. Além do mais, estão carregadas resultados que podem auxiliar no processo de aprendizado para desenvolver o trabalho atual, ou seja, indicando pontos que geraram

conclusões precisas e coerentes e até mesmo aspectos que foram inviáveis ou que apresentaram problemas durante a elaboração do trabalho.

Todas essas informações técnicas provenientes de referências anteriores foram cruzadas com os documentos normativos brasileiros, que contém especificações para a argamassa de revestimento; especificações para sistemas de revestimentos com argamassa; e também diretrizes dos requisitos de desempenho para revestimentos monocamada com argamassa (Diretriz SINAT N° 006 – REV. 01:2016). Assim, tornou-se possível adaptar aspectos abordados por outras referências, trazendo-os para as condições em que o sistema de revestimento em argamassa estabilizada é executado no cenário nacional.

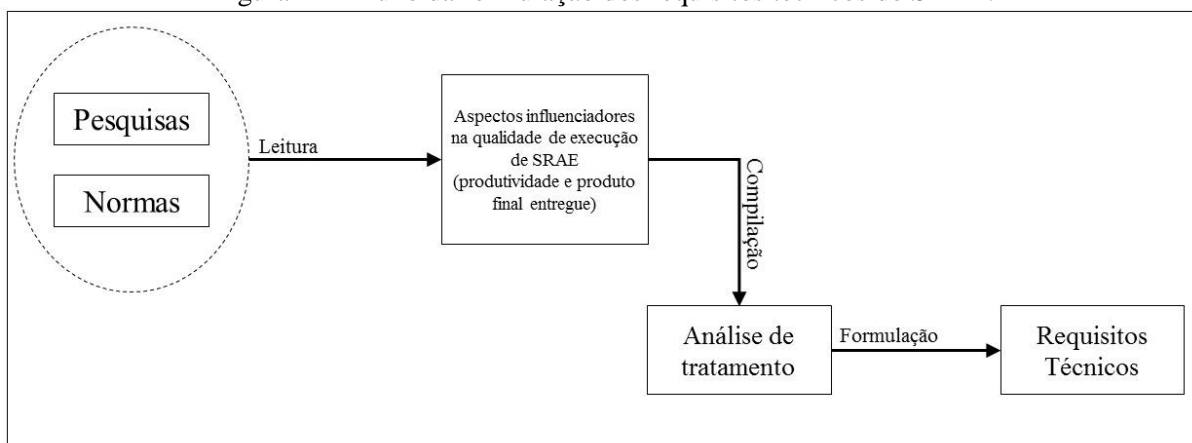
Essa segunda etapa da metodologia teve o objetivo de gerar como saída um produto que possui potencial para fundamentar o desenvolvimento de ferramentas úteis para futuras pesquisas e também para emprego em canteiros de obra que procurem controlar a execução do revestimento de forma mais padronizada.

Esse produto é a determinação e a organização dos requisitos técnicos que o sistema de revestimento em argamassa estabilizada deve possuir durante todas as fases de execução no canteiro de obras, transformando-se conseqüentemente, em um manual de boas práticas como produto gerado.

Tornou-se essencial então, identificar os parâmetros de entrada que condicionam o desempenho da produtividade e da qualidade na execução do sistema, principalmente daquelas que prejudicam e limitam os resultados durante as etapas construtivas.

Por meio dessas informações, os agentes limitantes puderam ser mapeados e possíveis oportunidades de melhoria foram propostas para que se transformem em ferramentas de auxílio utilizados em canteiros de obras. Analisada a frequência de aparições de cada um desses fatores nas literaturas científicas avaliadas, determinou-se os requisitos técnicos necessários para garantir o desempenho do processo de execução do sistema de revestimento (Figura 12).

Figura 12 - Fluxo da formulação dos requisitos técnicos do SRAE.



3.2 ELABORAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE CONTROLE E VERIFICAÇÃO

A terceira etapa da metodologia compreende a utilização do produto obtido na fase anterior, isto é, os requisitos do sistema de revestimento antes, durante e após a aplicação, a fim de criar padronizar uma ferramenta de controle e verificação.

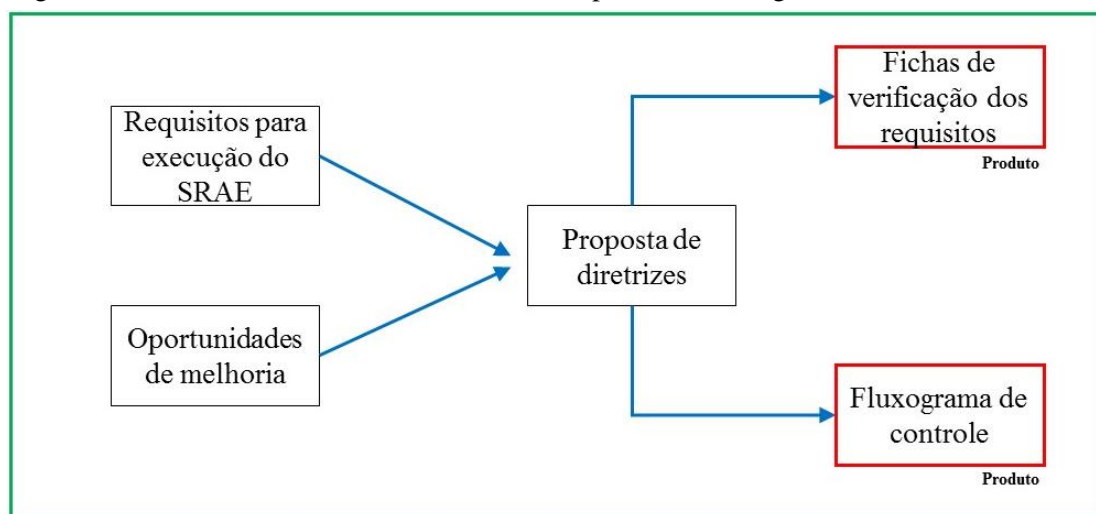
Essa ferramenta trata-se do objetivo dessa etapa da metodologia e, a partir dela, é possível acompanhar as diversas variáveis presentes no processo construtivo. Controlando os fatores influentes da produtividade da mão de obra e qualidade de execução, que são os parâmetros de desempenho avaliados no estudo, espera-se que aprimoramentos possam ser alcançados e que, conseqüentemente, empresas consigam atingir os objetivos previamente determinados nas etapas de concepção e de projeto de forma racionalizada, viável e duradoura.

A partir da formulação e documentação de diretrizes, acredita-se que ocorra a evolução do sistema com uma maior uniformidade nos valores de produtividade e de qualidade mensuradas em canteiros de obras, agregando, conseqüentemente, valor ao sistema construtivo, o que gera maior confiabilidade pelos profissionais do setor e pelas partes interessadas.

Determinadas as oportunidades de melhoria e os aspectos a serem controlados durante todas as etapas de execução do revestimento em argamassa, foi possível formalizar essas informações técnicas em dois tipos de documentos: o manual de boas práticas em canteiro e fluxo do processo construtivo.

Diante do contexto, o trabalho teve na terceira fase da metodologia a formalização de diretrizes que visam a melhoria do processo construtivo de revestimento em argamassa estabilizada. Os dois produtos esperados no final dessa etapa foram o manual de boas práticas e formulários para verificação da qualidade do serviço entregue (Figura 13).

Figura 13- Produtos desenvolvidos na terceira etapa da metodologia: Ferramentas de controle



Etapa 3: Ferramentas de Controle e Verificação

Fonte: Autoria Própria (2019)

A proposta dessas ferramentas permite a utilização em futuras pesquisas, auxiliando o observador no acompanhamento da execução de SRAE, e também tendo aplicação em canteiros de obra, para profissionais do setor que buscam ter maior controle em todas as fases que englobam esse processo construtivo.

3.2.1 APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO DA EXECUÇÃO

A utilização de ferramentas para auxílio no controle de processos construtivos tem como objetivo assegurar que cada nível de trabalho (gerenciamento, engenharia, execução, controle) esteja ciente das responsabilidades providas e também garantir que a informação seja facilmente assimilada, e repassada de forma clara e objetiva (SANTOS, 1995; PARAVISI, 2008).

Como já evidenciando no Item 2.6, manuais de verificação de serviço podem ser empregados em canteiros de obra para que o desempenho do processo executivo tenha influência minimizada devido a variabilidade nas entradas de cada etapa, como por exemplo: mão de obra, equipamentos, condições do substrato, entre outros.

Dessa forma, a terceira etapa da metodologia pretendeu fornecer um fluxograma dos requisitos técnicos e também fichas de controle e monitoramento, com dois elementos de saída a serem empregados como ferramentas de auxílio para controle e monitoramento da execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada. O objetivo da aplicação dos instrumentos está na possibilidade de aprimorar o desempenho e eficiência da execução referente as variáveis: produtividade e qualidade do produto entregue.

Uma vez determinadas as verificações realizadas em cada fase referente à execução do revestimento, confeccionou-se um fluxograma indicando as etapas presentes no processo e também os requisitos a serem observados em cada período.

Baseando nas representações elaboradas pela ABNT NBR 13749:2013 e ABNT NBR 7200:1998, o fluxograma serve como modelo para acompanhamento da produção pelos diversos setores responsáveis no canteiro de obras (gerenciamento, engenharia, operação e fiscalização), tendo o objetivo de facilitar o controle da qualidade do revestimento aplicado.

Após isso, a confecção das fichas de controle se deu explorando cada requisito técnico em parâmetros de verificação, permitindo que os parâmetros pudessem ser medidos como conformes, não conformes ou que não se aplicam. Além disso, essa ferramenta procurou informar propostas para solução de irregularidades, caso determinado aspecto estiver em não conformidade com o que as diretrizes recomendam.

3.3 ACOMPANHAMENTO EM CANTEIRO DE OBRA

A quarta etapa da metodologia compreendeu a tentativa de aplicação em canteiros de obras de toda documentação elaborada nas fases anteriores da pesquisa. Essa fase teve como objetivo realizar verificações e possíveis ajustes das diretrizes desenvolvidas, envolvendo também as fichas de acompanhamento e fluxogramas de execução.

Baseando-se nos trabalhos de Diogo (2007); Paravisi (2008); Brandstetter e Falcão (2013); Pinho (2013); Asano (2016); Pinto (2016) e Santos (2016), referências já exploradas no capítulo de revisão da literatura, a pesquisa propõe a implementação de ferramentas de controle e monitoramento da qualidade e da produtividade da execução de revestimentos em argamassa estabilizada em canteiros de obra da região. Dessa forma, tornou-se possível avaliar os critérios de viabilidade que o método possui, identificando os potenciais benefícios gerados e os aspectos que ainda necessitam de ajustes.

Yin (2001) e Diogo (2007) destacam que por meio de duas fontes de evidência, a observação direta em campo e uma série de entrevistas padronizadas e imparciais, é possível identificar aspectos relevantes aos processos de produção de revestimentos de argamassa, conferindo um caráter exploratório e qualitativo à pesquisa. Ambos autores defendem a realização de um estudo-piloto que identifique a necessidade de efetuar correções em parâmetros que venham a apresentar dificuldades de mensuração.

As primeiras visitas *in loco* tiveram o objetivo de expor as ferramentas na etapa anterior da metodologia, informando os devidos procedimentos para cada nível de responsabilidade dentro de uma obra civil, incluindo gerentes, engenheiros, mestres, encarregados, operários, estagiários, entre outros. A partir desse primeiro contato, as informações foram repassadas objetivamente e possíveis dúvidas esclarecidas.

Também houve adaptações do modelo proposto para construtoras que pretendem definir critérios de aceitação em cada etapa do sistema de revestimento em argamassa estabilizada.

O acompanhamento seguiu o método científico em que se baseou os trabalhos de Santos (1995); Costa (2005); Paravisi (2008); e Albuquerque *et al.* (2017). Dessa forma, as observações têm a proposta de se avaliar parâmetros de desempenho que envolvem produtividade e qualidade de execução. A partir de observação direta, várias etapas do processo construtivo foram documentadas pelo observador a fim de se conseguir resultados mais fiéis possíveis da realidade.

Todas as observações foram feitas nas horas diárias em que o observador esteve no canteiro de obras, variando periodicamente o índice observado. As observações se realizaram

periodicamente no canteiro de obras do empreendimento localizado no Setor Noroeste, Brasília-DF.

Durante as observações foram registradas anotações dos procedimentos que se estavam sendo realizadas, além das condições climáticas, horários, possíveis temporalidades que estejam influenciando no processo, entre outras evidências. Toda essa documentação teve auxílio de registros fotográficos úteis para eliminar possíveis dúvidas na etapa três do estudo. Conforme Costa (2005) estabelece, é importante focalizar apenas em informações relevantes, evitando o acúmulo de dados ineficazes bem como um possível desvio de análise.

Assim como feito por Paravisi (2008) e Albuquerque et.al (2017), ao longo dos dias de monitoramento, variava-se os aspectos que estavam sendo observados, o que permitia analisar de forma geral, como se dava o processo construtivo como um todo. Como apresentado na Tabela 8, pode-se verificar os aspectos gerais que foram observados no acompanhamento *in loco* e também o que se esperava obter a partir dele.

Tabela 8 – Aspectos observados ao longo do acompanhamento *in loco*

Aspectos de desempenho	Após a observação
Condições do canteiro	Fatores externos influentes
Descrição do Sistema	Falhas na execução
Produtividade	Relação M.O + Argamassa Estabilizada
Consumo	Relação M.O + Argamassa Estabilizada
Perdas	Relação M.O + Argamassa Estabilizada

Fonte: Autoria Própria (2019)

Pela Tabela 8 nota-se que, a partir da observação direta dos aspectos de desempenho inerentes à execução de revestimentos, tornou-se possível averiguar a influência direta e indireta de fatores externos ao processo construtivo, assim como possíveis falhas na execução que ocorrem nas fases antes, durante e após a aplicação da argamassa no substrato.

Além disso, com a observação da produtividade, e dos índices de consumo e de perdas, foi determinada a relação entre a mão de obra (nível de conhecimento, experiência e treinamento) com a argamassa estabilizada em si (propriedades do material do estado úmido e endurecido).

Em resumo, a quarta etapa da metodologia buscou identificar os seguintes aspectos relevantes ao processo de produção desse sistema de revestimento, sendo divididos nos seguintes cadernos de informação:

- I. Caracterização do empreendimento;
- II. Caracterização da empresa;
- III. Verificação dos Requisitos técnicos;
- IV. Fluxograma de controle;
- V. Qualidade de execução do serviço;

Com a utilização dos cadernos de avaliações foi possível acompanhar o processo de produção, identificar oportunidades de melhorias e acumular informações que poderão ser utilizadas em *bechmarking*. A partir dessas saídas obtidas, a metodologia tem potencialidade para ser uma ferramenta auxiliadora na expansão do emprego dessa técnica de execução em obras nacionais, principalmente através do fornecimento de informações para construtoras, profissionais do setor e outras partes interessadas.

3.3.1 OBSERVAÇÃO *IN LOCO*

A realização das observações em canteiros de obras da região de Brasília fundamentou a última parte da metodologia. O objetivo dessa técnica foi observar a situação em que a indústria local da construção civil vinha utilizando a argamassa estabilizada de revestimento.

Tornou-se possível, conseqüentemente, contextualizar o cenário real de como o processo construtivo está sendo avaliado por parte dos profissionais das esferas operacionais (pedreiros, mestres de obra, engenheiros de obra) e também gerenciais (gerentes de projetos, engenheiros de projeto, consultores).

Outro benefício de realizar observações diretas diz respeito à possibilidade de se avaliar a situação vigente das etapas de execução do processo construtivo, ou seja, avaliar de fato como as operações estão sendo executadas e se essas possuem algum tipo de padronização a ser seguida pelos envolvidos a fim de garantir produtos finais uniformes.

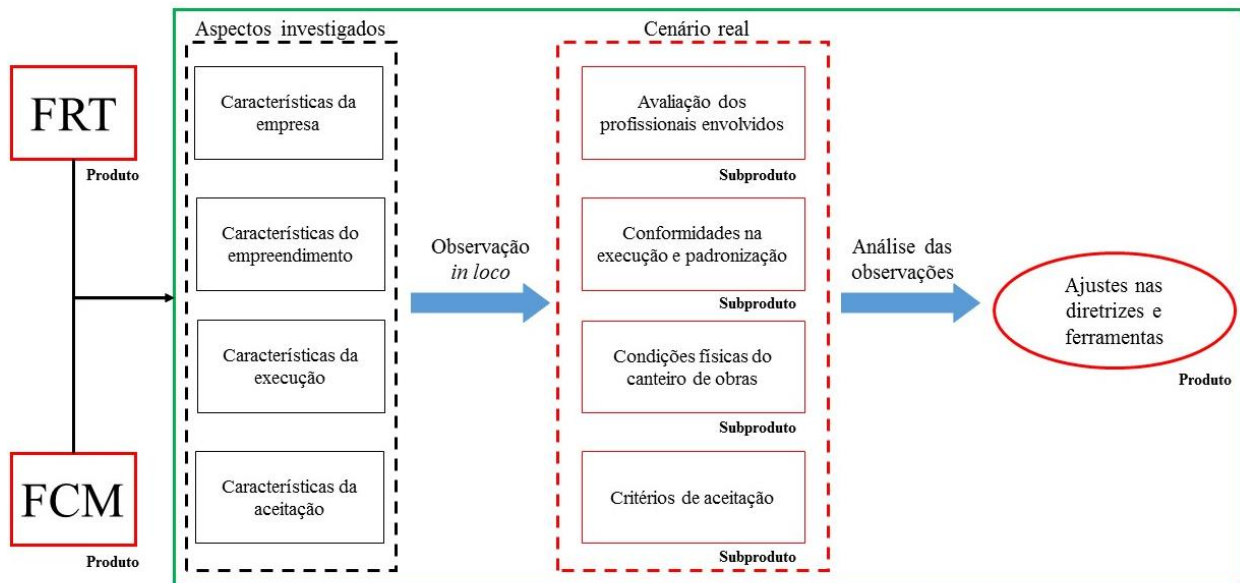
As condições físicas do local de execução também são parâmetros importantes que a observação *in loco* permite aferir, visto que a própria zona de execução do sistema de revestimento pode acabar afetando diretamente o desempenho do processo, independentemente se outras recomendações técnicas estejam sendo devidamente adotadas.

Por último, o uso desse artifício auxiliou na avaliação dos critérios de aceitação aplicados por construtoras e profissionais quando recebem o reboco finalizado. Dessa forma, foi possível analisar os métodos que se utilizaram durante a mensuração da qualidade do serviço executado no canteiro de obras.

Esse fator é vital quando procura-se mensurar a qualidade de algum processo ou produto, visto que o nível de exigências e os parâmetros de aceitação costumam variar de acordo com o perfil do empreendimento e, conseqüentemente, do cliente que está nele investindo.

Assim, como é ilustrado na Figura 14, as observações em canteiros de obras possibilitam obter o cenário real que se encontram os seguintes aspectos, que pode ser citado como um subproduto gerado, e por fim, auxiliam em ajustes à proposta de diretrizes.

Figura 14 – Produtos desenvolvidos na quarta etapa da metodologia



Etapa 4: Acompanhamento em canteiro de obras

Fonte: Autoria Própria (2019)

Por fim, é importante destacar que não fez parte dessa etapa a recomendação de correções para não conformidades observadas. Ou seja, apenas foi observado e registrado o andamento do processo construtivo do revestimento. Dessa forma, em nenhum momento do acompanhamento *in loco* foram mencionadas indicações técnicas ao engenheiro responsável para que providências fossem tomadas a fim de solucionar as falhas apontadas.

Após a realização de ajustes nas diretrizes de controle e verificação na execução de SRAE e, uma vez finalizado a quarta e última fase da metodologia estruturada na dissertação, os resultados obtidos satisfazem aos três objetivos específicos e, conseqüentemente, ao objetivo geral proposto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da revisão da literatura nacional e internacional, em conjunto com as recomendações técnicas que as normativas brasileiras trazem, o capítulo organiza de forma temporal linear, isto é, do ponto de início até o final do processo construtivo, os requisitos técnicos que devem ser monitorados durante a execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada (SRAE).

Como explicado na metodologia, procurou-se encontrar em referências científicas, fatores que afetaram direta e indiretamente o desempenho da execução de processos construtivos e também a frequência que apareciam nesses estudos, passo esse que foi conjugado com as recomendações originadas das normas regulamentadoras a fim de desenvolver os requisitos necessários aos SRAE como resultados.

A estruturação do capítulo se caracteriza pela apresentação desses requisitos técnicos em tópicos e a subsequente entrega da ferramenta de monitoramento.

4.1 VISÃO GERAL E DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada envolve basicamente dois universos: o processo e o produto. Ambos influenciam diretamente e acabam determinando o desempenho da produção em canteiro de obras. Logo, os dois campos devem possuir requisitos padronizados para assegurar que o serviço realizado corresponda aos requerimentos diversos exigidos pelas partes interessadas.

O campo do processo está relacionado com a atividade de produção em si, isto é, refere-se a todas as etapas que, em conjunto e seguidas organizadamente, permitem a transformação de componentes isolados (como a argamassa de revestimento, blocos de alvenaria e os equipamentos) em um sistema estruturado e com propriedades formalizadas.

Já a esfera do produto envolve o objeto final desenvolvido, ou seja, o revestimento em argamassa acabado. Assim, se relaciona com os materiais necessários para a transformação em um sistema definido. Além disso, esse campo é mensurado e monitorado por critérios de qualidade, muitas vezes por meio de critérios de conformidade e de aceitação.

Com as primeiras análises realizadas a partir de referências aderentes ao tema e normativas brasileiras, foi possível determinar e separar os requisitos necessários em cada uma das etapas do processo executivo de revestimento em argamassa estabilizada. Esses requisitos são de todo SRAE, logo, englobam as esferas do processo e também do produto.

As três fases principais referentes aos SRAE são: a) fase pré-aplicação, em que a argamassa ainda não foi aplicada ao substrato e, conseqüentemente, que considera todos os

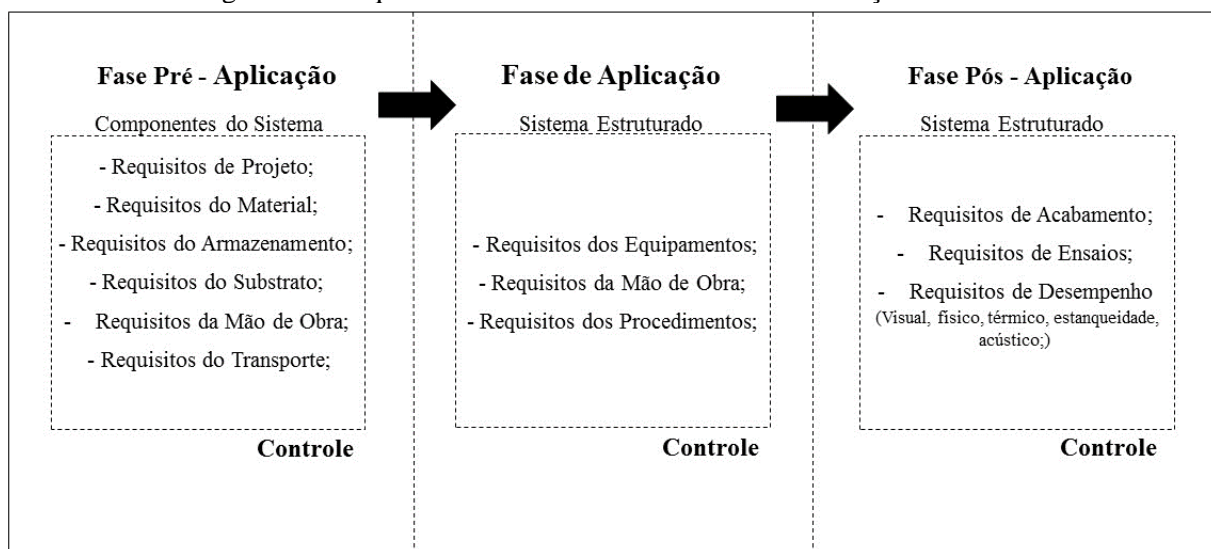
componentes responsáveis pela obtenção, em conjunto, de um sistema de revestimento; b) fase de aplicação, em que o sistema de revestimento acaba de ser estruturado a partir do lançamento do material ainda em seu estado fresco na base já preparada e então, passa a avaliar o comportamento do sistema como um todo; c) fase pós-aplicação, onde o lançamento do material à base já foi executado e a argamassa se encontra no estado endurecido, assim o revestimento está pronto para o recebimento de acabamentos posteriores.

Dessa forma, para que o desempenho referente à execução do sistema tenha resultados adequados e não prejudicados por aspectos influentes, é essencial que haja o monitoramento das etapas apresentadas acima.

A partir do controle dos requisitos de cada componente presente ao longo da produção do revestimento, torna-se possível determinar pontos falhos, encontrar soluções mais viáveis para determinado contexto e também acumular aprendizado de fatores que geraram benefícios no tempo, na qualidade e nos custos do processo.

A partir da análise dos dados, foram identificados 12 requisitos técnicos principais e que englobam todo o processo construtivo. A Figura 15 ilustra esse número de requisitos e que devem ser controlados durante as três fases que compõem a execução do sistema de revestimento em argamassa estabilizada.

Figura 15 - Requisitos necessários em cada fase de execução do SRAE



Sistema de Revestimento em Argamassa Estabilizada

Fonte: Autoria Própria (2019)

O capítulo abordará em detalhes os requisitos necessários que cada um desses componentes do sistema construtivo possui nas fases de pré-aplicação da argamassa, execução e pós-aplicação. A análise descritiva caracterizará a importância dessas condições no processo executivo e a influência dos mesmos no desempenho da execução do sistema de revestimento.

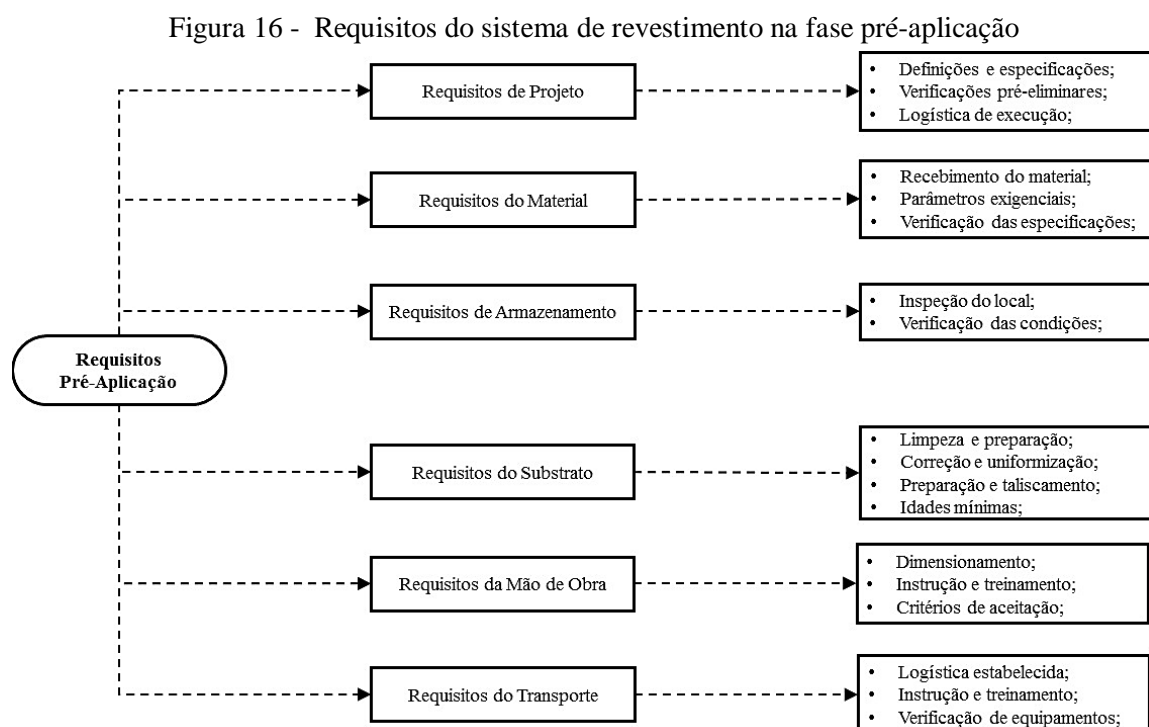
Além disso, a formulação de manuais de controle e verificação tende a facilitar o entendimento de pesquisadores e de profissionais do setor, possibilitando que o modelo seja devidamente testado e utilizado em canteiro de obras, seja para aproveitamento em futuras pesquisas ou até mesmo em empreendimentos da região.

4.2 FASE DE PRÉ-APLICAÇÃO

As primeiras diretrizes a serem exploradas no capítulo são pertinentes aos requisitos que o processo construtivo de execução de revestimento em AER precisa ter antes da aplicação do material no substrato.

Nos SRAE, a etapa de pré-aplicação envolve todos os parâmetros, diretos e indiretos, ligados ao sistema construtivo no período no intervalo de tempo entre a chegada do caminhão-betoneira ao canteiro de obra até o início do lançamento da argamassa estabilizada pelo operário na base já preparada (MEDEIROS, 1999).

Baseando-se nas determinações da ABNT NBR 7200:1998, ABNT NBR: 13749:2013 e nas pesquisas de Diogo (2007), Pinho (2013), Asano (2016); Santos (2016), tem-se na figura abaixo as seis variáveis de entrada referentes à fase de pré-aplicação. Essas variáveis também têm influência no sistema produtivo de revestimento em argamassa estabilizada e, conseqüentemente, possuem requisitos técnicos a serem monitorados durante o processo a fim de garantir a execução com parâmetros de produtividade e qualidade estabelecidos pelas partes interessadas (Figura 16).



Fonte: Autoria Própria (2019)

A Figura 16 apresenta os requisitos que devem ser considerados, antes do início da aplicação do material no substrato, ao se desenvolver uma análise de desempenho da execução, considerando a produtividade da mão de obra e qualidade do serviço realizado, de sistemas construtivos de revestimento em argamassa estabilizada. Assim, a partir do monitoramento e controle dessas seis esferas de exigências, torna-se possível dar prosseguindo ao processo construtivo no canteiro de obras.

Zanelatto *et al.* (2013) inferem que fatores anteriores à aplicação do revestimento também influenciam diretamente no comportamento da argamassa como material de construção e também podem modificar as propriedades do sistema de revestimento como um todo. Fato esse que Fernandes *et al.* (2015) concluem como sendo um aspecto pouco considerado e, conseqüentemente, aplicado por profissionais da construção civil brasileira.

4.2.1 REQUISITOS DE PROJETO

A conceituação de projeto de revestimento é abordada por autores brasileiros em diversos estudos realizado desde 1990. De acordo com Sabbatini (1990), o projeto de revestimento é a diretriz principal do processo construtivo e que contém todas as informações de materiais, métodos, técnicas, período de execução e outros detalhamentos construtivos, permitindo uma execução eficiente.

Maciel e Melhado (1999) argumentam que a principal função de um projeto é reunir as informações técnicas necessárias para se obter o produto final. Sua função é reduzir a possibilidade de falhas, perdas e atrasos a partir da correta especificação das variáveis envolvidas no processo construtivo.

Além disso, Medeiros (1999) justifica que o projeto de revestimentos é essencial para que a edificação tenha seu desempenho assegurado de forma viável, visto que ele permite o controle da qualidade dos materiais e do processo através dos subsídios fornecidos. Assim, o principal objetivo do projeto é caracterizar e assegurar tanto os aspectos técnicos quanto os econômicos do empreendimento.

Para que esses objetivos sejam alcançados de forma eficaz, Maciel e Melhado (1999), Diogo (2007) e Fernandes *et al.* (2015) defendem que o projeto de revestimento é um conceito muito amplo, sendo necessário sua divisão entre dois conteúdos: projeto relacionado ao detalhamento do processo executivo, denominado projeto para produção; e o projeto executivo, que considera aspectos técnicos do produto em si.

As especificações do projeto de revestimento em argamassa estabilizada devem contemplar três fatores que são essenciais para que o desempenho esperado seja alcançado, são

eles: i) o tempo; ii) os aspectos técnicos; iii) e a viabilidade econômica. Assim, baseando-se nas recomendações da ABNT NBR 7200:1998 e da ABNT NBR 13749:2013, além de estudos de Maciel e Melhado (1999); Diogo (2007) e Aguiar (2016), tem-se na Tabela 9 as especificações que o projeto de revestimento deve informar e que deve ser monitorado no canteiro de obras antes de iniciar-se a aplicação da argamassa no substrato.

Tabela 9 – Especificações e aspectos determinados no projeto de revestimento

Aspecto Determinante	Especificações
Técnico	Detalhes arquitetônicos e construtivos (estrutura, arquitetura, geometria)
	Compatibilização com outros projetos
	Tipo de revestimento de argamassa e suas propriedades
	Espessura mínima e quantidade das camadas
	Condições iniciais da base e finais do acabamento
Tempo	Cronograma atividades e período estimado de duração
	Tempos de espera de cada fase (chapisco, aplicação, cura)
Viabilidade Econômica	Definição do método construtivo (mão de obra, transporte e equipamento)
	Definição dos parâmetros de qualidade

Fonte: Autoria Própria (2019)

A ABNT NBR 7200:1998 e ABNT NBR 13749:2013 recomendam que o projetista deverá prever no projeto de revestimento a compatibilização entre as propriedades da argamassa, especificações da execução e previsão do destino final do produto, ou seja, como será o uso do revestimento ao longo de sua vida útil.

Antes de iniciar qualquer produção de revestimento em argamassa, todas as especificações de projeto precisam ser explanadas ao técnico envolvido, tendo cada nível de informação repassado a seu respectivo profissional (MACIEL e MELHADO, 1999; PINHO, 2013).

A qualidade de um projeto de revestimento irá depender da disponibilidade de informações a respeito do sistema construtivo, visto que é a partir delas que os profissionais traçam estratégias para determinar a forma de produção (CEOTTO *et al.*, 2005). Dessa forma, as especificações do projeto de revestimento tornam-se determinantes na garantia do desempenho da produção e da qualidade desse processo construtivo.

Por meio de um projeto de revestimento em argamassa estabilizada bem elaborado e corretamente explicado aos responsáveis pela execução, situações de retrabalho tendem a diminuir no canteiro de obras (DIOGO, 2007; FERNANDES *et al.*, 2007).

Esses casos, que muitas vezes ocorrem por falhas nas especificações do material e das técnicas executivas (GOODRUM *et al.*, 2009); ou até mesmo pela falta de clareza durante a comunicação entre setores, são responsáveis por perdas na eficiência de execução e que muitas vezes se traduzem em atrasos, aumento de custos diretos e indiretos (compra de material, exoneração adicional, etc.) e também diminuição da produtividade do sistema construtivo.

4.2.1.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de projeto

As diretrizes apontadas para os requisitos técnicos que o projeto de revestimento precisa ter antes do início da execução dos SRAE podem ser compiladas na ferramenta de monitoramento estruturada abaixo.

Quadro 1 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos do projeto do SRAE

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PROJETO					
ASPECTO:	1. TÉCNICO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Detalhes arquitetônicos e construtivos					
1.1 Há especificações do projeto arquitetônico				Consultar, organizar e considerar todos projetos arquitetônicos	
1.2 Há especificações do projeto estrutural				Consultar, organizar e considerar todos projetos estruturais	
1.3 Há especificações de vãos, quinas e juntas				Consultar, organizar e considerar os detalhamentos construtivos	
1.4 Há especificações de fachadas				Consultar, organizar e considerar os detalhamentos das fachadas	
Compatibilização de projetos					
1.5 O projeto considerou o método executivo estrutural (sistemas usados, prazos, deformações)				Compatibilizar o projeto estrutural e de revest. com auxílio profissional	
1.6 O projeto detalha as juntas de trabalho				Compatibilizar o projeto estrutural e de revest. com auxílio profissional	
1.7 Portas, janelas, peitoris estão compatibilizados com os detalhes do revestimento argamassado				Compatibilizar os detalhamentos com auxílio profissional e normas	
1.8 Há detalhamento do encontro estrutura/alvenaria				Compatibilizar os detalhamentos com auxílio profissional e normas	
1.9 Há detalhamento das previsões e localizações dos ramais hidráulicos e peças sanitárias				Compatibilizar os detalhamentos com auxílio profissional e normas	
1.10 Há detalhamento das previsões e localizações de tubulações elétricas e pontos de luz e tomada				Compatibilizar os detalhamentos com auxílio profissional e normas	
1.11 Há detalhamento das esquadrias				Compatibilizar os detalhamentos com auxílio profissional e normas	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PROJETO					
ASPECTO:		1. TÉCNICO			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Revestimento de argamassa e propriedades					
1.12 Há especificações das propriedades da argamassa estabilizada que será utilizada (ABNT NBR 13281:2005)				Dimensionar e analisar as especificações junto a central dosadora	
Espessura mínima e quantidade camadas					
1.13 Há especificações da espessura mínima de argamassa das áreas que receberão o revestimento. (ABNT NBR 13749:2013)				Analisar os projetos arquitetônicos, estrutural e de revestimento a fim de mapear as áreas de revestimento	
1.14 Há especificações das quantidades de camada que serão aplicadas na áreas (ABNT NBR 7200:1998)				Analisar os projetos arquitetônicos, estrutural e de revestimento a fim de mapear as áreas de revestimento	
Condições iniciais da base e finais de acabamento					
1.15 Há especificações das condições iniciais da base (ABNT NBR 7200:1998)				Definir em projeto as condições iniciais que a base deverá possuir	
1.16 Há especificações do acabamento final que cada área terá após execução do reboco				Definir em projeto as condições finais que o reboco deverá apresentar	
1.17 Há especificações das etapas e seus fluxos				Estudar e dimensionar cada etapa da execução do SRAE	
1.18 Há estimativas de duração do tempo de cada etapa e também do processo como um todo				Estimar a duração das etapas, prevendo possíveis atrasos	
Idades Mínimas					
1.19 Há especificações quanto ao tempo mínimo a ser respeitado entre os procedimentos (alvenaria, chapisco, reboco, cura, pintura, etc) (ABNT NBR 7200:1998)					
ASPECTO:		1. VIABILIDADE			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Definição do método construtivo					
1.20 Há definições quanto ao método construtivo que será utilizado na execução do reboco				Definir em projeto e estudar viabilidade do método escolhido	
1.21 Há especificações quanto a disponibilidade matéria prima, mão de obra e equipamento				Definir fornecedores, estimar tempo de entrega, aumento de preços	
1.22 Há estimativas do custo de execução				Estimar valores médios de material e serviço para orçar o custo da execução	
Definição dos parâmetros de qualidade					
1.23 Há especificações da forma de avaliação do revestimento finalizado e entregue				Respeitar os critérios de aceitação presente na NBR 13749:2013	
1.24 Há especificações do critérios de qualidade que serão adotados				Realizar reuniões com partes interessadas para definir critérios	
1.25 Há especificações das recomendações corretivas e de reparo a serem realizadas				Determinar estratégias para correção de possíveis erros de execução	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.2 REQUISITOS DO MATERIAL

O segundo requisito a ser verificado na fase de pré-aplicação está relacionado com a argamassa estabilizada e seus critérios de aceitação no canteiro de obras. É essencial que os parâmetros tecnológicos definidos para as condições de determinado empreendimento sejam alcançados pela central dosadora da AER.

Bauer *et al.* (2015) enaltecem que a falta de informação entre a central dosadora de argamassa com o canteiro de obras como um dos principais responsáveis inadequações desempenho do sistema de revestimento. Essa lacuna torna-se ainda mais acentuada pela falta de especificações que presentes nas normativas nacionais (MACIOSKI *et al.*, 2015).

4.2.2.1 Parâmetros tecnológicos

A normas brasileiras apenas classificam as propriedades de argamassa em faixas de valores, não havendo nenhum tipo de recomendação para a utilização de argamassas com determinadas características de acordo com o que se é esperado que o sistema de revestimento atenda, tanto em aspectos de produção em canteiro de obras quando na qualidade ao longo de sua vida útil.

Bauer *et al.* (2005) argumentam que argamassas utilizadas em revestimento precisam possuir características peculiares e variantes ao longo do tempo. Nos momentos iniciais pré-aplicação a argamassa estabilizada deve apresentar tanto uma fluidez adequada, garantindo que o transporte da unidade dosadora até o canteiro de obras pelo caminhão betoneira ocorra sem complexidade, como também uma trabalhabilidade mínima para garantir uma mistura homogênea do material antes do lançamento ao substrato (ZANELATTO *et al.*, 2013).

Outra propriedade importante nessa fase do processo construtivo é a retenção de água, ou seja, é esperado da argamassa a capacidade de armazenar água em sua constituição durante todo período em que o material seja trabalhável. Fenômenos como a exsudação, a evaporação e a retração devem ser combatidos durante seu estado fresco (ZANELATTO, 2012).

Nota-se então a importância de conhecer propriedades da argamassa e também de saber selecionar as características requeridas do material para que os requisitos de desempenho do sistema de revestimento sejam alcançados. Goodrum *et al.* (2009) corroboram com essa afirmativa ao determinarem a influência direta que o nível de tecnologia de materiais acarreta no desempenho de processos executivos como um todo.

Em contraponto, a ABNT NBR 13281:2005 apenas classifica a argamassa quanto a requisitos exigíveis para a aplicação de argamassa em assentamento e em revestimento de

paredes e tetos, não estabelecendo nenhum critério de emprego. A Tabela 10 indica as sete propriedades da argamassa que são apresentadas na norma.

Tabela 10- Faixas de classificação conforme características e propriedades determinados pelos métodos de ensaios das argamassas para assentamento e revestimentos paredes e tetos.

Classe	Método de ensaio	1	2	3	4	5	6
P (MPa)	ABNT NBR 13279	≤ 2,0	1,5 a 3,0	2,5 a 4,5	4,0 a 6,5	5,5 a 9,0	>8
M (kg/m³)	ABNT NBR 13280	≤ 1200	1000 a 1400	1200 a 1600	1400 a 1800	1600 a 2000	1800
R (MPa)	ABNT NBR 13279	≤ 1,5	1,0 a 2,0	1,5 a 2,7	2,0 a 3,5	2,7 a 4,5	>3,5
C (g/dm².min^{1/2})	ABNT NBR 15259	≤ 1,5	1,0 a 2,5	2,0 a 4,0	3,0 a 7,0	5,0 a 12,0	>10,0
D (kg/m³)	ABNT NBR 13278	≤ 1400	1200 a 1600	1400 a 1800	1600 a 2000	1800 a 2200	> 2000
U (%)	ABNT NBR 13277	≤ 78	72 a 85	80 a 90	86 a 94	91 a 97	95 a 100
A (MPa)	ABNT NBR 15258	<0,20	≥0,20	≥0,30			

Legenda: **P** (resistência à compressão); **M** (densidade de massa aparente no estado endurecido); **R** (resistência à tração na flexão); **C** (coeficiente de capilaridade); **D** (densidade de massa no estado fresco); **U** (retenção de água); e **A** (resistência potencial de aderência à tração).

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 13281:2005 e Oliveira (2017)

Já a instituição francesa CSTB (Centro Científico e Técnico de Edificações) se preocupou em especificar condições mínimas para que argamassas possuam condições de aplicação, além de determinar condições específicas para casos especiais. Segue na Tabela 11 esses parâmetros tecnológicos de aplicação.

Tabela 11 - Parâmetros tecnológicos das argamassas de revestimento de acordo com a CSTB

Características	Módulo de Elasticidade (MPa)	Resistência à Tração na flexão (MPa)	Retenção de água (%)	Coefficiente de Capilaridade (g/dm ² .min.1/2)
Símbolo	E	Rt	U	C
Classificação	E1<5000 3500>E2<7000 5000>E3<10000 7500>E4<14000 12000>E5<20000 E6>16000	R1<1,5 1,0>R2<2 1,5>R3<2,7 2,0>R4<3,5 2,7>R5<4,5 R6>3,5	U1<78 72>U2<85 80>U3<90 86>U4<94 91>U5<97 95>U6<100	C1<1,5 1,0>C2<2,5 2>C3<4 3>C4<7 5>C5<12 C6>10
Especificação Mínima	E≤4	-	U≥3	C≤3
Especificações Adicionais para Determinadas Condições de Aplicação	Em paredes muito expostas a choques: E≥E3 para aplicar revestimentos cerâmicos colados E≥E4	Em paredes muito expostas a choques: R≥R3 para aplicar revestimentos cerâmicos colados R≥R4	para aplicar em tempo muito quente e seco U5 ou U6	Para aplicar em parede muito exposta à chuva: C1 ou C2

Fonte: Adaptado de CSTB (1993) e Oliveira (2017)

Percebe-se que os dados franceses fornecem exigências mais formalizadas quanto aos critérios que a argamassa tenha que apresentar para sua aceitação.

Entretanto, Flores *et al.* (2010) disserta que documentos e normas internacionais ainda falham quanto às informações recomendadas mínimas que deveriam apresentar no que diz respeito a requisitos que argamassas precisam ter de acordo com seu desempenho esperado.

Assim, ainda é necessário um aprofundamento técnico para estabelecer requisitos mínimos de aceitação para as propriedades das argamassas estabilizadas de revestimento, visando o melhor direcionamento para fabricantes do material e também o aumento de informações disponíveis as construtoras e os profissionais do setor.

Por sua vez, esse aumento tenderia a fornecer um grau de exigência mais preciso e que tende a beneficiar a confiabilidade e, conseqüentemente, a expansão do uso desse sistema de revestimento.

4.2.2.2 Recebimento e verificação do Material

A argamassa estabilizada de revestimento (AER), após devidamente dosada e transportada pela empresa responsável deve ser recebida no canteiro de obras pelo responsável qualificado. Antes do derramamento da argamassa fluída na baía de armazenamento, é imprescindível conferir as informações referentes ao material fornecido pelo fabricante (REGATTIERI e SILVA, 2003).

A ABNT NBR 13281:2005 informa que deve ser fornecida todas as facilidades para uma cuidadosa inspeção e amostragem da argamassa a ser utilizada. Dessa forma, seu Item 7.2.1 informa que para argamassas dosadas em central o tamanho máximo do lote é de 200 toneladas, assim cada lote deve conter uma amostragem estabelecida.

A mesma norma ainda recomenda que as informações sobre os materiais empregados na preparação da argamassa devem ser registradas, como por exemplo: tipo, lote de fabricação, procedência, entre outros. Por fim, as amostras devem ser devidamente identificadas no momento da coleta, informando também a proporção dos materiais, a dosagem de água e a forma de mistura. Após essa etapa, deve ser enviada a um laboratório de procedência.

Conforme a Diretriz SINAT 006:2016 informa, a nota fiscal é documento base para que o fabricante informe as especificações básicas da argamassa de revestimento fornecida. Caso o profissional responsável pela obra exija mais algum dado, deve ser negociado diretamente com a central dosadora.

A mesma diretriz enfatiza a importância da inspeção visual no recebimento de materiais e também de outros componentes do sistema de revestimento, como por exemplo telas metálicas, réguas, recipientes para transporte e armazenamento, entre outros.

Após o despejo do material, é possível analisar e conferir, por meio da conferência visual e tátil da argamassa, as condições iniciais de plasticidade, fluidez, consistência e trabalhabilidade da argamassa. Qualquer divergência com o esperado deve ser repassada ao fornecedor antes de iniciar a aplicação do material no substrato.

Por último, na Tabela 12 tem-se o resumo dos requisitos esperados da argamassa e do seu recebimento em canteiro de obras antes de iniciar-se a aplicação na base.

Tabela 12 – Requisitos da argamassa e de seu recebimento na etapa de pré-aplicação

Aspectos	Especificações
Parâmetros exigências	A produção da argamassa estabilizada em usina deve considerar a classificação realizada pela NBR 13281:2005. Além disso, é imprescindível o contato entre a unidade dosadora e o responsável técnico da obra a fim de formalizar os parâmetros exigenciais específicos para determinado empreendimento e seu projeto de revestimento.
Recebimento e Verificação	O responsável pelo recebimento da argamassa estabilizada no canteiro deve conferir através a nota fiscal as informações referentes a produção do material.
	Descarregamento de forma segura e uniforme
	Conferência tátil e visual dos parâmetros de trabalhabilidade da argamassa em seu estado fresco. Com qualquer divergência ou estranhamento, recomenda-se contatar o fornecedor antes de se iniciar a execução do revestimento.

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.2.3 Ferramenta de monitoramento dos requisitos do material

As diretrizes apontadas para os requisitos técnicos do material e de seu recebimento no canteiro de obras podem ser compiladas na ferramenta de monitoramento estruturada abaixo.

Quadro 2 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos do material do SRAE

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DO MATERIAL					
ASPECTO:	2. PARÂMETROS TECNOLÓGICOS				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Produção					
2.1 Há especificações de projeto repassadas à central dosadora de argamassa estabilizada				Definir junto a central dosadora, as especificações da AER para o projeto	
2.2 Há definições decididas em conjunto quanto a propriedades da argamassa (NBR 13281:2005)				Definir junto a central dosadora, a faixa de utilização segundo NBR 13281:2005	
2.3 Foram definidos o tempo de estabilização da argamassa				Definir junto a central dosadora, a faixa de trabalho da AER	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DO MATERIAL					
ASPECTO:	2.RECEBIMENTO E VERIFICAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Recebimento					
2.4 A nota fiscal entregue está com as informações corretas (nome, validade, responsável) (ABNT NBR 13281:2005)				Informar a central dosadora para corrigir eventuais problemas na nota e exigir que o documento se baseie na NBR 13281	
2.5 O volume de argamassa entregue pela central segue o valor contratado				Contatar a central dosadora e exigir o complemento do volume contratado	
Descarregamento					
2.6 A área de descarregamento encontra-se livre, sinalizada e preparada para o ato				Organizar e sinalizar a área onde é realizado o descarregamento da AER	
Verificação					
2.6 O material está com as propriedades físico-químicas definidas em projeto (ABNT NBR 13281:2005)				Exigir junto a central dosadora as informações técnicas da AER contratada para a obra em questão	
2.7 Inspeção tátil e visual da argamassa estabilizada				Contatar a central dosadora e exigir o recolhimento e reposição da AER	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.3 REQUISITOS DE ARMAZENAMENTO

A terceira parte das diretrizes na fase pré-aplicação diz respeito ao armazenamento da AER no canteiro. A ABNT NBR 7200:1998 traz recomendações do armazenamento dos componentes necessários para a produção da argamassa em canteiro, ou seja, orienta a forma de estocagem da água, dos agregados e das adições presentes.

Essa mesma norma, orienta que as argamassas dosadas em central devem ser armazenadas em recipientes impermeáveis e protegidos de aeração e incidência de raios solares, evitando que percam suas propriedades por agentes externos. Além disso, o documento infere que o tempo máximo de armazenamento deve ser definido pelo fornecedor durante o dimensionamento e especificação.

Entretanto, nenhuma normativa nacional fornece orientações a respeito das técnicas a serem empregadas durante o armazenamento de argamassas estabilizadas, incluindo o processo de introdução de película de água na superfície do material durante seu período de estabilização.

A recomendação geral fornecida por fabricantes nacionais dessa argamassa e evidenciadas em pesquisas é que o processo de armazenamento para o material que será utilizado no dia seguinte deve conter as seguintes etapas: i) alisamento da superfície; ii) aplicação de uma camada entre 10 mm e 20 mm de água sobre a argamassa; iii) no dia

posterior realizar a remoção da película e, por último, iv) homogeneização do material através de mistura entre 30 a 60 segundos.

Entretanto, esse procedimento ainda gera insegurança pelos profissionais do setor devido a sensação observada no material guardado de se formar uma nata e também do aumento exacerbado da fluidez no dia posterior (CASALI *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2017).

Assim, é comum encontrar divergências entre canteiro de obras que empregam esse método e outros que simplesmente fecham o recipiente de armazenamento. A fim de suprir a necessidade de informação a respeito do correto procedimento para armazenamento da argamassa estabilizada, diversos estudos foram realizados.

Nelson *et al.* (1988) analisou três argamassas estabilizadas armazenadas com películas entre 10 mm e 20 mm e encontrou ganhos de resistência a aderência e redução na retração quando comparadas a argamassas convencionais.

Martins Neto e Djanikan (1999) compararam quatro traços de argamassa estabilizadas com 12 horas de tempo de estabilização com duas argamassas mistas. A autores observaram ganhos no teor de ar incorporado, aumento na resistência à compressão e aderência nas argamassas armazenadas com a introdução de película de água.

Casali *et al.* (2011), analisou 5 lotes de 36 horas e 72 horas de estabilização empregando o armazenamento com e sem lamina de água. Para o processo com película era empregado aproximadamente 15 mm e no próximo dia era realizado a homogeneização da argamassa com espátula por 20 segundos. Já o método sem película ocorria apenas o fechamento do recipiente e no próximo dia ocorria a homogeneização.

Os autores concluíram que os lotes armazenados com película apresentaram menor perda de consistência ao longo das 72 horas, porém não havendo variações significativas para medições realizadas no mesmo dia. Já para o teor de ar incorporado não foi registrado variações consideráveis, fenômeno justificado pelos aditivos incorporadores que são empregados nesse tipo de argamassa. Também não foi encontrado mudanças significativas na retenção de água entre lotes com e sem película, apenas entre argamassa com tempo de estabilização diferente.

Já Oliveira (2017) argumenta que existe outros fatores impactantes nas propriedades da argamassa no estado fresco e que também determinam a eficácia da utilização de películas de água, entre essas variáveis cita-se: o teor de aditivo estabilizador de hidratação e teor de aditivo incorporador de ar.

Dessa forma, a autora conclui que para argamassas com maior teor de aditivos tempo de estabilização de até 8 horas, a lâmina não funcionou adequadamente devido ao aumento de fluidez já garantido pelo aditivo estabilizador. No outro extremo, argamassas com pouco teor

de aditivo também não apresentaram variação significativa em suas propriedades entre lotes de armazenamento com ou sem camada de água.

Por fim, para argamassas com dosagens ideais de aditivos incorporadores de ar e estabilizadores, a autora observou que os lotes de materiais que foram armazenados com lâmina de água mantiveram suas propriedades de forma satisfatória tanto no estado fresco, quanto endurecido por até 32 horas.

Percebe-se pelos estudos apresentados, a necessidade de intensificar as pesquisas a respeito da influência que o armazenamento das argamassas estabilizadas com o emprego de camadas de água ocasiona no desempenho da produtividade da mão de obra e na qualidade do sistema de revestimento finalizado.

A lacuna de informações padronizadas, bem como a ausência de recomendações técnicas presentes nas normas brasileiras, acaba limitando o desenvolvimento de diretrizes para boas práticas em canteiro e também a construção de ferramentas de controle e monitoramento da etapa de armazenamento da argamassa estabilizada de revestimento.

4.2.3.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de armazenamento

Por meio da análise de recomendações testadas em pesquisas anteriores e, levando em consideração recomendações gerais de armazenamento de sistemas de revestimento argamassados presentes na ABNT NBR 7200:1998 e ABNT NBR 13755:2017, foi possível organizar algumas diretrizes para o SRAE. A partir daí, segue a terceira ferramenta de monitoramento.

Quadro 3 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de armazenamento do SRAE

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE ARMAZENAMENTO					
ASPECTO:	3.CONDIÇÕES DO LOCAL				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições físicas					
3.1 Local de armazenamento está limpo e seco				Abrigar a AER em baias livre de sujeira e água	
3.2 Local de armazenamento é protegido da ação do sol, ventos, chuvas e agentes externos				Armazenar as baias de AER protegido de agentes climáticos e externos	
3.3 O local de armazenamento suporta o volume a ser depositado diariamente				Dimensionar corretamente o tamanho da baia ou o pedido de AER	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE ARMAZENAMENTO					
ASPECTO:		3. MANUTENÇÃO			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Manutenção					
3.4 Especificação da lâmina de água entre 10 e 20mm caso seja utilizada no outro dia				Especificar e treinar mão de obra sobre a disposição de lâmina de água	
3.5 Homogeneização do material para uso após período de estagnação				Informar a mão de obra sobre a homogeneização da AER	
ASPECTO:		3. LOGÍSTICA			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Manutenção					
3.6 Compatibilização do local de armazenamento com o fluxo de atividades dimensionadas				Organizar o layout do canteiro considerando o armazenamento	
3.7 Previsão e determinação das rotas a serem utilizadas pelos operários e giricas				Dimensionamento e informação de mapofluxogramas e rotas para AER	
3.8 Destaque no canteiro e instrução à mão de obra				Sinalização dos locais de armazenagem e instrução de operários	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.4 PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO

O quarto requisito do sistema construtivo de revestimento na fase pré-aplicação está relacionado com as condições do local que a argamassa estabilizada é aplicada, região conhecida como substrato ou base do revestimento.

A ABNT NBR 13529:2013 define base ou substrato como parede ou teto como o local onde a argamassa de revestimento é aplicada, sendo constituído por material orgânico e não metálico.

Diversos estudos realizados buscaram encontrar relações entre as condições do substrato e seus impactos no desempenho dos sistemas de revestimento em argamassa. A partir do preparo do substrato, busca-se melhorias na aderência do sistema por meio da ancoragem entre a argamassa e o substrato.

Murray (1983), Paes (2004), Zanelatto (2012) e Macioski *et al.* (2015) inferem que o preparo da base, o controle da sucção, a qualidade dos materiais empregados e a técnica de execução são os 4 parâmetros mais determinantes no desempenho da aderência que um sistema de revestimento venha a ter.

Assim, torna-se fundamental determinar, a fim de se garantir o desempenho do sistema de revestimento, que os procedimentos iniciais à aplicação também englobem a limpeza e a correção de irregularidades do material.

4.2.4.1 Limpeza

A limpeza do substrato é um procedimento essencial na garantia do desempenho de um sistema de revestimento em argamassa (ZANELATTO, 2012). É partir dela que é possível eliminar agentes prejudiciais na aderência entre a argamassa aplicada e o substrato.

Dentre esses atuantes negativos pode-se citar: poeira, restos de material, fungos, eflorescências, respingos de óleos, desmoldantes, entre outros (CRESCÊNCIO *et al.*, 2000; ZANELATTO *et al.*, 2013; FERNANDES, *et al.*, 2015).

A ABNT NBR 13755:2017 argumenta que a base é a estrutura-suporte do sistema, devendo resistir ao peso total do revestimento, cargas de vento e às solicitações térmicas atuantes. Dessa forma a norma recomenda que, antes de iniciar qualquer aplicação de argamassa, essa superfície deve estar limpa e livre de agentes influenciadores. A Tabela 13 informa as condições que a base precisa apresentar.

Tabela 13 - Resíduos que precisam ser removidos previamente à aplicação da argamassa na base

Antes da aplicação da argamassa, o substrato deve estar limpo e livre dos seguintes resíduos:	Poeira
	Restos de argamassa
	Restos de forma de madeira utilizados na concretagem
	Pontas soltas de ferro
	Eflorescências
	Outros resíduos que afetem a uniformidade da superfície da base

Fonte: Adaptado da NBR 13755:2017

Além disso, é recomendado pela ABNT NBR 7200:1998 que após qualquer procedimento de lavagem do substrato, é preciso esperar sua secagem para que a aplicação de argamassa possa ser executada.

4.2.4.2 Uniformização da superfície da base

Após a limpeza da base, também é essencial monitorar a situação que a mesma se encontra em relação as desconformidades presentes na superfície. A presença de regiões não uniformes tendem a causar perda de aderência da argamassa ao substrato, por isso, torna-se necessário o tratamento.

Dessa forma, a regularização das condições da base tende a potencializar a formação de ancoragem com a argamassa aplicada, garantindo o transporte da água com partículas cimentícia para o interior dos poros do substrato (PAES, 2004). Esse fenômeno, por sua vez, é traduzido em ganhos de resistência mecânica de aderência no sistema de revestimento (BAUER *et al.*, 2005; ZANELATTO *et al.*, 2013).

O mecanismo de ancoragem mecânica na interface substrato/argamassa se dá pela absorção, por parte dos poros do substrato, da pasta cimentícia presente na argamassa (BAUER *et al.*, 2005).

Carasek (1996) argumenta que a extensão de aderência também é preponderante no desempenho do revestimento. A autora define esse fator como corresponde à razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida entre argamassa e o substrato poroso.

As condições da base devem garantir a não ocorrência de aspectos prejudiciais ao desempenho da produtividade de execução, uma vez que a argamassa pode levar mais tempo para iniciar a pega devido a inconstâncias da adesão inicial e absorção da água pelo substrato ao longo do expediente.

Essas condições também devem garantir ligações químicas sem interrupções e que, conseqüentemente, traduzem a resistência de aderência do revestimento.

Além disso, autores como Sabbatini (1990); Bauer *et al.* (2005); Medeiros (1999); Diogo (2007); Carasek (2010); Fernandes *et al.* (2015); e Zuccheti *et al.* (2017) também defendem que antes de iniciar qualquer execução de revestimento em argamassa, é necessário considerar se os aspectos apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Procedimentos e verificações na base antes da aplicação da argamassa

	Natureza	Procedimento
Antes da aplicação da argamassa, deve ser executado e verificado na base os seguintes aspectos	Irregularidades	<p>Uniformização e preenchimento com argamassa de regiões da base que sofreram qualquer tipo de dano (furos, rasgos, depressões).</p> <p>A ABNT NBR 7200:1998 recomenda os seguintes procedimentos para se corrigir irregularidades:</p> <p>a) enchimento das falhas da base com argamassa, desde que menores que 50 mm de profundidade;</p> <p>b) correção dos rasgos efetuados para instalação das tubulações com diâmetros superiores a 50 mm, através da colocação de tela metálica galvanizada e enchimento com cacos de tijolos e blocos;</p> <p>c) enchimento das falhas da base com mais de 50 mm de profundidade, em pelo menos duas etapas: a primeira camada deve secar por um período não inferior a 24 h e ser levemente umedecida quando da aplicação da segunda.</p> <p>Também deve se observar a presença de infiltração de umidade, definindo soluções antes da aplicação.</p>

	Natureza	Procedimento
Antes da aplicação da argamassa, deve ser executado e verificado na base os seguintes aspectos	Encontro de bases de diferente composição	<p>Emprego de tela metálica, plástica ou de outro material a fim resistir a deformações.</p> <p>A ABNT NBR 7200:1998 recomenda o emprego dessas telas quando a base for composta por diferentes materiais e for submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (tais como balanços, platibandas e últimos pavimentos).</p> <p>Além disso, a norma indica que, alternativamente, pode ser especificada a execução de uma junta que separe o revestimento aplicado sobre os dois materiais, permitindo que cada parte se movimente independentemente</p>
	Camadas de espessura superior	<p>Emprego de tela metálica soldada para camadas de argamassa superiores a 25 mm.</p> <p>A ABNT NBR 13755:2017 recomenda o emprego de fio com diâmetro igual ou maior do que 2 mm e malha com abertura quadrada de 5 cm por 5 cm, inserida na camada de argamassa de regularização inserida na camada de argamassa de regularização ou no emboço, e ancorada na estrutura-suporte.</p> <p>A função da tela é inibir a retração da argamassa, suportar o peso próprio de todas as camadas a partir do chapisco</p>
	Detalhes de Projeto	<p>A tubulações de água e esgoto já devem estar embutidas e testadas quanto à estanqueidade.</p> <p>Os eletrodutos, caixas de passagem ou derivação de instalações elétricas ou telefônicas devem estar adequadamente embutidos.</p> <p>Os vãos para portas e janelas devem estar previamente definidos, estando os contramarcos, se especificados, devidamente colocados.</p> <p>As bases de revestimento devem atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixados nas respectivas normas de alvenaria e de estruturas de concreto.</p>

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 7200:1998, 13755:2017 e 13749:2013

4.2.4.3 Aplicação do chapisco

Após a limpeza e correção de irregularidades presentes na superfície do substrato, o terceiro e último procedimento de preparo da base na fase de pré-aplicação é o chapisco (MACEDO *et al.*, 2011).

A ABNT NBR 13529:2013 conceitua chapisco como uma camada de preparo da base, com aplicação contínua ou intervalada, tendo a função de uniformizar a superfície quanto à absorção e também melhorar a aderência do revestimento.

Carasek (1998) e Leal (2003) inferem que a tipologia de chapisco deve ser escolhida de acordo com as características superficiais do substrato e do tipo de argamassa utilizada. A partir desse preparo, busca-se garantir a uniformidade de absorção inicial de água pela base e também ao longo do tempo, além de criar uma região de maior rugosidade que promova a ancoragem mecânica na interface (SOBRINHO *et al.*, 2015; CARVALHO *et al.*, 2017).

Segundo a ABNT NBR 7200:1998 a argamassa do chapisco deve ser aplicada com uma consistência fluída, garantindo assim, uma penetração da pasta cimentícia mais eficaz no substrato e, conseqüentemente, melhorando a aderência na interface.

Além disso, é recomendado pela norma que a aplicação não cubra completamente toda a base e que se respeite prazo entre 2 e 3 dias para a posterior aplicação da argamassa de revestimento na base já uniformizada.

A mesma normativa recomenda que regiões de clima seco e quente devem se atentar a ação direta do sol e do vento, devendo então proteger as condições úmidas do material por no mínimo 12 horas. Assim, a cura adequada é um fator chave para que as propriedades do chapisco fiquem asseguradas.

Estudos relatam a influência do preparo da base no desempenho dos sistemas de revestimento em argamassa, tanto em aspectos de produção como também na qualidade do produto final.

Candia (1998) concluiu que as maiores resistências a aderências encontradas em seu campo amostral foram nos sistemas que tinham chapisco comum para base cerâmica e chapisco industrializado para blocos de concreto.

No caráter de execução em canteiro de obras, Pereira (2000) aplicou lançamentos de argamassa convencional em condições de substrato e constatou uma leve tendência de diminuir o tempo de sarrafeamento em blocos cerâmicos chapiscados devido ao aumento da absorção da água na base. Já para blocos de concreto, o pesquisador observou um aumento no tempo de sarrafeamento visto que o chapisco ocasionou um grau absorção da água menor e mais uniformizado do que nesse tipo de bloco.

Paes (2004) conferiu experimentalmente que substratos de alta sucção, como por exemplo alvenarias de concreto celular e de concreto, reduzem a intensidade absorção de água quando aplicado o chapisco no preparo da base. Já para blocos cerâmicos, que são de baixa

sucção, a pesquisadora encontrou necessidade de aplicação do chapisco para incremento da aderência do revestimento em argamassa.

Por mais que esse campo tenha sido estudado por pesquisadores brasileiros percebe-se ainda a lacuna de conhecimento a respeito dos efeitos do preparo da base em sistemas de revestimento em argamassa estabilizada, ou seja, não havendo observação concreta do comportamento da argamassa estabilizada ao longo do tempo quando aplicada a determinada condição do substrato.

4.2.4.4 Cronograma de execução

A ABNT NBR 7200:1998 não especifica o cronograma execução com as idades mínimas que as bases de revestimento devem ter. De acordo com a normativa, para revestimentos dosados em central, esses prazos podem ser alterados caso haja instrução do fornecedor, com comprovação em ensaios laboratoriais.

Entretanto, a falta de informação fornecida pelos fabricantes faz com que corriqueiramente se utilize as instruções fornecidas pela ABNT NBR 7200:1998 a fim de se ter um embasamento técnico em relação a execução do revestimento em canteiro de obras com os requisitos mínimos que garantem o desempenho esperado.

A Tabela 15 informa as recomendações presentes na normativa brasileira a respeito do cronograma de execução levando em conta a base de revestimento.

Tabela 15 – Idades mínimas recomendadas para a base de revestimento antes da aplicação

Considerações das bases de revestimento	Idade Mínima
Idade para as estruturas de concreto e alvenarias armadas estruturais.	28 dias
Idade para alvenarias não armadas e estruturais e alvenarias sem função estrutural de tijolos, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto celular, admitindo-se que os blocos de concreto tenham sido curados durante pelo menos 28 dias antes da sua utilização.	14 dias
Idade do chapisco para aplicação do emboço ou camada única; para climas quentes e secos, com temperatura acima de 30°C, este prazo pode ser reduzido para dois dias.	3 dias
Idade para o emboço de argamassa de cal, para início dos serviços de reboco.	21 dias
Idade do emboço de argamassas mistas ou hidráulicas, para início dos serviços de reboco.	7 dias
Idade do revestimento de reboco ou camada única, para execução de acabamento decorativo.	21 dias

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 7200:1998

4.2.4.5 Ferramenta de monitoramento dos requisitos do substrato

A partir das diretrizes mostradas nesse capítulo, e em conjunto das recomendações presentes na ABNT NBR 7200:1998; ABNT NBR 13755:2017; e 13749:2013 foi possível organizar uma ferramenta de auxílio para monitorar os requisitos que o substrato deve ter antes de receber a argamassa estabilizada em sua superfície.

Quadro 4 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de preparação do substrato

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO					
ASPECTO:	4. LIMPEZA				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Presença de agentes (ABNT NBR 7200:1998)					
4.1 Substrato livre de poeira e restos de argamassa				Limpar corretamente o substrato conforme NBR 7200:1998	
4.2 Substrato livre de lascas de madeira e pontas de ferro				Limpar corretamente o substrato conforme NBR 7200:1998	
4.3 Substrato está livre de eflorescências				Limpar corretamente o substrato conforme NBR 7200:1998	
4.4 Substrato está seco após sua limpeza				Esperar a secagem do substrato conforme NBR 7200:1998	
ASPECTO:	4. UNIFORMIZAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Irregularidades (ABNT NBR 7200:1998)					
4.5 Substrato livre de irregulares na superfície				Tratar irregularidades do substrato conforme ABNT NBR 7200:1998	
4.6 Substrato livre de furos e rasgos causados pela instalação eletro sanitária				Preencher furos e rasgos conforme ABNT NBR 7200:1998	
4.7 Substrato livre de pontos de infiltração de umidade				Tratar zona de infiltração/umidade conforme NBR 7200:1998	
Encontro base/estrutura (ABNT NBR 7200:1998)					
4.8 Houve instalação de telas nas regiões definidas no projeto				Respeitar e aplicar especificações de projeto conforme NBR 7200:1998	
Camadas de espessura superior (ABNT NBR 7200:1998)					
4.9 Houve instalação de telas nas regiões definidas no projeto por e>25mm				Respeitar e aplicar especificações de projeto conforme NBR 7200:1998	
Detalhes de projeto					
4.10 Tubulações de água e esgoto foram devidamente embutidas				Conferir projetos hidrossanitários e a finalização do serviço no substrato	
4.11 Os eletrodutos, caixas de passagem ou derivação de instalações elétricas ou telefônicas foram adequadamente embutidos				Conferir projetos de instalações elétricas e a finalização do serviço	
4.12 Os vãos para portas e janelas definidos e contramarcos instalados				Conferir projetos de esquadria e a finalização do serviço no substrato	
4.13 As bases de revestimento atendem exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas (ABNT NBR 13749:2013)				Conferir e corrigir se a base atende as especificações da ABNT 13749:2013	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO					
ASPECTO:	4.CHAPISCO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições da base (ABNT NBR 7200:1998)					
4.14 Há a necessidade de aplicação de chapisco na área indicada				Verificar e executar o chapisco na área conforme NBR 7200:1998	
4.15 Foi realizado a cura na região com chapisco				Executar a cura do chapisco na área conforme NBR 7200:1998	
ASPECTO:	4.IDADES MÍNIMAS				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições de espera (ABNT NBR7200:1998)					
4.16 Foi respeitado o tempo de espera de 28 dias para bases estruturais				Respeitar e aguardar a idade mínima do revest. conforme NBR 7200:1998	
4.17 Foi respeitado o tempo de espera de 14 dias para bases não estruturais				Respeitar e aguardar a idade mínima do revest. conforme NBR 7200:1998	
4.18 Foi respeitado o tempo de espera de 3 dias de idade do chapisco realizado				Respeitar e aguardar a idade mínima do revest. conforme NBR 7200:1998	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.5 REQUISITOS DA MÃO DE OBRA

A mão de obra é o quinto requisito técnico que precisa ser especificado antes de se iniciar o processo de execução de revestimento em argamassa estabilizada entregue, para que o desempenho do processo e da qualidade do produto final sejam garantidos conforme especificado previamente em projeto.

Mawdesley e Al-Jibouri (2010), Jarkas e Bitar (2012) e Pinho (2013) discorrem que, por mais que o intenso desenvolvimento de melhorias na racionalização do processo e na produtividade construtiva em canteiros tenha avançado nos últimos 30 anos, a mão de obra ainda continua sendo uma decisiva variável a ser controlada de forma eficaz pela indústria da construção civil. Fato esse que corrobora para a necessidade de se desenvolver diretrizes a respeito da mão de obra.

Em sistemas de revestimento em argamassa isso ainda é mais evidente devido à pertinência do mercado nacional em utilizar técnicas convencionais de produção, por meio unicamente da mão de obra humana (LORDSLEEM JR e SILVA, 2015).

Por isso, argumenta-se que o fator humano é principal responsável pela variabilidade no processo de execução de revestimentos em argamassa (GONÇALVES e BAUER, 2005; PARAVISI, 2008; LORDSLEEM JR e PINHO, 2014).

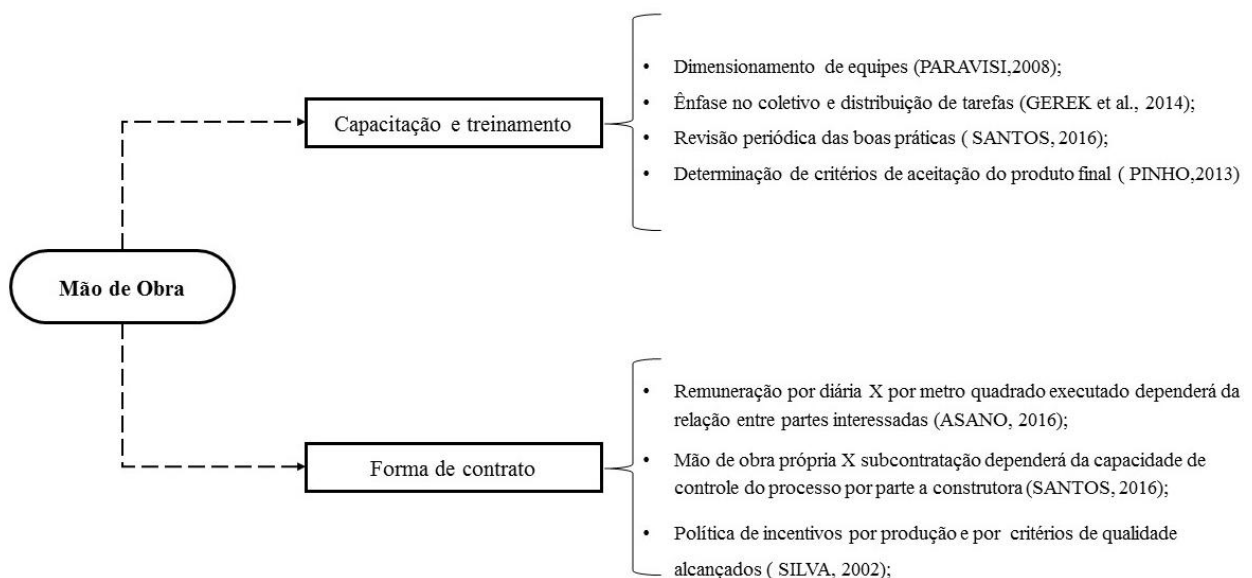
O baixo custo da mão de obra é um dos fatores que limitam ênfase dada por construtoras e profissionais do setor para uma eficaz análise a fim de identificar as oportunidades de melhoria no processo (ASANO, 2016).

Estudos de Costa (2005); Paravisi (2008); Dantas (2009); Bransdtetter e Falcão (2013); Gerek et al. (2014); Moreira (2014); Asano (2016); Pinto (2016) e Albuquerque *et al.* (2017) evidenciam que a capacitação e treinamento da mão de obra são fatores chave na obtenção de desempenho produtivo durante o processo de construção e também na qualidade que o revestimento apresenta durante seu tempo de vida útil estipulado.

Diogo (2007) e Gerek *et al.* (2014) inferem que dois aspectos precisam ser analisados antes de iniciar qual processo construtivo envolvendo qualquer classificação de argamassa, inclusive a estabilizada: i) o nível de treinamento e capacitação dos agentes envolvidos no processo construtivo; e ii) o tipo de contratação e de remuneração pelo serviço executado.

Assim, a Figura 17 traz os requisitos a serem analisados, antes de qualquer etapa de aplicação de revestimento em canteiro de obras, pelos profissionais envolvidos em determinado empreendimento e que serão responsáveis pela análise de desempenho do sistema de revestimento em argamassa estabilizada.

Figura 17 - Aspectos da mão de obra a serem determinados antes da execução



Fonte: Autoria Própria (2019)

De acordo com Sabatini (1990) um treinamento eficiente para equipes de produção envolvidas nos sistemas deve ter três focos principais:

- I. Produção e armazenamento das argamassas, utilizando fichas para controle de dosagem, tempo de mistura, horário de estocagem, entre outros;
- II. Produção de revestimento, realizando o treinamento em equipe nos primeiros serviços realizados e também estabelecendo padrões de acabamento exigidos no recebimento final;
- III. Controle da qualidade, foco esse que deve ser instruído aos críticos das operações, como encarregados, engenheiros, mestres de obra e estagiários, para que o processo ocorra com constante aperfeiçoamento.

Uma vez que as argamassas estabilizadas não são produzidas em canteiro de obras, a única recomendação a ser instruída aos operadores é o de armazenamento do material no canteiro de obras de acordo com as recomendações dos fabricantes. Sendo essa etapa de vital importância para que esse tipo de argamassa mantenha suas propriedades intactas ao longo do período pré-aplicação e, conseqüentemente, não interfira no desempenho final que o sistema venha a apresentar.

No que diz respeito à contratação de equipes de execução de revestimento, Capozzi (1998) enumera e Diogo (2007) reitera dez ações que devem ser realizadas pelas construtoras ou profissionais responsáveis, antes de conduzir qualquer operação que envolve subcontratação frentes de serviço, incluindo revestimento em argamassa. Entre elas, destaca-se a exigência de treinamentos e qualificações periódicas e também aquelas que têm o histórico de menor rotatividade.

Também é explicitado a necessidade de exigir critérios mínimos de qualidade a serem inspecionados durante e depois da execução do serviço, sendo todo formalizado em documento escrito. Por último, os autores evidenciam que o preço não pode ser o único pilar na estrutura de um contrato, visto que prazo, flexibilidade e qualidade do serviço também são essenciais para garantir o desempenho do sistema.

Santos (2016) constatou que, dentre os operários envolvidos na execução do sistema de revestimento, o oficial de pedreiro é a classe mais determinante na produtividade da execução. Conseqüentemente, é importante considerar a experiência dos oficiais ao dimensionar equipes e também realizar treinamentos adequados para que os mesmos possam instruir e orientar meio-oficiais e ajudantes durante o processo.

4.2.5.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos da mão de obra na pré-aplicação

Seguindo com as ferramentas de monitoramento dos requisitos pré aplicação, abaixo estão organizadas as diretrizes a serem verificadas sobre a mão de obra responsável e seu nível de treinamento e experiência na execução do SRAE.

Quadro 5 – Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos da mão de obra na fase pré-aplicação

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA					
ASPECTO:	5. CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Indivíduo					
5.1. Os operários de todos os níveis têm treinamento de execução de SRAE				Promover oficinas treinamento e capacitação para os operários	
5.2 O indivíduo conhece as etapas do processo executivo de SRAE				Promover orientação e capacitação sobre as etapas de execução do revest.	
5.3 O indivíduo conhece os critérios de aceitação que serão verificados posteriormente				Promover orientações quanto ao que será exigido após finalização do revest	
5.4 O indivíduo tem conhecimento dos EPI's necessários para realizar suas atividades				Promover cursos e averiguar constantemente o uso de EPI's	
Equipe					
5.5. As equipes foram devidamente dimensionadas				Analisar a logística de produção e dimensionar as equipes de trabalho	
5.6 As tarefas são devidamente distribuídas e as hierarquias conhecidas				Ter uma estrutura bem reformulada quanto aos níveis de hierarquia	
5.7 As equipes conhecem as metas diárias ou semanais a serem batidas				Definir metas periódicas e repassar aos envolvidos na operação	
5.8 As equipes sabem como serão os critérios de aceitação do produto final				Promover orientações quanto ao que será exigido após finalização do revest	
Treinamento					
5.9 Houve treinamento quanto ao recebimento e armazenamento de AER				Promover orientação e treinamento prático sobre armazenamento de AER	
5.10 Houve treinamento quanto ao lançamento e acabamento de AER no substrato				Promover orientação e treinamento prático sobre aplicação de AER	
5.11 Houve treinamento quanto ao controle da qualidade de execução durante todo processo				Promover orientação critérios de inspeção de AER	
ASPECTO:	5. FORMA DE CONTRATAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Recebimento					
5.12 Está definido e claro aos envolvidos a forma que será pago o serviço executado				Realizar encontros com os envolvidos e firmar critérios de pagamento	
5.13 Há critérios definidos quanto a problemas de atraso e/ou baixa qualidade do serviço feito				Definir estratégia para corrigir erros na execução e recuperar atrasos	
5.14 As partes estão cientes quais serão os critérios de qualidade avaliados no recebimento				Realizar encontros que determinem os critérios de qualidade que serão feitos no recebimento do SRAE	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.2.6 REQUISITOS DE TRANSPORTE

Seguindo o desenvolvimento das diretrizes, o sexto e último requisito a ser monitorado e controlado durante a fase pré-aplicação da argamassa estabilizada está relacionada com o transporte do material, sendo dividido em duas fases: o transporte da usina dosadora até o canteiro de obras e o transporte interno da argamassa até o local de aplicação.

Por ser uma argamassa dosada fora do canteiro de obras, a disponibilidade de transporte por parte da fornecedora passa a ser um fator importante a ser considerado pelas partes interessadas. Assim, a determinação de um cronograma, estabelecido entre a central dosadora e o canteiro de obras, de entrega periódica de material é essencial para garantir a fluidez do processo construtivo, evitando consecutivas pausas pela falta de insumo.

Diversos fabricantes exaltam os benefícios de logística que a argamassa estabilizada de revestimento pode trazer em processos construtivos, sejam elas por redução operária necessários, a eliminação da fase de produção do material, entre outros.

Entretanto, Paravisi (2008) e Siqueira (2016) argumentam que erros de logística de entrega e também de da quantidade necessária por intervalos de tempos podem gerar tempos ociosos na produção.

Carasek (2010) infere que o tempo de utilização de argamassas estabilizadas podem variar de acordo com os requisitos exigidos pelo cliente, tendo no mercado o uso de aditivos que permitem até 72 horas de estabilização.

Porém, para a região do Distrito Federal o que mais comum de se utilizar são argamassas com 7 a 8 horas de estabilização, com seu tempo de aplicação permitido durante um expediente convencional de trabalho. Nesse caso, geralmente o material chega no canteiro de obras, conforme demanda, no início da jornada de trabalho por meio de caminhão betoneira (FILHO, 2013; OLIVEIRA, 2017).

Pinto (2016) encontrou interferências na produtividade da execução de revestimento em argamassa devido a falhas ocorridas durante o transporte do material pelo canteiro de obras. Ao comparar duas obras (obra A e B), o autor concluiu que obra A, que apresentava um layout onde não houve planejamento logístico e que, conseqüentemente, aumentava tempos de abastecimento e de transporte de materiais (alvenaria e argamassa) até o local determinado, obteve valores de produtividade prejudicados quando comparados ao referencial teórico baseado em dados históricos.

4.2.6.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de transporte na fase pré-aplicação

Seguindo com as ferramentas de monitoramento dos requisitos pré-aplicação, no Quadro 6 estão organizadas as diretrizes a serem verificadas sobre o transporte, envolvendo o dimensionamento do cronograma de execução e a logística implementada.

Quadro 6 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de transporte na fase pré-aplicação

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE TRANSPORTE					
ASPECTO:	6. DIMENSIONAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Cronograma					
6.1 Há um dimensionamento das estimativas diárias de argamassa demandada no canteiro				Estimar e analisar a quantidade de massa a ser utilizada por dia	
6.2 Há possibilidade de recebimento periódico de AER proveniente da central dosadora				Verificar junto a central dosadora a disponibilidade de entrega da AER	
6.3 Há planejamento junto a central dosadora sobre os envios de AER (tempo x volume)				Criar junto a central dosadora um cronograma com volume de AER	
Logística					
6.4 A logística foi pensada levando em consideração o tempo de estabilização da AER				Considerar o tempo de estabilização ao se estimar a produtividade com AER	
6.5 O layout do canteiro foi pensado na minimização de distâncias a serem vencidas				Considerar rotas mais eficientes ao se desenvolver a logística de produção	
6.6 O transporte da AER possui responsáveis definidos pelo corpo técnico da mão de obra				Estimar qtd. eficiente de operários para executar transporte de AER	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.3 FASE DE APLICAÇÃO

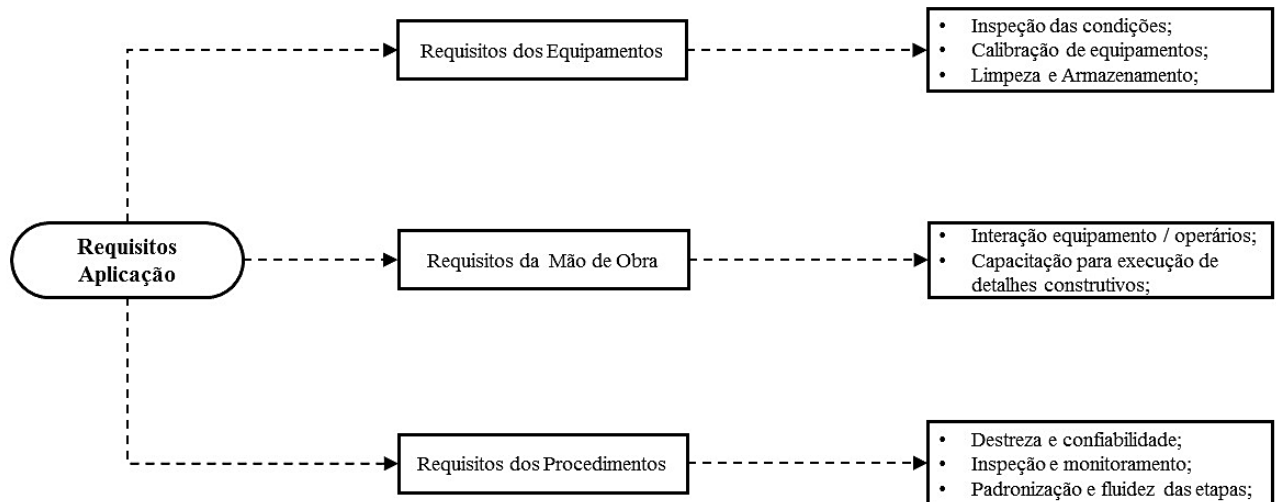
Uma vez concluído as diretrizes de melhorias da execução de sistemas de revestimento referente a fase pré-aplicação de argamassa estabilizada, a análise das informações obtidas em estudos científicos e normas técnicas segue para a segunda etapa presente no processo construtivo: a fase de aplicação de AER no substrato.

A etapa de aplicação envolve todos parâmetros, diretos e indiretos, ligados ao sistema construtivo no período de intervalo entre o lançamento da argamassa estabilizada, armazenada em um recipiente próprio já no local de aplicação, até seu momento de pega quando já aderida ao substrato (MEDEIROS, 1999).

Baseando-se nas determinações da ABNT NBR 7200:1998 e SINAT N°006 (2016) e nas pesquisas de Diogo (2007); Pinho (2013); Asano (2016); Santos (2016); e Albuquerque et.al (2017) a Figura 18 indica as variáveis de entrada referentes a fase de aplicação. Essas variáveis também têm influência no sistema produtivo de revestimento em

argamassa estabilizada e, conseqüentemente, possuem requisitos técnicos a serem monitorados durante o processo a fim de garantir a execução com parâmetros de produtividade e qualidade estabelecidos em projeto.

Figura 18 - Requisitos do sistema de revestimento na fase de aplicação



Fonte: Autoria Própria (2019)

A partir da Figura 18, infere-se que, durante a aplicação da argamassa no substrato, há três campos de requisitos que devem ser considerados ao se avaliar a produtividade da mão de obra e qualidade do serviço finalizado como parâmetros de desempenho.

As condições de aplicação do material na base já preparada, que englobam desde a qualidade da argamassa estabilizada em si como também as condições que os equipamentos e mão de obra se encontram, acabam influenciando as propriedades do sistema de revestimento estruturado em toda sua vida útil (CASALI *et al.*, 2011; OLIVEIRA,2017).

Logo, o controle das influentes que atuam no processo construtivo durante essa fase precisa ser cuidadosamente processado em canteiro de obras. Para isso, eficientes ferramentas de monitoramento e controle acabam sendo importantes para uso em canteiro de obras, auxiliando assim, o fluxo de atividades estimadas.

Em razão disso, o capítulo divide as diretrizes em três tópicos que, em conjunto, influenciam direta e indiretamente o desempenho dos processos de execução no canteiro de obras e do produto final finalizado.

4.3.1 REQUISITOS DE EQUIPAMENTOS

Quanto aos requisitos relacionados aos equipamentos utilizados durante a execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada, não há nas normativas brasileiras nenhum tipo de determinação sobre as condições necessárias do estado das ferramentas para que sejam consideradas adequadas para uso.

Além disso, nenhum documento técnico traz orientações a respeito das técnicas de manuseio durante as etapas operacionais, assim como não se padroniza os procedimentos de limpeza pós-uso e também de conferência dos estados em que se encontram antes de iniciar qualquer processo construtivo que envolve esse sistema de revestimento.

Encontra-se na ABNT NBR 13529:2013 apenas a terminologia de alguns materiais e instrumentos auxiliares de aplicação. Segue na Tabela 16, a conceituação indicada por essa normativa.

Tabela 16 - Terminologia dos instrumentos e materiais utilizados na execução de revestimentos em argamassa segundo a ABNT NBR 13529:2013

Ferramenta	Definição
Tela	Malha formada por fios de aço galvanizado ou de outro material, com resistência a alcalinidade e oxidação, empregada como reforço para fixação ou controle de fissuração do revestimento.
Colher de pedreiro	Tipo de pá pequena com a qual o pedreiro aplica a argamassa.
Ferramenta	Definição
Desempenadeira	Peça retangular provida de alça em uma das faces e aplainada na outra, empregada para distribuir a argamassa, regularizar ou desempenar camadas de revestimento
Desempenadeira dentada	Peça retangular provida de alça em uma das faces e aplainada na outra, com uma ou duas bordas dentadas, empregada para distribuir a argamassa sobre a base.
Régua	Peça comprida e estreita de madeira ou metal, com a qual o pedreiro regulariza a superfície da argamassa aplicada.
Serra-fita	Ferramenta dentada utilizada para se obter o acabamento raspado.
Argamassadeira	Equipamento próprio para mistura adequada das argamassas
Máquina de projeção	Equipamento que executa o transporte da argamassa fresca em tubulões e seu lançamento no substrato
Canequinha	Acessório utilizado para lançamento da argamassa no substrato por spray a ar comprimido.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 13529:2013

As terminologias fornecidas pela ABNT NBR 13529:2013 focam em revestimentos de argamassa de uma forma geral, não especificando para argamassas estabilizadas em si. Entretanto, considerando uma aplicação manual feita pelo operário responsável, todos os

equipamentos necessários para a execução desse tipo de revestimento em canteiro de obra são citados pela tabela acima.

Apesar das normas brasileiras não classificarem tanto os meios de acesso (andaimes, balancins, torres e outras plataformas) como também os meios de movimentação (giricas, carrinhos de mão, elevadores de carga) como equipamentos envolvidos diretamente com a execução de revestimentos, é vital também que esses sejam considerados instrumentos de auxílio para que o processo construtivo possa se desenvolver no canteiro de obras.

A própria ABNT NBR 13755:2017 infere que uma das condições mínimas para início dos serviços que envolvam a execução dos revestimentos de fachadas, é justamente a inspeção e avaliação de conformidades de meios de acesso e plataformas de trabalho, respeitando-se conseqüentemente, as normas de segurança do trabalho vigentes. A mesma norma também orienta para que equipamentos de movimentação, cargas e descarga de materiais sejam periodicamente vistoriados.

Pinto (2016) determina que custos diretos e indiretos tendem a se elevar em canteiros que empregam políticas mais exigentes quanto a qualidade dos equipamentos usados na execução de revestimento.

Entretanto, o autor encontrou melhorias significativas no rendimento das equipes que estavam utilizando instrumentos mais adequados a execução de alvenaria e de revestimento em argamassa pré-dosadas. Além disso, em seus estudos comparativos observou que a obra B, que apresentava maiores inovações de equipamentos, foi a que teve maior grau de aceitação por parte dos operários, uma vez que alegaram menor grau de cansaço e dores ao longo do expediente.

Os equipamentos utilizados durante o sarrafeamento, principalmente a desempenadeira e a régua, necessitam estar em condições adequadas de uso a fim de se evitar o retrabalho de etapas construtivas (MOREIRA, 2014); e também a realização dos procedimentos de forma inconsistente e imprecisa que podem ocasionar perda de aderência da argamassa no substrato (ZANELATTO *et al.*, 2013).

Já na ponderação dos fatores mais influentes na produtividade de técnicas construtivas, desenvolvido por Naoum (2016), a utilização de equipamentos inapropriados/inadequados se situou na 37ª posição em um ranking de 46 determinantes.

Mesmo que olhando isoladamente esse fator possa não ter peso tão significativo, a não conformidade dos instrumentos necessários durante o processo executivo acaba afetando indiretamente outros pontos da enumeração proposta pelo autor. Dentre eles pode-se citar: o atraso devido a variações na execução e também a queda de performance dos trabalhadores,

que ocupam a segunda e quinta posição dentre influenciadores negativos na produtividade da mão de obra, respectivamente.

Melhado e Maciel (1999) e Diogo (2007) inferem que os equipamentos e ferramentas a serem empregados na execução de revestimento em argamassa já devem ser especificados no projeto de revestimento, devido à importância que possuem na determinação dos: i) detalhes construtivos; ii) fluxo de etapas de execução; iii) procedimentos de montagem e movimentação de balacins/andaimes/elevadores; e iv) previsão da quantidade de ferramentas e utensílios necessários a serem alocados, individualmente, para os responsáveis de operação.

Também é fundamental verificar a utilização de equipamentos de proteção individual (EPI's) e todos os de proteção coletiva, como bandejas salva-vidas, estão instalados conforme a NR18 determina, bem como controlar a adequabilidade dos mesmos ao longo do uso para que não percam suas propriedades (SABBATINI, 1998; DIOGO, 2007; SANTOS, 2016).

Evidencia-se, então, a importância do monitoramento e controle dos equipamentos e ferramentas envolvidos na execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada em canteiro de obras. A partir da conformidade atingida nesse requisito, os parâmetros de desempenho abordados na pesquisa, que envolvem a produtividade da mão de obra e a qualidade do serviço, garantem menores influências prejudiciais durante a etapa de aplicação da argamassa no substrato.

4.3.1.1 Ferramenta de monitoramento dos equipamentos usados na execução

A partir das diretrizes organizadas, a ferramenta de monitoramento dos requisitos técnicos que os equipamentos necessitam foram estruturadas no Quadro 7, podendo ser aplicada em canteiro de obras para melhor controle dos objetos utilizado pela mão de obra.

Quadro 7 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos dos equipamentos

FASE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS EQUIPAMENTOS					
ASPECTO:	7. UTILIZAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Especificações de projeto					
7.1 Há especificações dos equipamentos que serão utilizados ao longo do processo executivo				Especificar os equipamentos utilizados no processo construtivo	
7.2 Há estimativas da quantidade de equipamentos que devem estar disponíveis				Dimensionar a quantidade de equipamentos por frente de serviço	
7.3 Houve consulta para verificar a disponibilidade de obtenção de equipamentos				Verificar a disponibilidade de se obter o equipamento para a execução	
7.4 Há projetos quem definem a utilização de andaimes				Estimar e dimensionar a quantidade de andaimes e o modelo necessário	

FASE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS EQUIPAMENTOS					
ASPECTO:		7. TREINAMENTO			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Preparação na mão de obra					
7.5 Há conscientização dos operários sobre a função de cada um dos equipamento usados em SRAE.					Capacitar e orientar operários quanto a operação com equipamentos
7.6 Os operários possuem treinamento para utilização dos equipamentos					Realizar treinamentos periódicos com os operários sobre manuseio e uso
7.7 Há cursos quanto segurança do trabalho e utilização de EPI's					Orientar operários quanto ao uso de EPI's durante a execução
ASPECTO:		7. SEGURANÇA			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Segurança do trabalho					
7.8 Há projeto de fachadas e especificações de operação com andaimes/balancis/cremalheiras					Verificar e determinar projeto de fachadas e seu detalhamento
7.9 Há utilização de EPI's por todos os operários envolvidos no processo					Inspeccionar metodicamente o uso de EPI's durante a execução
ASPECTO:		7. CONDIÇÕES DE USO			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Estado dos equipamentos					
7.10 Os equipamentos se encontram em estado satisfatório para utilização					Utilizar apenas equipamentos com condições adequadas de uso
7.11 Os equipamentos se encontram calibrados e ajustados para novas utilizações					Realizar a calibração e a manutenção dos equipamentos utilizados
7.12 O estado dos equipamentos após uso é limpo e pronto para nova utilização					Limpar corretamente os equipamentos após o uso
7.13 Após a utilização os equipamentos são armazenados em local adequado					Determinar local seguro e adequado para proteger os equipamentos

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.3.2 REQUISITOS DE MÃO DE OBRA

Além de diretrizes na etapa de pré-aplicação, a mão de obra também possui requisitos técnicos a serem monitorados durante a execução do revestimento.

O desenvolvimento de melhores especificações nos requisitos da mão de obra continua sendo essencial no cenário atual devido ao impacto que a construção civil ainda sofre perante a força de trabalho humana, durante a execução em canteiro de obras (SONG e ABOURIZK, 2008; YIN e CHAN, 2014; ARAMBULA e GHARAIBEH, 2015; THOMAS, 2015).

Como defende Paravisi (2008); Souza *et al.* (2013); e Pinho (2013), em sistemas de revestimento em argamassa, a mão de obra acaba tendo significantes influências na

variabilidade na qualidade do produto final entregue e na produtividade da mão de obra. Souza e Daré (2014) também afirmam que para revestimentos em argamassa estabilizada isso é recorrente.

Nesse contexto, o segundo requisito técnico a ser monitorado e controlado durante a fase de aplicação da argamassa no substrato engloba a mão de obra responsável pela execução do revestimento. Assim como há determinações em que os operários devem cumprir nas etapas pré-aplicação, também se torna vital que níveis de conformidade aceitáveis sejam alcançados durante essa segunda etapa a fim de garantir que a produtividade e a qualidade do serviço não sejam afetadas em nenhuma fase.

A ABNT NBR 7200:1998 orienta que deve ocorrer a observação das condições para execução dos serviços de revestimento, incluindo a avaliação ergonômica dos locais de trabalho para os operários e também verificando a necessidade de outros equipamentos que permitam o trabalho em segurança dos operários.

Essa afirmativa considerada na norma brasileira vai de encontro com estudos recentes que relevam o impacto das condições mentais e físicas dos operários na produtividade de sistemas construtivos.

Dentre 46 fatores analisados por gerentes de obra e engenheiros responsáveis por empreendimentos, Naoum (2016) determinou que a performance dos trabalhadores é o quinto fator mais determinante na produtividade de processos em canteiro de obras. Além disso, o autor infere que a integração da equipe envolvida é o 11º mais influenciador na produtividade, seguido da experiência e treinamento dos operários, que ficou na 12ª colocação.

Gerek *et al.* (2014) encontrou significância estatística entre a eficiência de produção da mão de obra e os níveis de experiência por parte dos profissionais com as técnicas aplicadas durante a execução e também com as condições ergonômicas no local de aplicação. Já para a idade dos operários, o tamanho da equipe e o tipo de aplicação usada não foram encontradas correlações com a produtividade.

Entretanto, o autor destaca a importância em separar os conceitos de eficiência de produção, que considera uma saída já de quantidade determinada, com a produtividade de execução, onde a saída não tem valores estipulados previamente.

Já Cruz (2017) investigou fatores de atraso e a intensidade causadas por esses em diversos sistemas construtivos, inclusive em sistemas de revestimento em argamassa estabilizada. Dentre um ranking desenvolvido com oito principais fatores de atraso, o autor concluiu que da segunda até a quarta posição foi a mão de obra a categoria responsável por gerar prejuízos ao fluxo temporal das atividades.

Essas três causas foram: a falta de socialização dos operários, a baixa motivação/disposição e o absentismo, respectivamente e como uma média de 14 aparições durante a finalização do revestimento por empreendimento analisado. O que é interesse destacar foi o fato desses 3 determinantes terem sido mais frequentes e significativos nos atrasos identificados do que a falta de habilidade dos trabalhadores, que ficou apenas na oitava posição estipulada pelo autor. Foi observado que apenas o foco por parte das empresas em fornecer treinamento para a mão de obra não garante uma produtividade uniforme de execução.

Os resultados obtidos por Cruz (2017) convergem para as conclusões obtidas em outras pesquisas, onde foi argumentado que a implementação de fatores motivacionais que promovam aprimoramento nas habilidades com as técnicas e também aumentem o comprometimento da equipe com os critérios de aceitação estabelecidos, tendem a beneficiar o desempenho dos parâmetros de produtividade da mão de obra e qualidade de execução (DIOGO, 2009; GEREK *et al.*, 2014; SANTOS, 2016).

4.3.2.1 Equipe de execução

Sabbatini (1990); Diogo (2007) e Asano (2016) inferem que a equipe de execução de revestimentos em argamassa no geral necessita ser treinada e acumular experiência em 3 focos principais:

1. Produção de argamassa: Envolve instruções sobre cada componente da argamassa (areia, água, cimento, aditivos); conhecimento sobre os variados traços; procedimentos de dosagem; tempo de mistura e controle por meio de ferramentas de verificação.
2. Produção de revestimentos: Envolve o transporte até o local; aplicação correta no substrato; correções iniciais da argamassa ainda no estado fresco; determinação do correto tempo de pega; padrões de acabamento já na fase endurecida e controle de qualidade por meio de ferramentas de verificação.
3. Controle de qualidade: Envolve o aprendizado de como realizar o acompanhamento crítico da execução, corrigindo, e aperfeiçoando as atividades envolvidas até gerar o revestimento final.

Para sistemas de revestimento em argamassa estabilizada o primeiro foco de treinamento não faz parte dos requisitos, visto que nesse tipo de material a produção é feita em central dosadora, ocorrendo apenas o transporte no estado úmido para o canteiro de obras.

Entretanto, surge um novo campo de requisitos que deve ser instruído aos responsáveis pelo sistema construtivo: o armazenamento da argamassa estabilizada no estado fresco. Assim, a equipe de execução passa a ter responsabilidade no armazenamento do material ao longo de sua vida útil para que suas propriedades não sejam afetadas

Além disso, Diogo (2007) e ABCP (2015) recomendam estabelecer perfis corretos para cada nível hierárquico presente na equipe, indo desde o encarregado nos operários até o ajudante de pedreiro, cada um com suas respectivas funções. Essa escolha prévia visa evitar possíveis conflitos internos que geralmente ocasionam atrasos e serviços mal executados e, conseqüentemente, geram prejuízos na produtividade da mão de obra e também na qualidade do serviço prestado em determinado empreendimento.

Pesquisas de Falcão (2010); Silva *et al.* (2017) observaram que muitas subcontratadas responsáveis pela execução de determinados processos construtivos, entre eles o revestimento interno e externo em argamassa do empreendimento, não conseguiam estabelecer equipes com perfis requeridos pela política da empresa devido à alta rotatividade que a indústria da construção civil possui no mercado nacional. Como consequência, curvas de aprendizado tornaram-se impossibilitadas de serem estruturas pela mão de obra responsável pela execução.

Falcão (2010) também destaca que a falta de especialização dos operários para determinada atividade acaba dificultando a fluidez da equipe de execução e realizar o serviço. Como consequência, muitas vezes ocorriam mudanças diretas e indiretas dos trabalhadores para outros serviços distintos, como por exemplo concretagem, o que ocasionava em pausas e não retomadas as atividades anteriores com argamassa. O autor observou perdas na produtividade diária devido a esse fenômeno, determinando então, como requisito a ser seguido em canteiro de obras, que operários tivessem divisão estabelecida de suas responsabilidades.

Mesmo em canteiros em que foram adotadas técnicas mecanizadas de aplicação da argamassa no substrato, como em Paravisi (2008); Zanelatto (2012); Gerek *et al.* (2014); Lordsleem Jr. e Morais (2015) e Albuquerque *et al.* (2017), a falta de uma estrutura de responsabilidades que cada operário deveria ter de acordo com sua especialização, acabou gerando eventuais falhas na fluidez das etapas de execução do revestimento em argamassa e até mesmo interrupções ao longo do expediente. Esse fenômeno foi responsável por retrabalhos necessários devido a não conformidades encontradas no acabamento final do revestimento.

A partir das informações obtidas em literaturas nacionais e internacionais, em conjunto com recomendações provenientes de normas técnicas, percebe-se que a especialização e a correta divisão das responsabilidades também se tornam um importante requisito que a mão de

obra deve ter para garantir desempenho da execução, considerados os parâmetros da produtividade da mão de obra e a qualidade do serviço.

Com isso a Tabela 17 resume alguns requisitos que devem ser cumpridos pela mão de obra responsável pela execução do revestimento a fim de garantir as conformidades mínimas de produtividade estipulada e de qualidade do revestimento finalizado.

Tabela 17- Requisitos relacionados a mão de obra durante a fase de aplicação da argamassa no substrato que devem ser monitorados e controlados para garantia do desempenho da execução

Categoria	Descrição
Ambiente	Ergonomia para execução das atividades pelo operário
	Equipamentos que permitam o trabalho em segurança
Operário	Treinamento e experiência com as técnicas em todas as fases de execução
	Fatores motivacionais / aumento da disposição para a execução dos serviços
Equipe	Integração das tarefas e fluidez no processo
	Socialização entre os membros
	Especialização e divisão de atividades
	Hierarquização das responsabilidades

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 7200:1998; Diogo (2007); Paravisi (2008); Falcão (2010); Zanelatto (2012); Gerek *et al.* (2014); ABCP (2015); Asano (2016); Cruz (2017).

4.3.2.2 Ferramenta de monitoramento dos requisitos da mão de obra durante aplicação

A partir das diretrizes mostradas nesse capítulo, e em conjunto das recomendações presentes na ABNT NBR 7200:1998, foi possível organizar uma ferramenta de auxílio para monitorar os requisitos que a mão de obra responsável pela execução do sistema de revestimento em argamassa estabilizada necessita durante a aplicação.

Quadro 8 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos da mão de obra na fase de aplicação

FASE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA NA APLICAÇÃO					
ASPECTO:	8. AMBIENTE				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições de trabalho					
8.1. Há avaliação periódicas da ergonomia para execução de atividades				Determinar condições de ergonomia aos operários envolvidos no SRAE	
8.2 A mão de obra utiliza EPI'e, quando necessário, equipamentos para trabalho em altura				Determinar a utilização de EPI's corretos para trabalho em altura	
8.3 Há políticas de socialização coletiva para bom ambiente de trabalho entre todos				Incentivar a prática de boa relação entre operários e combater conflitos	
8.4 Há valorização do operário e momento de lazer, instrução e reconhecimento				Promover políticas de valorização dos operários de forma constante	

FASE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA NA APLICAÇÃO					
ASPECTO:	8. OPERÁRIO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Capacitação					
8.5 Há periódicos treinamentos e cursos de reciclagem para os operários				Realizar sempre cursos de reciclagem e boas práticas	
8.6 Há utilização fatores motivacionais e políticas motivacionais ao trabalhador				Estabelecer metas e metodologias de reconhecimento serviço	
ASPECTO:	8. EQUIPE				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições de trabalho					
8.7 Há treinamento periódico com foco em trabalho em equipe e divisão de tarefas				Realização de simulações de trabalho em equipe e capacitação	
8.8 Há uma hierarquização bem definida sobre as atividades dos membros				Determinação dos responsáveis por cada nível de mão de obra	
8.9 Ocorre certo grau de especialização e divisão das atividades presentes na execução				Promover a divisão das tarefas para que o grau de uniformidade seja maior	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.3.3 REQUISITOS DE PROCEDIMENTO

As últimas diretrizes a serem formalizadas durante a fase de aplicação da AER dizem respeito aos requisitos técnicos dos procedimentos de execução do reboco, sendo esses de vital importância a fim de garantir que a produtividade da mão de obra seja adequada e que o produto final realizado atenda a critérios estipulados em projeto.

Os procedimentos que envolvem a aplicação da argamassa devem ser iniciados apenas após a adequação e verificação dos requisitos de pré-aplicação. A norma ABNT NBR 7200:1998, Diogo (2007), PINHO (2013) e Trevisol Jr. (2015) ressaltam que a base deve estar devidamente preparada para receber o revestimento, assim como todas as técnicas que serão empregadas precisam já estarem detalhadas aos membros envolvidos na execução.

Nesse mesmo sentido, a diretriz SINAT N°006 desenvolvida pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) determina uma série de recomendações que devem ser empregadas em canteiro de obras para garantir a execução eficaz do revestimento em argamassa, podendo ser considerada para SRAE.

A primeira indicação elaborada nessa diretriz diz respeito a caracterização do procedimento executivo considerando os tipos de base, que receberão a argamassa, e também as diversas condições climáticas que podem influenciar diretamente na fluidez das etapas.

Assim, conforme se varia o nível de insolação direta, umidade relativa e velocidade do vento, diferentes especificações devem ser seguidas afim de garantir o desempenho esperado.

Além disso, a diretriz SINAT N°006 estabelece uma série informações que devem ser repassadas, de forma clara e direta, aos responsáveis envolvidos em todos os níveis da operação em canteiro de obras. Antes de iniciar qualquer procedimento é essencial que esses operários estejam familiarizados com esses dados, evitando possíveis pausas durante o processo e até mesmo erros executivos.

Essas informações estão organizadas na Tabela 18 em conjunto de outras recomendações técnicas presentes na ABNT NBR 7200:1998 e ABCP (2006). As diretrizes em questão visam padronizar o método de execução de revestimento e, como consequência, resultando em produtos uniformizados.

Tabela 18 - Informações sobre os procedimentos construtivos que devem ser seguidos pelos envolvidos na execução do revestimento em argamassa

Categoria das Informações	Instruções
Informações sobre o material	Tempo de vida útil (Pega da argamassa)
	Tempo de mistura e tipo de mistura
Informações sobre o local da aplicação	Preparo do substrato de aplicação (limpeza, umedecimento, necessidade de algum tratamento, aplicação de telas)
	Verificação do taliscamento e da espessura das camadas de argamassa
	Preparo das condições do local (disposição de andaimes/balancins, equipamentos de segurança)
Informações sobre a execução	Forma de aplicação da argamassa
	Tipos de ferramenta a serem utilizadas e a função de cada uma
	Planejamento da logística de transporte de argamassa até o local
Categoria das Informações	Instruções
Informações sobre o acabamento	Verificar intervalo adequado para desempenho
	Verificar se a rugosidade da superfície é compatível com acabamento final
	Verificar planicidade da superfície com régua e nível bolha
	Verificar se o grau de fissuração está dentro da tolerância permitida

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 7200:1998; ABCP (2006) e SINAT N°006 (2013)

Por fim, a diretriz SINAT N°006 também recomenda que todos os detalhes construtivos do sistema de revestimento devem estar definidos e já estabelecidos para a mão de obra antes

de iniciar qualquer atividade. Evita-se assim, o chamado efeito surpresa e consequentes receios por parte dos operários em realizar determinada atividade. A falta de confiança, por sua vez, tende a acarretar em erros de execução que posteriormente podem gerar atrasos no processo construtivo devido a necessidade do retrabalho em correções.

Logo, especificações de execução, como por exemplo: reforços em ligações alvenaria/estrutura; requadrção de vãos e cantos; e acabamento de juntas, cantos e quinas precisam ser determinadas previamente a fim de evitar desperdício de material e perda de produtividade por repetição de serviços.

4.3.3.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos dos procedimentos de execução

A partir das diretrizes organizadas e esclarecidas no tópico acima, e em conjunto das recomendações presentes na ABNT NBR 7200:1998 e SINAT N°006 (2013), foi possível organizar uma ferramenta de auxílio para monitorar os requisitos técnicos que os procedimentos de execução devem possuir para que o desempenho de execução processo construtivo e do produto finalizado possam ser assegurados.

Quadro 9 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos dos procedimentos de execução

FASE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO					
ASPECTO:	9. MATERIAL				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.1 Há conhecimento sobre o tempo de vida útil da AER por parte dos envolvidos				Instrução aos operários sobre o tempo de estabilização da AER utilizada	
9.2 Há conhecimento sobre as características da AER após a aplicação na base (tempo de pega)				Instrução aos operários sobre o tempo de pega da AER utilizada	
9.3 Há conhecimento sobre a reutilização da AER				Instrução aos operários sobre reutilização dos excessos de AER	
ASPECTO:	9. LOCAL DE APLICAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.4 Há conhecimento sobre as condições ideais do substrato (limpeza, tratamento, telas)				Verificação das condições do substrato conforme NBR 7200:1998	
9.5 Há verificação do taliscamento e da espessura máxima que será utilizada				Verificação e controle do taliscamento feito e a esp máxima	
9.6 Há Preparo das condições do local (disposição de andaimes/balancins, equipamentos de segurança)				Verificação se todos andaimes e EPI'S estão no local de execução	

FASE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO					
ASPECTO:	9. EXECUÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.7 Há conhecimento sobre a forma de aplicação da AER (manual, projetada)				Instrução aos operários sobre como será a aplicação do AER na base	
9.8 Há domínio no uso das ferramentas e das funções de cada uma nas etapas				Instrução aos operários sobre como são as ferramentas usadas.	
9.9 Há planejamento com a logística de transporte da AER até o local de aplicação				Instrução aos operários sobre como será a logística do SRAE.	
9.10 Há conhecimento dos detalhes de execução de quinas, cantos e requadros				Instrução aos operários sobre como será os detalhamentos do SRAE.	
ASPECTO:	9. ACABAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.11 Há conhecimento sobre o intervalo adequado para desempenho após aplicação				Instrução aos responsáveis sobre como se dá o tempo de pega da AER	
9.12 Há verificação da rugosidade da superfície e compatibilização com acabamento final				Verificação das condições que a SRAE deve ter segundo ABNT 13749:2013	
9.13 Há Verificação da planicidade da superfície com régua e nível bolha				Verificação das condições que a SRAE deve ter segundo ABNT 13749:2013	
9.14 Há verificação do grau de fissuração e a da tolerância permitida				Verificação das condições que a SRAE deve ter segundo ABNT 13749:2013	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.4 FASE DE PÓS – APLICAÇÃO

Uma vez que a argamassa estabilizada é aplicada ao substrato da forma adequada e respeitando os procedimentos recomendados, os componentes (argamassa, substrato, tela metálica, etc.) tornam-se um elemento único e suas características que antes eram individuais e independentes entre si, passam a ter propriedades únicas. Forma-se, a partir desse momento, o sistema de revestimento em argamassa estabilizada.

A fase pós-aplicação engloba o período após o endurecimento da argamassa estabilizada de revestimento no substrato já preparado, indo até o momento em que ocorre o recebimento do produto final para utilização do usuário durante a vida útil do sistema (MEDEIROS, 1999).

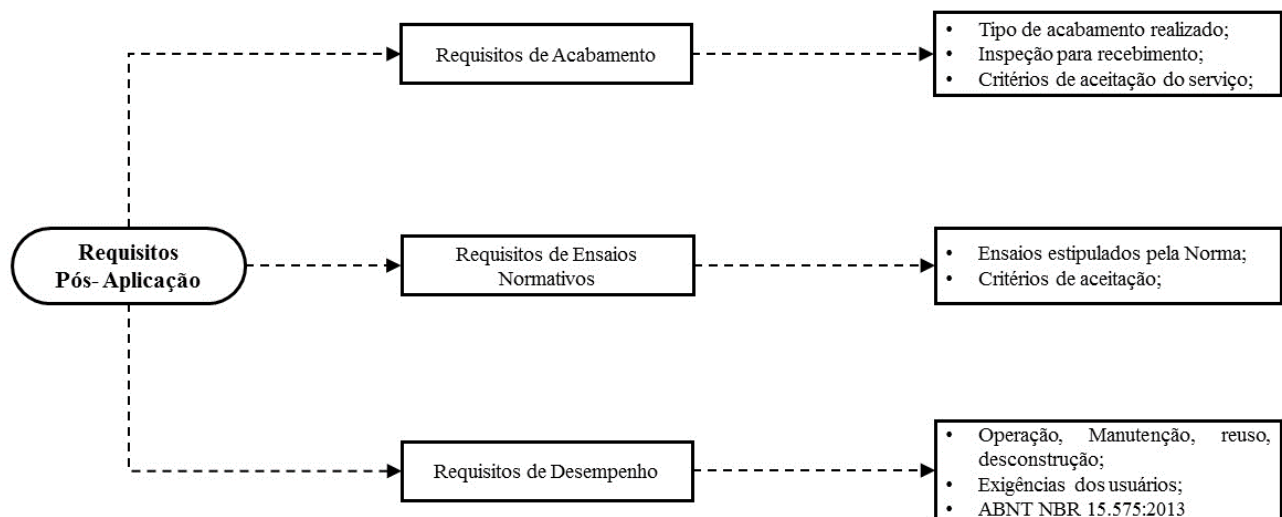
Dessa forma, para que seja assegurado o desempenho do sistema de revestimento em argamassa nos aspectos de produtividade de execução e também na qualidade dos procedimentos construtivos, torna-se essencial que após a aplicação da argamassa haja o controle dos requisitos técnicos em três esferas: requisitos de acabamento, requisitos de ensaios e requisitos de desempenho.

Assim, a terceira parte de diretrizes desenvolvidas na dissertação será apresentada também dividindo os requisitos nesses três aspectos. Serão fundamentadas em recomendações técnicas originadas de normativas brasileiras e também de informações comprovadas por pesquisas científicas.

Baseando-se nas determinações da ABNT NBR 7200:1998; ABNT 13749:2013; na ABNT NBR 15575:2013 e nas pesquisas de Diogo (2007); Pinho (2013); Asano (2016); e Santos (2016), tem-se na Figura 19 as variáveis de entrada referentes a fase de pós-aplicação.

Essas variáveis também têm influência no sistema produtivo de revestimento em argamassa estabilizada e, conseqüentemente, possuem requisitos mínimos de aceitação a serem monitorados durante o processo.

Figura 19 - Requisitos do sistema de revestimento na fase pós-aplicação



Fonte: Autoria Própria (2019)

Os requisitos pós-aplicação tem um impacto direto na qualidade do produto final, principalmente pelos critérios de aceitação mais rigorosos incorporados na produção quando se é exigido padrões superiores de qualidade do revestimento.

Como consequência, o padrão de exigência é diretamente influenciado tanto por fatores técnicos, que são fundamentados em normas estabelecidas, como também por fatores externos, esses que levam em conta o perfil de construção e o perfil de cliente envolvido.

4.4.1 REQUISITOS DE ACABAMENTO

A primeira parte das diretrizes referentes a momentos após a aplicação da argamassa estabilizada e formação do sistema de revestimento em si, diz respeito aos requisitos de acabamento que o processo construtivo possui.

O produto final a ser entregue para os devidos responsáveis no canteiro de obra ocorre com estado endurecido da argamassa no substrato, variando o tipo de acabamento executado de acordo com as especificações fornecidas. Diogo (2007), Cunha (2011), Zanelatto (2012) e Trevisol Jr. (2015) inferem-se que o tipo de acabamento realizado acaba alterando a forma de avaliação do sistema de revestimento recebido e suas conformidades.

Por essa razão, torna-se incoerente utilizar os mesmos padrões de aceitação para elementos que terão funcionalidades diferentes, por exemplo: uma parede que receberá revestimento cerâmico em um banheiro e outra parede de quarto que apenas terá um acabamento com tinta.

A utilização de fichas de verificação de serviço é comum na indústria da construção civil brasileira (DIOGO, 2007). Através dessa ferramenta, alguns parâmetros são conferidos *in loco* a fim de garantir que a etapa de execução do reboco seja, efetivamente, finalizada. Essa checagem muitas vezes é realizada por encarregados e até mesmo estagiários.

Na Tabela 19 são indicados os principais aspectos que, geralmente, são vistoriados pelo corpo técnico e que determinam se o serviço de execução do reboco está realmente encerrado e pronto para dar prosseguimento a outras etapas da construção.

Tabela 19 - Verificações de controle pós-aplicação de revestimento em argamassa

Natureza	Aspectos verificados
Superfície	Planeza, prumo, nivelamento das superfícies do revestimento
	Textura final das superfícies de acordo com o uso final
	Aparecimento de fissuras no revestimento
	Espessura máxima/mínima respeitada
	Deficiência na aderência
	Presença de manchas, eflorescências e pulverulência
Detalhamento	Esquadros e alinhamento das quinas e vãos
	Requadração das quinas e vãos
	Caixas de passagem de instalações
	Posicionamento dos peitoris
	Posicionamento e nível das juntas de trabalho
Resistência	Ensaio de resistência de aderência a revestimento a base de aplicação no tempo estabelecido em norma.
Limpeza	Limpeza do local finalizado (paredes e chão)

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 7200:1998; ABNT NBR 13749:2013; Sabbatini (1998); Diogo (2007); SINAT N°006 (2013); Moreira (2014); ABCP (2016); Asano (2016); Albuquerque *et al.* (2017); Zuccheti *et al.* (2017).

Recomenda-se que todos os aspectos sejam verificados em períodos padronizados para que se evite dois principais causadores de atraso: o acúmulo de áreas a serem liberadas após conferência e avanço exacerbado para novos processos construtivos antes que um esteja devidamente finalizado.

Outra questão pertinente também se dá em ocasiões de subcontratação de serviços, ou seja, quando empresas são designadas a executar o sistema de revestimento em argamassa e recebem apenas pela finalização desse determinado serviço. Nesses casos, é essencial estar acertado entre as partes como se dará a verificação do serviço entregue, quais serão os critérios de medição que serão feitos e como se processará o pagamento do serviço.

4.4.1.1 Ferramenta de monitoramento dos requisitos de acabamento

A partir das diretrizes organizadas, a ferramenta de monitoramento dos requisitos técnicos de acabamento foi estruturada abaixo, podendo então ser aplicada em canteiro de obras para melhor controle do recebimento do serviço.

Quadro 10 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos de acabamento pós-aplicação

FASE PÓS-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE ACABAMENTO					
ASPECTO:	10. SUPERFÍCIE				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Natureza do acabamento (ABNT NBR 13749:2013)					
10.1 Revestimento apresenta planeza, prumo, nivelamento das superfícies				Corrigir o acabamento para atender requisitos da NBR 13749:2013	
10.2 Revestimento apresenta textura final das superfícies de acordo com o uso final				Corrigir o acabamento para que atenda especificações de uso	
10.3 Revestimento não apresenta fissuras acima da tolerância estabelecida				Investigar origem das fissuras e indicar tratamento adequado as fissuras	
10.4 Revestimento apresenta espessura máxima e mínima respeitada				Consultar a especialistas quanto a necessidade de fazer alterações	
10.5 Revestimento não apresentar deficiências em sua aderência na superfície				Consultar a especialistas quanto a necessidade de fazer alterações	
10.6 Revestimento não apresenta manchas, pulverulência e eflorescências acima da tolerância estabelecida				Consultar a especialistas quanto a necessidade de fazer alterações	

FASE PÓS-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE ACABAMENTO					
ASPECTO:		10. DETALHAMENTOS			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Natureza do acabamento (ABNT NBR 7200:1998)					
10.7 Foram verificados os esquadros e alinhamento das quinas e vãos como especificado em projeto				Corrigir o acabamento para atender requisitos da NBR 7200:1998	
10.8 Foram verificados a requadração das quinas e vãos como especificado em projeto				Verificar projetos e conferir os detalhamentos de quinas e vãos	
10.9 Foram verificados os posicionamentos dos peitoris como especificado em projeto				Verificar projetos e conferir os detalhamentos dos peitoris	
10.10 Foram verificados os posicionamento e nível das juntas de trabalho como especificado em projeto				Verificar projetos e conferir os detalhamentos das juntas de trabalho	
10.11 Foram verificados as caixas de passagem e os pontos de instalações elétricas e sanitárias				Verificar os projetos e conferir posicionamento dos elementos	
ASPECTO:		10. LIMPEZA E ENTREGA			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Natureza do acabamento (ABNT NBR 7200:1998)					
10.12 Foi verificado a completa finalização dos serviços determinados				Conferir e terminar possíveis pendências da execução do SRAE	
10.13 O local encontra-se completamente limpo e pronto para novas etapas executivas				Realizar a limpeza completa do local de aplicação e finalizar o SRAE	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.4.2 REQUISITOS DE ENSAIOS NORMATIVOS

Os requisitos que o sistema de revestimento precisa possuir após a aplicação e endurecimento são especificados pela ABNT NBR 13749:2013 – Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. É essa norma que determina as condições técnicas que necessitam ser verificadas *in loco* para que a fase de execução de reboco possa ser definitivamente concluída.

A ABNT NBR 13749:2013 especifica 7 parâmetros que o sistema de revestimento em argamassa deve ser verificado para se dar prosseguimento as próximas etapas da construção. A Tabela 20 resume todas essas características necessárias e exigidas no documento técnico. Uma dessas características diz respeito a aderência do revestimento argamassado, sendo especificado pela ABNT NBR 13528:2010.

Tabela 20 – Características do revestimento avaliadas após aplicação de acordo com a ABNT NBR 13749:2013 e ABNT NBR 13528:2010

Característica do Revestimento	Requisitos técnicos para verificação <i>in loco</i>						
Condições do Revestimento	<ul style="list-style-type: none"> - Acabamento estar compatível com seu uso final (pintura, revestimento cerâmico, papel de paredes, outros); - Ter propriedades que compatíveis com o uso final (hidrofugante, impermeabilizante, durabilidade, outros); - Resistir a variações normais de temperatura e umidade, quando externos. 						
Aspecto	<ul style="list-style-type: none"> - Ter textura uniforme, sem imperfeições como: cavidades, fissuras, manchas, eflorescência. - Ter aspecto conforme foi especificado em projeto. 						
Espessura	<ul style="list-style-type: none"> - Conforme indicado na ABNT NBR 7200:1998, a espessura do sistema de revestimento argamassado deve respeitar os limites estabelecidos. <p style="text-align: center;">Tabela 20.1 Limites de espessura de acordo com a ABNT NBR 7200</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Parede Interna</td> <td style="text-align: center;">$5 \leq e \leq 20$ (mm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Parede Externa</td> <td style="text-align: center;">$20 \leq e \leq 30$ (mm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tetos</td> <td style="text-align: center;">$e \leq 20$ (mm)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Caso seja necessário aplicar espessuras fora do limite, deve-se atentar as recomendações estabelecidas ABNT NBR 7200.</p>	Parede Interna	$5 \leq e \leq 20$ (mm)	Parede Externa	$20 \leq e \leq 30$ (mm)	Tetos	$e \leq 20$ (mm)
Parede Interna	$5 \leq e \leq 20$ (mm)						
Parede Externa	$20 \leq e \leq 30$ (mm)						
Tetos	$e \leq 20$ (mm)						
Prumo	<ul style="list-style-type: none"> - O desvio do prumo máximo permitido para o revestimento em argamassa de paredes internas é $H/900$, sendo H a altura da parede em metros. 						
Nivelamento	<ul style="list-style-type: none"> - O desvio do nível máximo permitido para o revestimento em argamassa de tetos é $L/900$, sendo L o comprimento do maior vão do teto em metros. 						
Planeza	<ul style="list-style-type: none"> - Após a eliminação dos grãos soltos de areia na superfície, verifica-se o que se trata de uma irregularidade gradual e o que se trata de uma irregularidade abrupta. - As ondulações não devem ser maiores do que 3mm de variação em uma régua de 2m de comprimento. Já as irregularidades abruptas não podem superar 2mm de variação em relação a uma régua de 20cm de comprimento. 						
Aderência	<ul style="list-style-type: none"> - De acordo com a ABNT NBR 13749:2013, é verificado a aderência dos revestimentos por ensaios de percussão, por meio de colisões leves de um martelo de madeira ou outro instrumento rijo no revestimento argamassado já finalizado. A norma recomenda a avaliação de 1 m² a cada 50 m² de teto ou a cada 100 m² de parede. Caso regiões com som cavo sejam encontradas, deve ser repercutido integralmente para estimar a área que possui falha de aderência, a ser reparada. - De acordo com a ABNT NBR 13749:2013, também deve ser verificado a aderência do revestimento por meio dos ensaios de resistência a tração. O local de ensaio deve ser escolhido a cada 100 m² de revestimento finalizado, ou até menos da área suspeita. A região escolhida para o ensaio deverá ter 28 dias ou mínimo de idade de aplicação. 						

Tabela 20.2 Limites de resistência de aderência à tração para camada única de acordo com ABNT NBR 13528:2010			
Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

- A área escolhida deverá ter um grupo de 12 ensaios realizados, sendo que aprovação ocorrerá caso pelo menos 8 valores forem iguais ou superiores aos indicados na tabela acima. Caso haja reprovação, deverão ser realizados novos ensaios para melhor caracterização e delimitação de área a ser reparada.

Os requisitos exigidos pelas normas técnicas brasileiras devem ser verificados *in loco* após a aplicação da argamassa, respeitando as idades mínimas recomendadas. A partir da verificação desses parâmetros, etapas subsequentes ao reboco podem ser iniciadas.

4.4.2.1 Ferramenta de monitoramento dos ensaios normativos

Grande parte da ferramenta de ensaios normativos já está apresentada no item 4.4.1.1, visto que os requisitos de acabamento que foram desenvolvidos também envolvem a verificação das condições do revestimento, aspectos visuais, espessuras máximas/mínimas aplicadas, planeza, prumo e nivelamento.

Dessa forma, a elaboração da ferramenta de controle dos requisitos de ensaio abrange apenas o parâmetro de verificação ainda não abordado, que são os ensaios normativos de resistência de aderência, e estão detalhadas na ABNT NBR 13528:2010.

Quadro 11 - Ferramenta de Controle dos requisitos técnicos dos ensaios normativos

FASE PÓS-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS ENSAIOS NORMATIVOS					
ASPECTO:	11. RESISTÊNCIA A ADERÊNCIA				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Ensaio de percussão (ABNT NBR 13528:2010)					
11.1 Foi determinado responsáveis técnicos com expertise para executar o ensaio				Determinar/contratar corpo técnico especializado no controle por ensaios	
11.2 Foi realizado o teste de percussão com elemento rijo na área revestida				Verificar a realização do teste a cada 100 m ² de parede (ABNT 13749:2013)	

FASE PÓS-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS ENSAIOS NORMATIVOS					
ASPECTO:	11. RESISTÊNCIA A ADERÊNCIA				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
11.3 Área revestidas não apresentam regiões fofas e com som cavo				Demarcar e reparar toda área que apresenta problemas de aderência	
Ensaio de resistência a tração (ABNT NBR 13528:2010)					
11.3 Foi determinado a região de realização do teste de resistência a tração				Determinar controle por testes a cada 100 m ² de área revestida com 12 CP	
11.4 A área possui 28 dias ou mais de idade de aplicação da argamassa estabilizada				Verificar se a área de realização já possui 28 dias desde aplicação da AER	
11.5 Foi determinado responsáveis técnicos com expertise para executar o ensaio				Determinar/contratar corpo técnico especializado no controle por ensaios	
11.6 Os resultados gerados pelo ensaio atendem os critérios de aceitação da norma em 8 ou mais corpos de prova entre os 12 fixados na área revestida				Deverão ser realizados novos ensaios para melhor caracterização e delimitação de área a ser reparada.	

Fonte: Autoria Própria (2019)

4.4.3 REQUISITOS DE DESEMPENHO

O SRAE quando tem sua execução finalizada acaba tornando-se parte do elemento construído. Tendo suas especificações de uso corretamente aplicadas, é necessário que esse componente funcione, em conjunto com outras partes da edificação, de forma satisfatória por toda sua vida útil.

Esse tempo de utilização também é definido durante as fases de concepção do projeto, levando em consideração o uso adequado de cada parcela da estrutura e também manutenções periódicas, a fim de corrigir potenciais falhas sejam do material ou do elemento como todo.

Não diferente, para sistemas de revestimento em argamassa o cumprimento de requisitos de desempenho durante sua vida útil é fundamentado na ABNT NBR 15575:2013, normativa que se refere às exigências dos usuários e também aos critérios (quantitativos) e requisitos (qualitativos),

Essas exigências são apresentadas por meio de métodos de avaliação definidos, para diversos sistemas que compõe edificações habitacionais, projetados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção e que atendam às instruções específicas de seus manuais de operação, uso e manutenção.

A ABNT NBR 15575:2013 é dividida em seis partes principais que abordam requisitos de desempenho para diferentes sistemas que compõe a edificação habitacional. Os sistemas de

revestimento em argamassa, quando não possuem nenhuma função estrutural, estão englobadas na ABNT NBR 15575-4: 2013, Edificações Habitacionais - Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Porém, caso assumam também funções estruturais na edificação, é necessário que atendam alguns requisitos normatizados pela ABNT NBR 15575-2: 2013, Edificações Habitacionais - Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

Como já esclarecido nas limitações dessa dissertação de mestrado, não foi desenvolvido uma abordagem completa a respeito do desempenho na fase pós-aplicação dos SRAE, seja nos requisitos de operação e manutenção durante a vida útil, como também nos aspectos de demolição, reuso, reciclagem ou separação dos materiais.

Para que fosse desenvolvido o levantamento amplo e coerente de informações sobre os requisitos de desempenho ao longo do uso desse sistema, seria necessário o enfoque completo sobre as variantes que direta ou indiretamente influenciam esse elemento.

Além disso, interações entre o sistema de revestimento em argamassa com o elemento da edificação como um todo também geram alterações no desempenho ao longo de sua vida útil, aumentando o grau de complexidade envolvido na análise.

Dessa forma, notou-se a inviabilidade de aprofundar o foco da pesquisa sobre os requisitos de desempenho pós-aplicação da argamassa em conjunto com todo escopo já estipulado nos objetivos da dissertação. Por essa razão, o desenvolvimento da pesquisa limita-se até ao momento de recebimento do produto final acabado no canteiro de obras.

4.5 RESUMO DO MODELO PROPOSTO PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO DE SRAE

Nesse tópico é apresentado o resumo de toda a proposta de modelo desenvolvida na pesquisa, visto a importância de se compilar as informações de uma forma mais sucinta a fim que se torne viável a aplicação do modelo de controle e monitoramento no canteiro de obras.

Na subcapítulo 4.2 foram abordados os requisitos técnicos da fase de pré-aplicação da argamassa. Já o item 4.3 explorou os requisitos técnicos da fase de aplicação da argamassa estabilizada. Por último, no tópico 4.4 houve a apreciação dos requisitos pós-aplicação. As três partes, em conjunto, estruturam todas diretrizes propostas para melhoria do processo de produção.

As diretrizes, por sua vez, possibilitaram a criação de um modelo para utilização em canteiro de obras como ferramenta de monitoramento da execução. O objetivo principal dessa

proposta está na oportunidade de melhorias na execução do SRAE devido ao acompanhamento eficaz de todas as etapas do processo.

Dessa forma, a proposta do modelo é composta por duas ferramentas: i) Fluxograma dos requisitos técnicos (FRT); Ficha de controle e monitoramento (FCM).

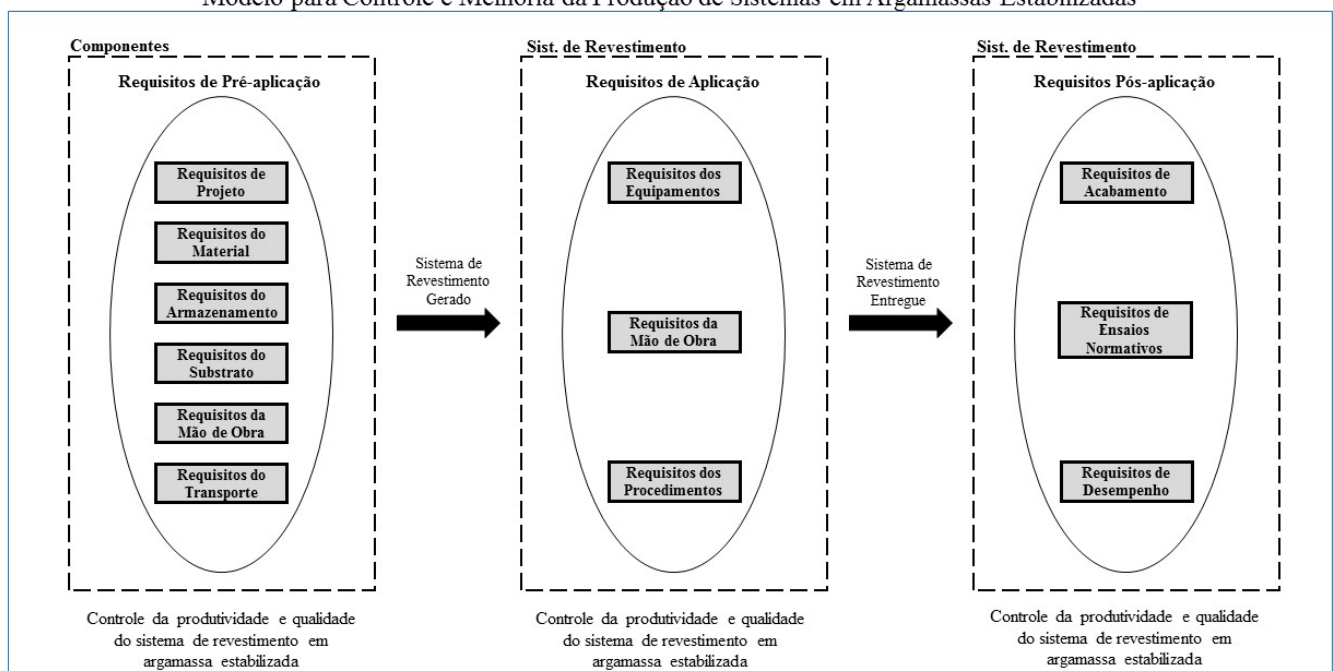
4.5.1 FLUXOGRAMA DOS REQUISITOS TÉCNICOS

A ferramenta desenvolvida traz o resumo de todos os requisitos técnicos que precisam de acompanhamento durante todo o processo de execução dos SRAE. A partir do uso do fluxograma, será possível situar o andamento do processo construtivo, indicando as etapas concluídas e as que ainda serão realizadas.

O resumo das diretrizes é apresentado na Figura 20, dividindo os requisitos nas três fases da aplicação da argamassa estabilizada. O modelo trabalha com um fluxo unidirecional e irretroativo, uma vez que o sistema de revestimento em argamassa não consegue reverter-se para seus componentes primários após sua execução.

Figura 20 - Resumo do modelo proposto

Modelo para Controle e Melhoria da Produção de Sistemas em Argamassas Estabilizadas



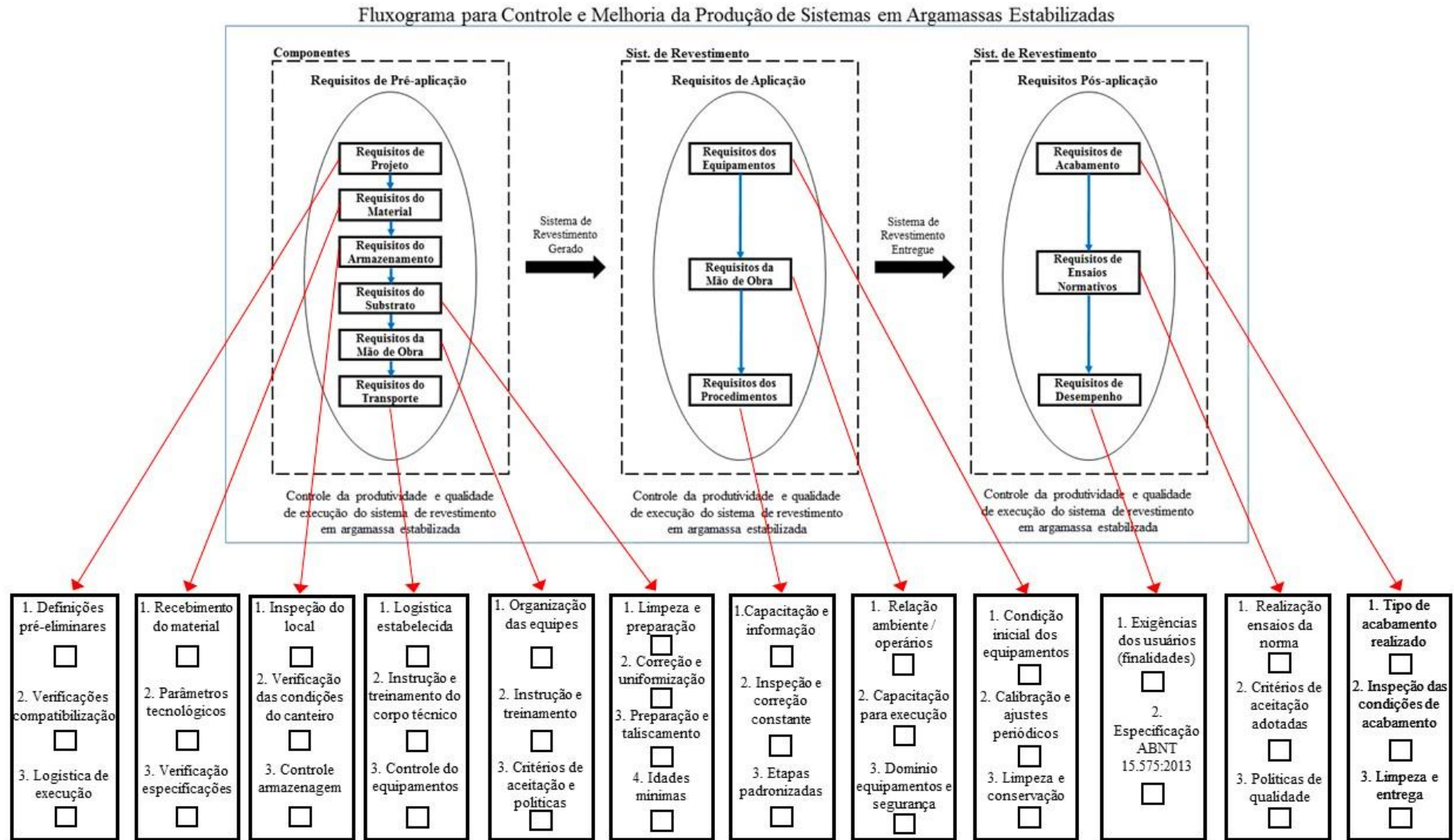
Fonte: Autoria Própria (2019)

A partir da estruturação de quadro resumo, o fluxograma foi pensado para trazer os aspectos a serem verificados dentro do canteiro de obra. Esses aspectos estão dentro de cada requisito técnico do SRAE e serão monitorados durante todo processo construtivo.

Dessa forma, ao manusear o FRT, o observador poderá localizar a fase de execução que está sendo realizada no momento, os requisitos que já foram vistoriados e também os futuros. Para cumprir essa finalidade, o fluxograma apresenta espaços para que o responsável possa ir demarcando assim que o monitoramento de determinado requisito seja concluído.

Com isso, a Figura 21 apresenta o Fluxograma de Requisitos Técnicos, a primeira ferramenta que compõe o modelo proposto para o monitoramento e controle dos SRAE.

Figura 21 – Fluxograma dos requisitos técnicos (FRT)



4.5.1.1 Instruções de utilização do FRT

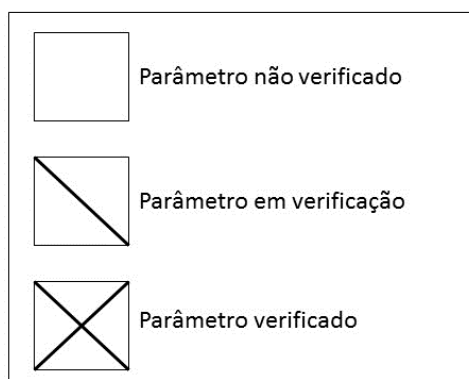
A primeira recomendação sobre a utilização do FRT é de que seja determinado responsáveis das duas esferas presentes no canteiro, isto é, profissionais de nível operacional e de nível gerencial.

Estando um fluxograma em mãos de, por exemplo, um encarregado de pedreiro, e outro em porte de um engenheiro civil, é possível complementar, quando algum não esteja presente na fiscalização, e até confrontar as informações que cada um esteja monitorando.

A realização de conferências por meio de contraprovas entre os FRT acaba assegurando que o monitoramento do processo construtivo não tenha interferências por parte do observador e, conseqüentemente, evita que informações reais sejam mascaradas ou minimizadas.

Em relação às lacunas localizadas abaixo de cada aspecto, é a partir delas que o profissional irá determinar os parâmetros que já foram verificados e finalizados, os que estão sendo feitos no momento e quais serão os próximos. Assim, deve ser grifado com um traço diagonal ou com um X de acordo com a legenda apresentada (Figura 22).

Figura 22 - Recomendações para preenchimento na FRT



Preenchendo os parâmetros durante o monitoramento feito *in loco* e, comparando com os valores registrados por outros responsáveis, os profissionais envolvidos na execução do SRAE poderão determinar os requisitos que estão causando interferências no andamento do processo e até mesmo atrasando a conclusão.

Dessa forma, torna-se eficaz, em termos de custo de tempo e de mão de obra, a mobilização para solucionar os problemas pontuais que venham a ser encontrados. Concluindo a fase de produção do SRAE, recomenda-se arquivar o documento junto a outros relatórios a fim de garantir o histórico de execução do empreendimento.

4.5.2 FICHAS DE CONTROLE E MONITORAMENTO

Em conjunto com a utilização dos FRT, a outra ferramenta desenvolvida são as fichas de controle e monitoramento (FCM).

A ferramenta em questão se trata de um manual técnico, que aborda todos os requisitos em que o SRAE deve ser monitorado e controlado durante sua produção. O manual agrega os aspectos de desempenho antes, durante e depois da aplicação. Dessa forma, o documento acaba se tornando um guia de execução a ser utilizado pelos profissionais desde o projeto de revestimento até o momento de recebimento do produto.

Por se tratar de um processo construtivo irretroativo, ou seja, em que não é possível que seja recuperada as propriedades iniciais que os componentes tinham antes da execução, a checagem por meio das fichas será sempre unidirecional e definitiva (partindo de etapas iniciais até a finalização).

Sabendo que cada parte das FCM foi desenvolvida durante a análise das diretrizes presente no capítulo 4, no anexo B se encontra a compilação de todas as fichas e um único só manual técnico para que se torne viável a aplicação da ferramenta em canteiro de obras.

A FCM final é composta por 11 fichas referentes a cada requisito técnico, com exceção aos requisitos de desempenho, que não foram consideradas na elaboração da ferramenta.

4.5.2.1 Instruções de utilização das FCM

Em conjunto com o fluxograma dos requisitos técnicos, a utilização das fichas deve ser realizada diariamente durante toda execução do SRAE. Recomenda-se que o manuseio e preenchimento das fichas seja realizado por profissionais capacitados e que tenham conhecimento amplo sobre gestão de processos.

Além disso, para que se evite desvios e omissões de informações, não é viável que o corpo técnico da execução do revestimento seja responsável pela anotação do FCM. Esse papel deve ser feito exclusivamente por operadores de inspeção e fiscalização, isto é, estagiários, técnicos em edificações e engenheiros civis.

Todo os preenchimentos no FCM devem seguir três situações possíveis:

- i) caso o aspecto esteja em conformidade com o que é indicado no FCM, deve ser assinalado com X na coluna em que se encontra a letra “C” e, conseqüentemente, se dá prosseguimento aos próximos parâmetros que estão sendo monitorados;
- ii) caso o aspecto não esteja em conformidade com o que é indicado no FCM, deve ser assinalado com X na coluna em que se encontra as letras “NC”, devendo então o profissional

seguir para a coluna de procedimentos de correção, a fim de se realizar o indicado em tempo mais ágil possível dentro das limitações presentes;

iii) Caso o aspecto indicado não seja aplicado àquela obra em questão, deve ser marcado com X na coluna em que se encontrar as letras “NA” e, conseqüentemente, se dá prosseguimento aos próximos parâmetros que estão sendo monitorados.

Para que a ferramenta seja eficaz e realmente aprimore as condições de execução do SRAE, é essencial que haja estratégias bem definidas para solucionar eventuais não conformidades que sejam encontradas. Caso as FCM detectem irregularidades nos requisitos técnicos em qualquer uma das fases (pré, durante e após a aplicação) e o corpo técnico não mobilize correções em tempo hábil, os objetivos da utilização do modelo de monitoramento acabam sendo suprimidos.

Outro ponto importante do preenchimento das fichas é pertinente a assinatura do engenheiro responsável e a data. Essas informações são importantes para que dois pontos importantes sejam registrados no histórico do empreendimento.

Primeiramente, sendo o engenheiro o profissional de maior hierarquia técnica no canteiro de obras, o mesmo necessita ter conhecimento diário do andamento do processo de produção de revestimento. Dessa forma, por mais que as FCM sejam registradas por estagiários e técnicos, por exemplo, diariamente deve ser repassado os requisitos que foram monitorados durante a execução e, posteriormente, indicado ao responsável se estão em conformidade ou não com as recomendações.

Quanto as datas, é de suma importância que os observadores registrem a data em que o parâmetro está sendo avaliado e, caso não esteja em conformidade com as recomendações indicadas, seja registrado as datas de reprovação e também as datas em que as ações corretivas foram devidamente executadas.

Os registros das datas possibilitam tanto monitorar o andamento do processo de produção do SRAE como também evidenciar possíveis atrasos que estão ocorrendo devido ao alongamento ou retardamento que algum requisito técnico está criando por sua não conformidade. Além disso, fica presumível determinar insuficiências do corpo técnico em solucionar irregularidades a partir da comparação das datas de reprovação e datas de correção.

Assim, como é recomendado para os fluxogramas, após a finalização do processo de execução dos SRAE, o arquivamento dessa ferramenta junto a outros relatórios é importante para que a empresa responsável pelo empreendimento tenha o histórico de suas operações.

5. ACOMPANHAMENTO *IN LOCO*

Após o término do modelo e das ferramentas de acompanhamento, surgiu a necessidade de observar em campo a ocorrência e a frequência de agentes influenciadores da produtividade e da qualidade de execução de sistemas de revestimento em argamassa estabilizada (SRAE).

Ressalta-se que devido ao período de estagnação em que a indústria local da construção civil se encontrava, foi notório a dificuldade em encontrar empreendimentos que estivessem em sua etapa de execução de revestimento e atendessem às necessidades de volume e área de aplicação do revestimento em argamassa estabilizada, para que fosse possível realizar efetivamente o acompanhamento.

A partir do contato com um fornecedor de argamassa estabilizada para a região de Brasília, foi indicado um empreendimento, que estava executando o revestimento e que permitiria a abertura do canteiro de obra para observação, por um período adequado.

5.1 DO EMPREENDIMENTO

O acompanhamento foi realizado em uma obra de edificação residencial de alto padrão, localizado em um bairro considerado nobre, na região Noroeste, de Brasília – DF. Sua estrutura é composta de 10 pavimentos totais, incluindo 2 subsolos para garagem, pilotis, 6 pavimentos com apartamentos e cobertura.

A edificação é composta de 72 apartamentos, variando entre 3 e 4 quartos. A obra foi iniciada no segundo semestre de 2016 e finalizado em maio de 2019.

5.2 DAS OBSERVAÇÕES

O acompanhamento *in loco* teve duração de 3 semanas interruptas, totalizando 15 dias de monitoramento. Foi adotado o horário de 7 horas para início do acompanhamento, com o recebimento da argamassa estabilizada, e permanecendo no canteiro de obras até o término diário da atividade de produção do revestimento, momento que não mais havia informações a serem coletadas.

Durante todo o expediente, com o objetivo de evitar a criação de vícios pela equipe de mão de obra por estar sendo monitorada, ao longo do dia eram acompanhadas diversas equipes de produção do revestimento argamassado.

Para que não ocorresse lacunas de informação nos períodos intercalados entre as equipes, foi necessária a participação do encarregado da equipe para obtenção de informações complementares sobre as atividades que estavam sendo executadas nos momentos que o observador não estava presente.

Junto das observações, foram aplicadas as ferramentas FRT e FCM a fim de evidenciar a necessidade de ajustes e se essas eram, de fato, viáveis de serem implementadas durante a execução de SRAE.

Dessa forma, a ação resumia em registrar o processo construtivo de revestimento e avaliar se as ferramentas estavam abordando adequadamente os aspectos que estavam ocorrendo durante as fases da execução.

Nos próximos tópicos serão abordados registros que foram realizados durante a execução do processo construtivo e que englobam: i) projeto de revestimento; ii) recebimento; iii) armazenamento; iv) transporte; v) execução; e vi) conferência

5.3 PROJETO DE REVESTIMENTO

Antes de iniciar a verificação das etapas executivas no canteiro, buscou-se, na obra, entender o nível de especificações que o sistema de revestimento argamassado possuía na obra, isto é, procurou-se identificar o estado do projeto de revestimento, caso existisse.

A partir da entrevista com os dois engenheiros da obra e o técnico de edificações, foi informado que o projeto de revestimento do empreendimento se limita aos valores indicados (espessura do revestimento, tipo de acabamento e detalhamento de quinas) no projeto arquitetônico para ambientes interno e, apenas a fachada possuía um detalhamento de execução por meio de projeto mais elaborado.

Com relação a escolha da argamassa estabilizada foi esclarecido que se optou pela sua utilização devido à falta de espaço físico para armazenamento dos insumos e pelo volume diário que seria produzido. Porém, primeiramente tentaram implementar o método matrix® com silos úmidos, que acabou acarretando em alguns atrasos pela falta de domínio das operações. Por isso, o corpo gerencial acabou trocando para a aplicação manual com AER armazenada em recipiente.

Comparando a situação do empreendimento analisado com o que propõe a FCM referente as especificações de projeto, torna-se claro a realidade com o que empresas da região ainda tratam etapas construtivas de produção de revestimento argamassado.

Preenchendo a ficha de controle e monitoramento, percebe-se não conformidades devido à falta de definições do método construtivo e pela ausência de compatibilização de

projetos com o de revestimento. É pequeno também o detalhamento das especificações das condições de execução, do material, do local de aplicação.

As especificações das AER que o corpo técnico do canteiro tinha de conhecimento era de que tempo de estabilização definido para o empreendimento foi de 7 horas. Assim, utilizou-se essa informação como a única premissa de projeto do material em estudo.

Essa situação encontrada no acompanhamento *in loco* corrobora com a diretriz que informa ser essencial a aplicação do modelo de monitoramento e suas ferramentas não só durante a execução física do SRAE em um canteiro, mas também desde as fases de concepção, desenvolvimento e compatibilização de projeto.

Dessa forma, a produção eficaz de revestimentos em argamassa envolve profissionais tanto de nível de gerenciamento e projeto, como também os responsáveis pela operação.

5.3.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE PROJETO

Pela observação ter iniciado após a fase do desenvolvimento dos projetos, apenas a entrevista funcionou como base de conhecimento a fim de se caracterizar o empreendimento em seus requisitos de projeto. Dessa forma, a aplicação do FRT não se tornou possível.

Esse fato reitera a necessidade que os requisitos técnicos e fluxos de atividades sejam questionados desde a etapa de concepção, planejamento e especificação.

Já através da ferramenta FCM, alguns aspectos que estruturam os requisitos de projeto do empreendimento foram identificados e podem ser resumidos na Tabela 21.

Tabela 21 - Requisitos de projeto registrados pelo FCM

Avaliação FCM	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DE PROJETO	1. Técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Há especificações do projeto arquitetônico; • Há especificações da fachada; • Há detalhamento da esquadria; • Há previsão de inst. Prediais; • Há especificações da espessura mínima de revestimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não há especificações de vãos, quinas e juntas; • Não compatibilização do projeto estrutural com o projeto de alvenaria; • Não há especificações das condições iniciais da base; • Há especificações do acabamento final; • Não há detalhamento das juntas de trabalho; • Não há especificação das quantidades de camada aplicadas.

	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DE PROJETO	1. Tempo	<ul style="list-style-type: none"> Há estimativa do tempo de duração do processo de execução do revestimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Não há especificação das etapas e os fluxos de execução; Não há especificação das idades mínimas a serem respeitadas;
	1. Viabilidade	<ul style="list-style-type: none"> Há estimativas de custo do processo. 	<ul style="list-style-type: none"> Não há definições do método construtivo escolhido; Não há especificações da disponibilidade de AER. Não especificação da forma de avaliação do produto final; Não há especificação dos critérios de qualidade; Não há especificações de estratégias corretivas.
REQUISITOS DO MATERIAL	1. Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> Há especificações de projeto repassadas à central dosadora de AER; Foram definidos o tempo de estabilização da argamassa. 	<ul style="list-style-type: none"> Não há definições decididas em conjunto com a central dosadora quanto às propriedades da argamassa;

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4 RECEBIMENTO

Diariamente, o caminhão betoneira trazia da central dosadora o volume de argamassa estabilizada acertada junto ao fornecedor. Por volta de 07:05 da manhã, iniciava o procedimento de descarregamento da AER na baía de armazenamento. Para um volume de 8 m³ de argamassa, a duração média registrada durante os 15 dias foi de cerca de oito minutos, contando desde o posicionamento do caminhão no devido local até sua saída. Assim, em 11 dos 15 dias observados, nos primeiros 30 minutos de expediente já havia AER disponível no canteiro de obras para que os trabalhos fossem iniciados pelas equipes de execução.

A partir do manuseio das ferramentas FCT e FRT durante a fase de recebimento da argamassa, algumas peculiaridades puderam ser indicadas.

Notou-se que, em todas as observações, o descarregamento da argamassa estabilizada era iniciado antes da conferência da nota de entrega. Ou seja, caso o volume ou qualquer outra especificação não estivesse de acordo com o contratado, só poderia ser resolvido em um próximo pedido. As informações presentes no documento traziam dados do volume da AER em metros cúbicos e também seu valor unitário e final, além de também ser indicado a hora de produção na central e do carregamento no caminhão.

Outro ponto pertinente observado está na localização do tanque para recebimento e armazenamento da argamassa que, devido ao canteiro ter apenas um ponto de entrada para veículos, ocorreram entroncamento de operações. Em dois dias observados, o caminhão betoneira teve que esperar o descarregamento de andaimes e de cabos de aço, gerando atrasos superiores a 45 minutos no descarregamento do material, e conseqüentemente nas frentes de trabalho ociosas pela falta de AER.

Figura 23 – Chegada do caminhão betoneira para descarregamento da AER no canteiro



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.4.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE RECEBIMENTO

A aplicação do FRT nessa etapa permitiu acompanhar três parâmetros presentes nos requisitos do material. Dessa forma, a observação em campo englobou os recebimentos do material, os requisitos tecnológicos e as verificações das especificações da argamassa. Assim, a ferramenta conseguiu atender as informações que a fase de recebimento possui.

Para a etapa de recebimento não foi identificado necessidade de ajustes nas duas ferramentas, visto que os fenômenos observados *in loco* puderam ser ligados aos aspectos de monitoramento que o FRT e o FCM possuem em sua estrutura de análise.

Dessa forma, através da ferramenta FCM, alguns aspectos que estruturam os requisitos do material e seu recebimento em canteiro foram identificados e registrados, conforme indica a Tabela 22.

Tabela 22 - Requisitos de recebimento registrados pelo FCM

Avaliação FCM	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DO MATERIAL	2. Parâmetros Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Informações de produção foram repassadas à central dosadora; • O tempo de estabilização atende aos requisitos do processo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corpo técnico da obra não tem conhecimento sobre os requisitos da AER definida no projeto.
	2. Recebimento e Verificação	<ul style="list-style-type: none"> • Nota fiscal apresentada com informações corretas; • O volume da argamassa descrito e descarregado atende ao valor contratado; • Inspeção tátil visual sempre realizada e aceita. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificação da nota feito após o descarregamento; • A área de descarregamento as vezes não se encontra livre, sinalizada e preparada para o ato; • Layout não favorece o descarregamento em conjunto com outras atividades.

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.5 ARMAZENAMENTO

O acompanhamento *in loco* permitiu caracterizar as condições de armazenamento que volume de argamassa estabilizada era submetido ao longo do expediente. Sabendo que o tempo de estabilização da AER contratada era de 7 horas, então a empresa buscava utilizar todo material ao longo desse horário.

Dessa forma, não havia armazenamento de material de um dia para o outro e, quando restos de argamassa sobravam no tanque ou em outros recipientes, era recolhido e despojado em baias de lixo.

Em consequência disso, a aplicação de uma fina camada de água limpa na superfície do recipiente de armazenamento, a fim de preservar as propriedades da AER em tempos prolongados de utilização, não era realizada nesse empreendimento durante uma diária de trabalho.

A partir da Figura 24, algumas considerações podem ser feitas quanto os aspectos de monitoramento definido pelas diretrizes do modelo proposto.

Figura 24 – Recipiente de recebimento e armazenamento para distribuição, após o momento de descarga da AER pelo caminhão betoneira no canteiro.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Pela imagem apresentada na Figura 24 fica evidente a ausência de proteção contra agentes climáticos (sol, vento e chuva) e também de agentes externos (materiais contaminantes). Ressalta-se que a forma de armazenamento pode acabar interferindo nas propriedades da argamassa, e conseqüentemente no desempenho do sistema de revestimento.

Foi observada a existência de pontos de armazenamento temporário, nos pavimentos superiores, de distribuição para frentes de serviço. Nesses andares a AER era armazenada em bandejas metálicas ou em carrinhos de mão antes da distribuição final, em masseiras de madeira, na frente de trabalho.

Figura 25: a) Armazenamento da argamassa em recipientes próximo ao elevador de cargas; b) Armazenamento antes da aplicação em masseiras de madeira.



Fonte: Autoria Própria (2019)

Pela Figura 25 nota-se a utilização de pontos de armazenamento temporário, sem proteção para evitar a perda de água da AER para o meio, nos pavimentos da edificação antes da colocação em recipientes (caixotes de madeira) no local onde ocorria a aplicação do material ao substrato. Esses recipientes inadequados acabam influenciando nas propriedades da AER

Outro procedimento frequente, observado durante o período, foi a adição de água à argamassa, realizado pelos operários envolvidos. Essa prática era justificada pelos mesmos como uma forma de garantir a trabalhabilidade ideal do material. Entretanto, os requisitos de armazenamento não preveem esse procedimento, visto que as propriedades da AER podem ser modificadas e não existe um controle adequado para avaliar as consequências dessa ação.

Infere-se, conseqüentemente, aparecimento de não conformidades dos requisitos da mão de obra e dos procedimentos, além de que a FRT e a FCM indicam que é essencial a capacitação da mão de obra e treinamento periódico quanto às especificações do material e dos procedimentos executivos desse revestimento argamassado.

5.5.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE ARMAZENAMENTO

Durante a observação dos requisitos de armazenamento da argamassa estabilizada, foi possível utilizar o FRT para analisar aspectos referentes à inspeção do local, à verificação das condições do canteiro de obras e também sobre o controle da armazenagem. Assim, foi possível preencher em folha os três parâmetros técnicos de forma completa.

A utilização do FCM também permitiu identificar alguns aspectos e também classificar a presença ou não de conformidades. A Tabela 23 traz as informações coletadas durante a observação do armazenamento da AER.

Tabela 23 - Requisitos de armazenamento registrados pelo FCM

Avaliação FCM	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DE ARMAZENAMENTO	3. Condições do Local	<ul style="list-style-type: none"> Local estava limpo; O recipiente suportava um caminhão betoneira. 	<ul style="list-style-type: none"> Recipiente não protegido de agentes externos (sol, chuva, vento).
	3. Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> Material homogeneizado; Não havia necessidade de lâmina de água. 	<ul style="list-style-type: none"> Por ações do calor e sol, o material perdia suas propriedades do estado fresco.
	3. Logística	<ul style="list-style-type: none"> Local de armazenamento encontra-se destacado e instruído aos operários. 	<ul style="list-style-type: none"> Não houve compatibilização do local de armazenamento com o fluxo de atividades; Não houve previsão de rotas de descarregamento pelo caminhão betoneira.

5.6 TRANSPORTE

Todo transporte horizontal da argamassa ocorreu por meio de giricas profissionais. O processo inicial do transporte de davam por meio do enchimento das giricas feito no local onde encontra-se o armazenamento do material. A Figura 26 traz justamente o registro enchimento de argamassa e também fila de giricas esperando para subir para o pavimento em que está se demandando argamassa.

Figura 26 – a) Transporte horizontal da argamassa estabilizada; b) Espera das giricas para subir ao pavimento determinado



Fonte: Aatoria Própria (2019)

Percebe-se a influência que a não elaboração de um fluxo de processos e também a falta que um layout não compatível à produção de revestimento gera em um canteiro de obras. A utilização das fichas de controle e monitoramento também indicaram irregularidades nos requisitos técnicos que a execução de SRAE deveriam possuir no transporte, mão de obra e nos procedimentos.

Propostas para solucionar as não conformidades encontradas no transporte exigiriam mobilização de diversos setores responsáveis (projetistas, engenheiros, fornecedores) e poderiam se tornar custosos, fatores que acabam limitando a execução de ações corretivas.

Outro fenômeno observado foi a baixa quantidade de giricas no canteiro, o que comumente ocasionava disputas entre equipes de ajudantes para a utilização nas frentes de trabalho. Na observação também foi constatado a presença de algumas giricas quebradas e estocadas no almoxarifado.

Um dos pontos mais impactantes que comumente são gerados no transporte são questões de desperdício de material e tempo gerados. E, durante o acompanhamento *in loco*, também foi observado esse aspecto negativo. Pode ser visto na Figura 27 alguns exemplos registrados.

Figura 27- a) Desperdício de material gerado ao longo do transporte; b) endurecimento da argamassa no recipiente pelo transporte exacerbado ao pavimento



Fonte: Autoria Própria (2019)

A falta de logística e controle dos procedimentos também foram responsáveis por alguns desperdícios. Durante a observação, notou-se que o transporte não seguia a demanda real de argamassa que cada pavimento necessitava. Esse acontecimento pode ser visto na Figura 27b, em que um volume considerável de material foi descartado devido à pressa dos operários em terminar suas atividades. Além disso, nenhum responsável a nível operacional e gerencial se atentou ao fato devido os outros problemas que estavam sendo resolvidos no canteiro.

Percebe-se nesse caso, os benefícios que a implementação das ferramentas de controle e monitoramento poderiam ter gerado ao processo de execução, visto que os requisitos técnicos estariam sendo monitorados um a um.

5.6.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE TRANSPORTE

A utilização do FRT durante a observação das etapas de transporte permitiu que o fluxo da movimentação horizontal e vertical fosse acompanhado. Os 3 aspectos da ferramenta que envolvem o transporte do material puderam ser preenchidos e monitorados: a logística estabelecida, a instrução ao corpo técnico e o controle dos equipamentos.

Quanto ao uso do FCM, a ferramenta possibilitou identificar os aspectos que caracterizaram o transporte de AER no canteiro. Também foi observado algumas não conformidades a respeito dos requisitos da mão de obra. Dessa forma, segue na Tabela 24 as informações coletadas a partir da utilização da ferramenta.

Tabela 24 - Requisitos de transporte registrados pelo FCM

Avaliação FCM	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA	5. Capacitação e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> • Operários utilizavam sempre equipamentos de segurança durante o transporte; • Havia hierarquização do serviço executado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Constantes atrasos no fornecimento do material no pavimento; • Os ajudantes não sabiam o volume de material a ser carregado para frentes de serviço; • Procedimentos com pouco zelo e elevado desperdício.
REQUISITOS DE TRANSPORTE	6. Dimensionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Havia um planejamento diário de argamassa a ser demandada ao canteiro. • Havia planejamento junto à central sobre os envios de AER periodicamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Layout do canteiro não foi pensando para minimizar transporte vertical e horizontal; • Não foi dimensionado o transporte vertical pelas cremalheiras.

Fonte: Autoria Própria (2019)

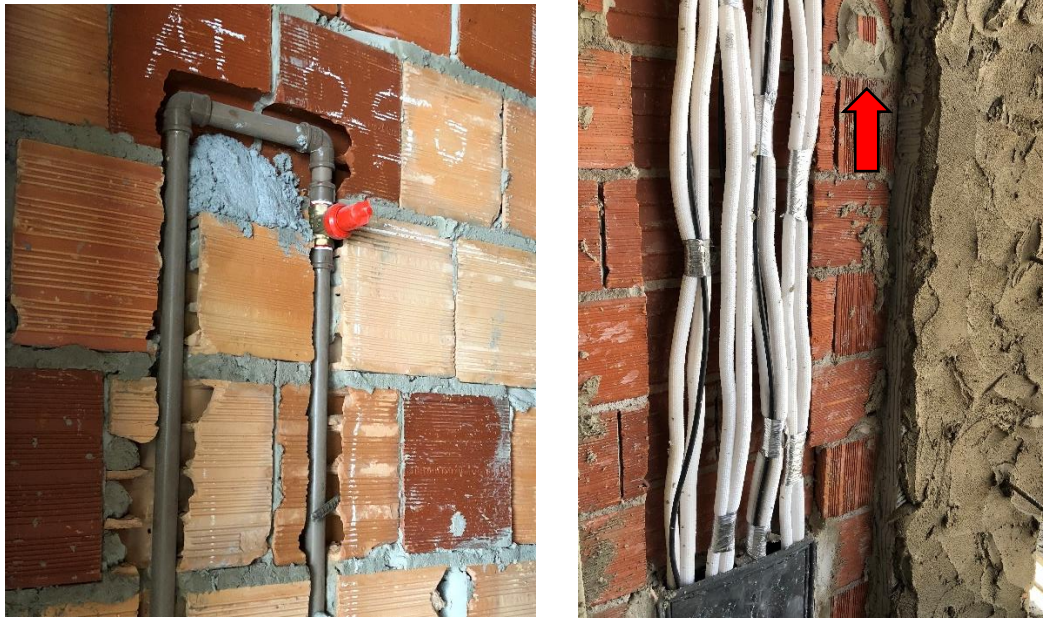
5.7 EXECUÇÃO

Durante a observação realizada nas etapas de execução, indo desde a preparação do substrato até o acabamento do sistema, foi possível acompanhar os métodos utilizados pela equipe de trabalho e também as peculiaridades presentes.

Dois aspectos registrados pela FCM foram a falta de compatibilização de projeto e a não capacitação dos operários em conhecer detalhes de projeto. A não conformidade em ambos pode ser comprovada em momentos que o serviço teve de ser pausado para que instalações sanitárias pudessem ser finalizadas, o que deixou a equipe de pedreiros ociosa por certo período.

A Figura 28 traz a exemplificação de alguns problemas que foram encontrados durante a observação. Na Figura 28a houve incompatibilidade do projeto de instalações, o que demandou novos cálculos de posicionamento das previsões e atrasou a finalização do revestimento. Já 28.b o cálculo da preparação para receber o revestimento e a espessura de revestimento executada, visto a espessura esperada pela mestra aplicada, não estava compatível com as tubulações de ar-condicionado, gerando atrasados em algumas lajes técnicas até que se resolvesse a estratégia a ser tomada.

Figura 28 – Falhas encontradas durante a aplicação da argamassa no substrato a) nas instalações hidrossanitárias; b) nas instalações de ar condicionado e execução das mestras.



Fonte: Autoria Própria (2019)

No que diz respeito à preparação do substrato, observou-se a circulação de encarregados nas áreas de aplicação conferindo se as ligações alvenaria/ estruturas estavam com telas e se os substratos de concreto apresentavam chapisco. A determinação do corpo técnico era de que qualquer substrato estrutural deveria preceder de execução do chapisco antes da aplicação da AER, respeitando o intervalo de 72 horas.

Quanto a aplicação da argamassa, o lançamento geralmente ocorria em duas etapas do dia: nas primeiras horas da manhã e nas primeiras etapas da tarde. Dessa forma, a fase de sarrafeamento, desempenho e acabamento ocorriam nas horas finais da manhã e últimas horas do dia. Essa estratégia visava reduzir os períodos ociosos durante o processo devido as especificações da AER, que naturalmente possui um tempo de pega mais prolongado do que argamassas convencionais.

Em diversos momentos a execução do revestimento sofreu influência direta por insuficiências no transporte e no armazenamento do material. A organização do canteiro se mostrou muitas vezes confusa, havendo momentos em que não se encontravam giricas para transportes, em outros onde a cremalheira já estava sendo utilizada e não permitia o transporte vertical do material. Percebe-se aí a importância de existir uma gestão com visão macro das etapas, e não apenas focando em monitoramentos pontuais.

Figura 29 - Processo de execução do revestimento argamassado: a) lançamento manual da AER ao substrato preparado; b) realização do acabamento por meio do desempeno e sarrafeamento



Fonte: Autoria Própria (2019)

5.7.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE EXECUÇÃO

A aplicação do fluxograma para controle das etapas de execução, durante o acompanhamento *in loco*, se mostrou objetiva e simples de ser utilizada, de forma que o preenchimento foi realizado nos requisitos dos equipamentos, de mão de obra e também de procedimentos, que são os três que estruturam a fase de aplicação do SRAE. Ou seja, a ferramenta conseguiu abordar essa fase inteiramente.

Utilizando o FCM, por sua vez, tornou-se viável o monitoramento dos aspectos que englobam a fase de aplicação da argamassa estabilizada. Assim, o emprego da ferramenta permitiu caracterizar o processo executivo do revestimento, tendo na Tabela 25 as informações que foram coletadas.

Tabela 25 - Requisitos de execução registrados pelo FCM

Avaliação FCM	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DE PROJETO	1. Compatibilização		<ul style="list-style-type: none"> • Quinas, pontos de água e tubulações de ar condicionado sem compatibilização com a execução do SRAE.
REQUISITOS DOS EQUIPAMENTOS	7. Utilização e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica manual de fácil utilização; • EPI's utilizados pelos operários. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poucas giricas no canteiro de obras; • Ajudantes operavam giricas com descuido.

	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DOS EQUIPAMENTOS	7. Condições de Uso	<ul style="list-style-type: none"> • Cremalheiras e andaimes limpos periodicamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Réguas, colheres e desempenadeiras se encontravam empinadas e desgastadas; • Gíricas com pneu furado e empenadas.
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA	8. Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Era implementado políticas de socialização e de higiene e segurança do trabalho. 	<ul style="list-style-type: none"> • Área de lazer não comportava todos operários; • Não havia avaliação das condições de ergonomia durante a execução; • Não havia utilização de fatores motivacionais ao trabalhador.
	8. Equipe	<ul style="list-style-type: none"> • Hierarquização era bem definida e respeitada na equipe; • Havia grau de especialização e divisão nas atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não havia avaliação das condições de ergonomia durante a execução; • Não houve treinamento sobre o fluxo de trabalho entre equipes.
REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS	9. Material	<ul style="list-style-type: none"> • Havia conhecimento sobre o tempo de vida útil do material; • Evitava-se formação de tempos ociosos a partir da alternância de aplicação da AER. 	<ul style="list-style-type: none"> • Periodicamente era lançado água a AER para melhorar sua trabalhabilidade; • Havia baixa motivação e conscientização quanto à reutilização da AER.
REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS	9. Local de Aplicação	<ul style="list-style-type: none"> • Periodicamente o encarregado conferia as condições do substrato; • Havia preparo das condições de segurança do local. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não havia projeto de revestimento com especificações; • Operários tinham poucas informações sobre taliscamento e espessura máxima.
	9. Execução e Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> • Operários dominavam a técnica manual de lançamento; • Sarrafeamento e desempenho eram realizados após a pega da argamassa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não havia informação suficiente sobre quinas, requadros e cantos; • Verificações da rugosidade, planicidade e grau de fissuração eram inconsistentes.

Fonte: Autoria Própria (2019)

5.8 VERIFICAÇÃO E ACEITAÇÃO

No empreendimento em questão, o contrato previa pagamento após a conferência da área. Assim, semanalmente os responsáveis pelo gerenciamento da obra mediam a quantidade de área revestida e conferiam se havia atendimento das especificações exigidas como critério de qualidade. Entretanto, não havia de forma estruturada uma ficha de verificação de recebimento, isto é, os parâmetros de aceitação não estavam organizados em um documento.

As observações identificaram que os responsáveis pela aceitação (técnico de edificações ou o engenheiro civil) utilizavam apenas critérios simples de prumo e nível e aspectos táteis-visuais. Já o controle tecnológico por meio de ensaios de resistência a aderência era executado por empresa terceirizada, que forneciam relatórios técnicos sobre o revestimento finalizado.

5.8.1 APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS: ETAPA DE VERIFICAÇÃO

A utilização do FRT durante a conferência do revestimento permitiu acompanhar apenas a verificação dos requisitos de acabamento, visto que durante o período de observação não foram realizados ensaios de percussão e também de resistência à tração no revestimento. Além disso, o desempenho da vida útil não pôde ser verificado pois a fase englobou apenas a execução no canteiro de obras.

Já a aplicação do FCM nessa fase pós aplicação, se mostrou útil e prática durante a avaliação da conformidade dos parâmetros técnicos. Essa ferramenta tem potencial a ser utilizada como um *check-list* das condições finais do serviço para a aceitação ou não do revestimento finalizado. Assim, profissionais podem ter direcionamento de quais são os critérios a serem avaliados durante o recebimento do serviço concluído.

A empresa responsável pelo empreendimento não possuía fichas de verificação para recebimento, por isso a FCM permitiu avaliar os requisitos desenvolvidos no capítulo anterior. Dessa forma, segue na Tabela 26 o resumo das informações registradas com o auxílio da FCM durante o acompanhamento no canteiro de obras em questão.

Tabela 26 - Requisitos de verificação e aceitação registrados pelo FCM

Avaliação FCM	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DE ACABAMENTO	10. Superfície	<ul style="list-style-type: none">Operários tinham conhecimento do acabamento final que seria dado ao revestimento;	<ul style="list-style-type: none">Não há critérios de aceitação bem definidos desde a etapa de projeto;Não foi elaborado fichas de verificação de serviço para que a empresa pudesse ter controle do recebimento.

	Aspectos	Conformidade	Não Conformidade
REQUISITOS DE ACABAMENTO	10. Detalhamentos do revestimento	<ul style="list-style-type: none"> • Operários verificam prumo, requadramento; • Operários verificavam se havia pontos ou tubulações tampadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não foi elaborado fichas de verificação de serviço para que a empresa possa ter controle do recebimento; • Erros e Enganos quanto ao tipo de destinação final para a área revestida com AER.
	10. Limpeza e entrega	<ul style="list-style-type: none"> • Local limpo e pronto para início de novas etapas construtivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Por falta de tempo e organização, muitas vezes o nível gerencial não ia ao local receber o revestimento pronto.
REQUISITOS DE ENSAIOS NORMATIVOS	11. Resistência à aderência	<ul style="list-style-type: none"> • Foi contratado equipe especializada para realizar os ensaios de percussão e de resistência à tração; • A empresa contratada trabalha há anos no ramo e possui equipamentos / equipe capacitada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Corpo técnico dependia totalmente da empresa contratada; • Por falta de tempo e organização, muitas vezes o nível gerencial apenas esperava pelos laudos técnicos da empresa contratada.

Fonte: Autoria Própria (2019)

6. CONCLUSÕES

Finalizado os resultados e discussões, neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa, que teve como enfoque a elaboração de diretrizes para acompanhamento da execução de sistemas de revestimento em argamassa a partir do monitoramento dos seus requisitos técnicos.

A fim de alcançar esse objetivo geral proposto, quatro etapas foram elaboradas ao longo da pesquisa para que objetivos específicos fossem também atingidos.

A primeira etapa da pesquisa teve como finalidade o desenvolvimento do mapeamento sistemático e a revisão da literatura. Por meio desse objetivo, foram identificadas 92 literaturas aderentes ao tema e que possuíam potencial para agregar conhecimento científico para a dissertação. Também foram encontrados nas normativas brasileiras, 13 documentos técnicos relacionados a revestimentos em argamassa de forma geral e que contribuíram para o embasamento do escopo dessa pesquisa.

O baixo agrupamento de informações técnicas referentes aos procedimentos de execução e a quase inexistente padronização de requisitos técnicos para SRAE, são conclusões retiradas durante a revisão da literatura.

Depreende-se também que há uma grande variabilidade de estudos na literatura internacional que envolvem o desempenho durante a execução de processos construtivos. Entretanto, esse volume de pesquisas reduz consideravelmente ao se delimitar o escopo para sistemas de revestimento argamassado. O fenômeno pode ser justificado pela limitação quanto ao uso do insumo argamassa em países líderes em publicações científicas, como por exemplo Estados Unidos, China, Japão e grande parte dos países europeus.

Na esfera nacional, por sua vez, encontrou-se uma quantidade considerável de pesquisas que avaliam aspectos tecnológicos do material, visto que a argamassa segue sendo o principal insumo para realização de revestimentos. Já estudos que envolvem a cadeia produtiva como um todo (material, projeto, procedimentos) não apresentam volume semelhante de publicações, principalmente quando é abordada a argamassa estabilizada de revestimento.

A partir da primeira etapa, estruturou-se o embasamento teórico e técnico da pesquisa, o que acarretou em dois fatos: foram levantados os dados disponíveis na literatura e determinou-se algumas lacunas de informações que ainda não foram exploradas no meio científico.

Além disso, a partir de uma análise de frequência de citações, foi possível determinar fatores externos e internos que influenciam o desempenho do processo de execução em sistemas e também o desempenho do produto gerado.

Dessa forma, a etapa 1 corroborou para que o objetivo específico I dessa dissertação fosse atingido. Mostrando que a dissertação conseguiu caracterizar e analisar o sistema de revestimento em argamassa estabilizada, particularmente quanto ao controle do material argamassa e também das etapas de projeto, execução e controle do processo construtivo.

A etapa 2, por sua vez, foi motivada pela determinação dos requisitos técnicos que o SRAE deveria possuir durante o processo de execução. Para isso, foram utilizadas informações obtidas na revisão da leitura em conjunto com recomendações técnicas presentes nas normas e que auxiliaram no embasamento das diretrizes.

Por meio da análise das informações contidas em normas, em conjunto com seguintes bases de conhecimento desenvolvidas em pesquisas científicas: i) metodologias de avaliação de atividades em canteiro de obras; ii) indicadores de desempenho de processos construtivos; e iii) resultados e conclusões; foi possível elaborar um modelo de acompanhamento para SRAE.

A proposta de modelo desenvolvida na segunda etapa conseguiu atender o segundo objetivo específico da dissertação, visto que sua estruturação se deu pela divisão dos requisitos técnicos em três fases de execução do canteiro de obras que o SRAE deve atender: i) nas etapas pré-aplicação da argamassa ao substrato; durante a aplicação do material e; iii) após aplicação e surgimento do revestimento.

As diretrizes desenvolvidas no modelo proposto totalizaram doze requisitos técnicos, que devem ser monitoradas e controladas durante todo processo de execução. A partir desse acompanhamento, espera-se maior padronização da produção de revestimentos argamassados.

Para a fase pré-aplicação, foi resultado seis requisitos técnicos: projeto; material; armazenamento; substrato; mão de obra e transporte. Para a fase de aplicação, os resultados obtidos foram três requisitos: equipamentos, mão de obra e procedimentos. Por último, para a fase pós-aplicação, mais três requisitos foram determinados: acabamento, ensaios normativos e desempenho.

Ressalta-se que, para nenhum dos requisitos técnicos propostos, foi ponderado qualquer grau de importância ou de impacto na produção do SRAE. Além disso, o desempenho da vida útil do revestimento ao longo do tempo também não foi avaliado no modelo.

A terceira etapa da dissertação teve como objetivo o desenvolvimento de ferramentas de controle e monitoramento a fim de que o modelo proposto pudesse ser aplicado, de fato, em situações reais da indústria.

Os produtos originados na etapa 3 são o Fluxograma de Requisitos Técnicos (FCT) e as Fichas de Controle e Monitoramento (FCM). Ambas foram desenvolvidas para utilização

conjunta pelos profissionais envolvidos tanto nas fases de elaboração do projeto de revestimento como também na execução em canteiros de obra.

O desenvolvimento das ferramentas visou gerar, de forma clara e sucinta, aspectos a serem verificados *in loco* durante a execução. Dessa forma, a partir do preenchimento dos documentos, os profissionais podem identificar se os parâmetros estão ou não em conformidade com as diretrizes. E, caso haja irregularidades em determinados requisitos, o próprio instrumento de monitoramento indica ações corretivas.

A quarta e última etapa do trabalho foi visita em canteiro de obras da região a fim de se conhecer o contexto que a indústria local vem produzindo SRAE, bem como ter a possibilidade de levar as ferramentas geradas na etapa anterior para testes e ajustes.

As primeiras dificuldades encontradas nessa etapa foram as baixas possibilidades de visita em empreendimentos que estavam empregando a argamassa estabilizada de revestimento no processo construtivo. O fenômeno pode ser justificado pela estagnação atual que a indústria da construção civil regional se encontra. Dessa forma, o acompanhamento *in loco* limitou-se a apenas um canteiro de obras localizado na região de desenvolvimento desse trabalho.

O acompanhamento possibilitou identificar, de fato, a carência de recomendações técnicas que as obras da região ainda têm nas esferas operacionais, por parte dos pedreiros e encarregados, e até mesmo nas esferas gerenciais, onde até técnicos e engenheiros não dominam critérios técnicos do SRAE.

Também foi possível concluir que o uso de ferramentas só gera melhorias concretas caso haja organização para corrigir não conformidades encontradas. Depreende-se também o potencial que o FRT e o FCM possuem em serem transformadas em ferramentas interativas, podendo estruturá-las em aplicativos digitais e, conseqüentemente, permitindo a troca de informações em tempo real entre as esferas operacionais do canteiro e as esferas gerenciais de produção e monitoramento.

A elaboração de dois instrumentos e o teste realizado em um canteiro da região, permitiram que o terceiro e último objetivo específico da pesquisa fosse alcançado. Infere-se que melhorias no desempenho do processo de execução do revestimento e na qualidade do produto final podem ser concretizados com o auxílio desses objetos.

Pelos resultados, concluiu-se que a proposta do modelo apresentada para monitorar a execução de SRAE é confiável e abrange o processo construtivo por inteiro. Também se infere que as ferramentas desenvolvidas são de simples aplicação. No entanto, a eficiência delas depende da experiência dos profissionais envolvidos e também das estratégias elaboradas pelo corpo técnico para solucionar as irregularidades encontradas.

Por último, revela-se a necessidade de desenvolver, na esfera nacional, um plano conjunto entre pesquisadores, universidades, empresas e profissionais relacionados à todas as etapas envolvidas do sistema de revestimento em argamassa estabilizada com objetivo de ampliar a utilização do método científico na realização de estudos.

Assim, a partir de métodos fundamentados, como exemplo, pesquisas experimentais, pesquisas construtivas e pesquisas-ação, será possível identificar os pontos críticos e limitantes da etapa construtiva e, conseqüentemente, recomendar ações corretivas.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de complementar os resultados discutidos e as ferramentas geradas neste trabalho, seguem sugestões para futuras pesquisas:

- Aplicar a posposta de modelo e suas ferramentas desenvolvidas em mais estudos de caso, e realizar novos aprimoramentos ao que foi proposto;
- Realizar análises estatísticas a fim de determinar a correlação entre os requisitos técnicos da SRAE e os impactos no produto final.
- Desenvolver um modelo de monitoramento e acompanhamento que englobe também os requisitos de desempenho em sua vida útil que SRAE devem possuir;
- Elaborar diretrizes para monitoramento e controle referentes a outras classificações de argamassa de revestimento.
- Desenvolver ferramenta interativa, permitindo utilização do FRT e FCM em canteiros de obra por meio de aplicativos e, conseqüentemente, aprimorando a troca de informações em tempo real entre níveis operacionais e gerenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, G.S.G. Inovação logística de canteiro de obras na construção de edifícios. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 129p., 2016.

ALBUQUERQUE, H.R.; OLIVEIRA, M.H; FEITOSA, C.H.P. Estudo do desempenho dos sistemas de revestimento em alvenaria – comparação entre sistemas tradicionais e mecanizados. Encontro Latino-Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis (Euro-ELECS). Unisinos, Rio Grande do Sul, 2017.

ALMEIDA, J.L.M. Argamassas tradicionais e industriais de alvenaria em edifícios. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 108p, 2010.

ARAMBULA, E; GHARAIBEH, N. Methods for Accumulating Construction and Material Quality Test Results and Their Effect on Acceptance Decisions. Journal of Construction Engineering and Management. Vol.140, Issue 8, 2014.

ARAÚJO JR., J.M. Contribuição ao Estudo das propriedades Físico-Mecânicas das Argamassas de Revestimento. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM – 009A/04, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 175p, 2004.

ARAÚJO, L.O.C. Método para a previsão e controle da produtividade da mão de obra na execução de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 385p., 2000.

ASANO, N.E. Tecnologia construtiva de revestimento externo de argamassa com projeção contínua. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 139p, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Análise técnica e econômica do sistema de revestimento de argamassa. Concreshow, São Paulo, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Manual de revestimentos em argamassa. São Paulo, 2006.

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

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

_____. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência a tração. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13755:** Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência, Rio de Janeiro, 2005.

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

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

_____. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão axial, Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13280:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido, Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15258:** Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração, Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15259:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade, Rio de Janeiro, 2005.

BAUER, E. *et al.* Revestimentos de argamassa – Características e peculiaridades. Brasília: LEM-UnB, Sinduscon, 92p, 2005.

BAUER, E; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M.L. M; CALDAS, L.R. Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Porto Alegre, RS, 2015.

BRANDSTETTER, M. C. O; FALCÃO, T.F. Indicadores de produtividade e eficiência logística na execução de revestimentos em argamassa. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. Diretrizes de Avaliação Técnicas de Produtos – SINAT N°006 – Rev.01 Sistema Decorativo monocamada em argamassa inorgânica. Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H, Brasília, 2016.

CANDIA, M. C; FRANCO, L. S. Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/223. São Paulo: USP, 1998.

CAPOZZI, S. A metamorfose dos gatos. Construção, São Paulo, 1998. In: LORDSLEEM, A.C. Metodologia para capacitação gerencial de empresas subempreiteiras. São Paulo, USP, 2002.

CARASEK, H. “Argamassas”. In: Isaias, G.C. (ed.). *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*, São Paulo, IBRACON, pp. 892-944, 2010.

CARASEK, H. Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos: avaliação dos fatores intervientes e contribuição ao estudo do mecanismo de ligação. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 285p., 1996.

CARVALHO, D.P; MOHAMAD, G; CARASEK, H; STOLZ, C,M. Análise da interface entre blocos cerâmicos e argamassas de chapisco. Xii Simpósio Brasileiro De Tecnologia das Argamassas. São Paulo, 2017.

CASALI, J.M; NETO, A.N; ANDRADE, D.C; ARRIAGADA, N.T. Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para revestimento. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Belo Horizonte, 2011.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB). Certification CSTB desenduits monocouches d’impermeabilisation – Cahier MERUC. Livraison 341, cahier 2669-3, juillet-août, Paris, 1993.

CEOTTO, L. H.; BANDUCK, R. C.; NAKAKURA, E. H. Revestimentos de Argamassa: boas práticas em projeto, execução e avaliação. Porto Alegre: ANTAC, 96p., 2005.

CINCOTTO, M.A; SILVA, M.A; CARASEK, H. Argamassas de revestimento: características, propriedades e métodos de ensaio. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 118p., 1995.

COSTA, F. N. Processo de Execução de Revestimento de Fachada de Argamassa: Problemas e Oportunidades de Melhoria. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

CRESCÊNCIO, R.M *et al.* Execução de revestimentos com argamassa projetada. IN: VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, p. 1067-1074, 2000.

CRUZ, H.M. Análise das causas da variabilidade do tempo de execução dos processos em diferentes sistemas construtivos. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Sergipe, 2017.

CUNHA, V.J.F.C. Produtividade na indústria da construção - Análise da Influência da Especificação de Materiais. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2011.

DANTAS, D.F.F. Metodologia dos processos de fiscalização – Revestimento cerâmicos. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2009.

DIOGO, G.M.Q. Análise e proposta de melhorias no processo de produção dos revestimentos de argamassa de fachadas de edifícios. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 178p, 2007.

- DO Ó, S. W. Análise da retenção de água em argamassas de revestimentos aditivadas. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 173p., 2004.
- FALCÃO, T.F. Diretrizes estratégicas para melhoria da eficiência logística em canteiro de obra. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 133p., 2010.
- FALCÃO, T.F; BRANDSTETTER, M.C.O. Proposta de melhorias da eficiência logística – estudo de caso para a execução de revestimentos argamassados. XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora, 2012.
- FERNANDES, H.C *et al.* Fatores que influenciam a energia de lançamento da argamassa na projeção de spray por ar comprimido. In: VII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Recife, 2007.
- FERNANDES, T.S; MASUERO, A.B; ANTUNES, G.R. Práticas e materiais mais empregados para construir revestimentos externos aderidos em porto alegre/RS. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Porto Alegre, 2015.
- FILHO, R. H. Avaliação dos requisitos normativos das argamassas industrializadas associados a critérios de emprego e utilização. Dissertação de Mestrado em Construções Cíveis; Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 198 p., 2013.
- FLORES-COLEN, I.; BRITO, J.; FREITAS, V. Discussion of Criteria for Prioritization of Predictive Maintenance of Building Façades: Survey of 30 Experts. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, v. 24, n. 4, p. 337–344, 2010.
- FREITAS, V.P.; MIRANDA, A. M.; TELES, M. Especificação exigencial de argamassas para revestimento exterior de fachadas. In: I Simpósio de Argamassas e Soluções Técnicas de Revestimento. Coimbra, Portugal. 2014.
- GEREK, I.H; ERDIS, E; MISTIKOGLU, G; USMEN, M.A. Evaluation of plastering crew performance in building projects using data envelopment analysis, *Journal of Technological and Economic Development of Economy*, 2014.
- GONÇALVES, S. R. de C.; BAUER, E. Estudo de caso da variação de resistência de aderência à tração em uma parede. In: VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Florianópolis, 2005. Anais... Florianópolis, 2005.
- GONZÁLEZ, P. *et al.* Analysis of Causes of Delay and Time Performance in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 140, p. 1-9, 2014.
- GOODRUM; P.M; ZHAI, D; YASIN, M.F. Relationship between Changes in Material Technology and Construction Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*. 135(4): 278-287, 2009.

INOUYE, K. P. Produtividade da mão de obra no revestimento de argamassa projetada. In: Seminário Sobre Racionalização do sistema de revestimento de argamassa, 2014. São Paulo. *Anais...* São Paulo: Concreteshow, 2014.

ISATTO, E, L; FORMOSO, C, T.; CESARE, C, M; HIROTA, E, H; ALVES, T, C, L; BERNADES, M, M, S; Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 177p., 2000.

ISHITAWA, J. IE for the shop floor: production through process analysis. Portland: Productivity Press, 182p., 1991.

JARKAS, A. Effect of Buildability on Labor Productivity: A Practical Quantification Approach. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2015.

JARKAS, A; BITAR, C. Constrability Factors affecting construction labor productivity in Kuwait. *Journal of Construction and Engineering Management.*, 10.1061, p.811–820, 2012.

KEBHARD, J.M; KAZMIERCZAK, C.S. Avaliação do comportamento de uma argamassa estabilizada ao longo de seu tempo de estabilização. XII Simpósio Brasileiro De Tecnologia Das Argamassas, São Paulo, 2017.

LEAL, FRANZ E. C. B. Estudo do Desempenho do Chapisco como Procedimento de Preparação de Base em Sistemas de Revestimento. Dissertação de Mestrado, Publicação E.DM 012A/03, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 115p., 2003.

LORDSLEEM JR, A.C; MORAIS, G.A.T. Mortar Coating by Mechanical Projection: Characterization and Indicators. . *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, vol 20, 2015.

LORDSLEEM JR, A.C; PINHO, S.A.C. Indicadores de desempenho de tecnologias construtivas à base de cimento: a experiência da comunidade da construção da Associação Brasileira de Cimento Portland. *Jornal de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal*, n. 50, 2014.

LORDSLEEM JR, A.C; SILVA, V. A. L. The design for producing non-loadbearing masonry impacts: Comparative indicators analysis. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, vol 20, 2015.

MACEDO, D; RIBEIRO, P; MACHADO, G; CARASEK, H; CASCUDO, O. Influência do tempo entre a aplicação do chapisco rolado e a execução do revestimento de argamassa na aderência do sistema. IX Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, Belo Horizonte, 2011.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 17, n. 4, p. 359-384, 2017.

- MACIEL, L.L; MELHADO, S. B. Diretrizes para o detalhamento do projeto de revestimento de argamassa de fachada. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. Anais... Vitória, 1999a.
- MACIOSKI, G; COSTA, M.M.C; CASALI, J.M. Caracterização de argamassas estabilizadas submetidas à sucção de substrato poroso. XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Porto Alegre, 2015.
- MAEDA, F. M. Produtividade da mão-de-obra nos serviços de revestimento interno de paredes e tetos em argamassa e em gesso. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 177 p., 2002.
- MALONEY, W. M. Productivity improvement: The influence of labor. Journal of Construction and Engineering Management, Vol. 3(321), p.321–334, 1982.
- MARTINS NETO, A.A.A; DJANIKIAN, J.G. Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central. BT/PCC/235 EPUSP. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999
- MARTINS, P.M.L. Avaliação da produtividade na construção no brasil -O modelo de estratificação. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2013.
- MAWDESLEY, M.J; AL-JIBOURI, S. Modelling construction project productivity using systems dynamics approach, International Journal of Productivity and Performance Management, 59(1), 18-36, 2010.
- MEDEIROS, J.S. Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachada de edifícios. Tese (doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 458p., 1999.
- MOREIRA, D.F. Análise da produtividade na execução associada a diferentes sistemas de alvenaria. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2014.
- MOREIRA, J.F.P.S. Paredes exteriores em alvenaria – Viabilidade técnica e económica. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2009.
- MURRAY, I. H. The adhesion of cementitious render to a brick background. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LOAD BEARING BRICKWORK, 8. 22-23 Nov. 1983. Proceedings. London, BCS, p.1-12.,1983.
- NANI, N; KISI, K. P; ROJAS, E. D; FOSTER, E. T. Estimating Construction Labor Productivity Frontier: Pilot Study. Journal of Construction and Engineering Management, vol. 143(10), 2017.
- NAOUM, S. G. Factor's influencing labor productivity on construction sites: A state of-the-art literature review and a survey. International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 65 Issue: 3, pp.401-421, 2016.

NELSON, R. L.; SCHMIDT, S.; MUNRO, C.; LAUBER, R.; PISTILLI, M.; GATES, R.; SEYL, J. Ready mix mortar in the United States. In: 8th IBMA International Brick and Block Masonry Conference, Dublin, v. 1. p. 150-161, 1988.

OLIVEIRA, K.C.R. Produtividade estratificada da mão de obra na execução de revestimento de gesso em pasta. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 144p.,2014.

OLIVEIRA, V. C. Estudo Comportamental da Formulação, dos Requisitos e das Propriedades das Argamassas Estabilizadas de Revestimento. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-010A/17, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 245 p., 2017.

PAES, I. N. L. Avaliação do Transporte de Água em Revestimentos de Argamassa nos Momentos Iniciais Pós-Aplicação. Tese de Doutorado, Publicação E.TD 008A/04, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 242p. 2004.

PARAVISI, S. Avaliação de Sistemas de Produção de Revestimentos de Fachada com Aplicação Mecânica e Manual de Argamassa. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

PEREIRA, P.C. Influência da cura no desempenho de revestimentos produzidos com argamassas inorgânicas. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 182p., 2000.

PINHO, S. A. C. Desenvolvimento de programa de indicadores de desempenho para tecnologias construtivas à base de cimento: perdas, consumo e produtividade. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica de Pernambuco, Recife, 268p. 2013.

PINTO, A.L.S. Avaliação do efeito de alguns aspetos de índole construtiva na produtividade do assentamento de alvenarias. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2016.

RAGATTIERI, C.E; SILVA, L.L.R. Ganhos potenciais na utilização da argamassa industrializada. In: V Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, São Paulo, 2003.

RAO, B.P; SUDHANVA, N. Micro and macro level analysis of labor productivity. International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET) Volume 8, Issue 8, pp. 500- 507, 2017.

REIS, P; MELHADO, S.B. A gestão da qualidade e a produção de revestimentos em argamassa. III Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 1999.

RODRIGUES, K.C; MESQUISTA, H, C; EDUARDO, R.C; PAULA, H.B. Mapeamento sistemático de referências do uso do bim na compatibilização de projetos na construção civil. REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil Vol 13, 2017.

ROJAS, E. Closure to” Is construction labor productivity really declining?”. Journal of Construction and Engineering Management, Vol. 270, 2005.

SABBATINI, F. H. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia. 1989. 321 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SANTOS, A. dos. Método de intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 140 p., 1995.

SANTOS, A. Medição de produtividade em canteiros utilizando a técnica da amostragem de trabalho. In: Gestão da qualidade na construção civil: uma abordagem para empresas de pequeno porte. 2ed. Porto Alegre, p.197-222, 1995.

SANTOS, C.N.N. Critérios de projetabilidade para as argamassas industrializadas de revestimento utilizando bomba de argamassa com eixo helicoidal. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 138p, 2003.

SANTOS, D.R. Indicadores de desperdício e produtividade da tecnologia construtiva de revestimento com projeção mecânica de argamassa. Recife. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, 128p., 2016.

SARAIVA, A. G. Contribuição ao Estudo de Tensões de Natureza Térmica em Sistemas de Revestimento Cerâmico de Fachada. Dissertação de Mestrado, Publicação E.DM 004A/98, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 164 p., 1998.

SELMO, S.M.S; SILVA, M.M.A. Diretrizes para produção e controle das argamassas de assentamento e revestimento. Relatório Técnico I.C e E – Convênio EPUSP/ENCOL. EPUSP, São Paulo, 1989.

SILVA, A.J.C; MELLO; A.H.B; PESSOA, R.G.A.Q. Estudo comparativo de produtividade de revestimento interno de gesso e argamassa cimentícia - estudo de caso. XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas, São Paulo, 2017.

SILVA, C.O; NAKAKURA, E.H.A. A utilização de argamassa de revestimento em obras de pequeno porte: estudo de caso de argamassa preparada em obra x argamassa industrializada. IV Simpósio Brasileiro de Argamassa, Brasília, 2001.

SILVA, L.L.R; SOUZA, U.E.L. Métodos de Intervenção para melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada. Boletim técnico da escola politécnica da USP. Departamento de Engenharia Civil, 17p., 2003.

SIQUEIRA, R. Análise de impacto da logística na composição de custo do sistema de projeção de argamassas para revestimento. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Goiás, 338p., 2016.

SOBRINHO, C.W.A.P; OLIVEIRA, R.A; SILVA, F.A.N; ANDRADE, S.T. Importância do chapisco e do revestimento na capacidade resistente das alvenarias. X Simpósio Brasileiro De Tecnologia Das Argamassas, Fortaleza, 2015.

SONG, L; ABOURIZK, S. M. Measuring and modeling labor productivity using historical data. Journal of Construction and Engineering Management, Vol 134, p.786 794, 2008.

SOUSA, J.G.G. Contribuição ao Estudo das Propriedades das Argamassas de Revestimento no Estado Fresco. Tese de Doutorado – Publicação E.TD 010A/05, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental Universidade de Brasília, 233P, 2005.

SOUZA, A.J.C. Aplicação de argamassas leves de reboco e assentamento em alvenarias. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2010.

SOUZA, U. E. L. Como aumentar a eficiência da mão de obra - Manual de Gestão da Produtividade na Construção. São Paulo: Pini, 2006.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão de obra na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., Salvador/BA, 2000. Anais... Salvador: UFBA, 2000.

SOUZA, U. E. L.; AGOPYAN, V. Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra no serviço de formas para estruturas de concreto armado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SOUZA, U.E.L; FREITAS, J.C; SILVA; M.B; MORASCO, F.G; LESSA, F.A.N. Mecanização da aplicação de monocapa: diretrizes para a melhoria da produtividade da mão-de-obra. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, 2013.

SOUZA, V.S; DARÉ, M.E. Estudo comparativo da produtividade de mão de obra entre os revestimentos internos de paredes com argamassas confeccionadas in loco e com argamassas estabilizadas. Revista eletrônica da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, 18 p., 2014.

TAVARES, C. H. S. P; SOMMERFELD, K. Produtividade Em Obras: um estudo do processo executivo de argamassa projetada em Belo Horizonte, Minas Gerais. Revista Pensar, Belo Horizonte, p.1-25, 2014.

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. Journal of Construction Engineering and Management, v. 113, n. 4, p. 623-639, dec. 1987.

THOMAS, H.R. Benchmarking Construction Labor Productivity. Practice Periodical on Structural Design and Construction, vol 20, issue 4, 2015.

TIGGEMANN, T.G; LONGHI, M.A. Argamassas industrializadas para revestimento utilizadas na cidade de lajeado/rs: comportamento em diferentes substratos. XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas, São Paulo, 2017.

TOOR, S. R.; OGUNLANA, S. O. Beyond the “Iron Triangle”: stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. International Journal of Project Management, v. 28, n. 3, p. 228-236, 2010.

TREVISOL JR., L.A. Estudo Comparativo entre as Argamassas: Estabilizada Dosada em Central, Industrializada e Produzida em Obra por meio de Ensaio Físicos nos Estados Fresco e Endurecido. Dissertação de Mestrado, Instituto de Tecnologia para Desenvolvimento (Institutos Lactec), Curitiba, 2015.

TSEHAYAE, A.A; FAYEK, A.R. Identification and comparative analysis of key parameters influencing construction labour productivity in building and industrial projects. *Canada Journal of Civil Engineering*, issue 41, pp. 878–891, 2014.

VATIN, N. I; GAMAYUNOVA, O.S. Using plastering machines to improve the efficiency of finishing works. *Journal of Applied Mechanics and Materials*, vol 635-637, p. 2049-2053, 2014.

VATIN, N; GAMAYUNOVA, O. S; PETROSOVA, D. V. Choosing plastering machines and dry mortars for plastering mechanized way. *Journal of Applied Mechanics and Materials*, vol 635-637, p.324-328, 2014.

YIN, R.K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*, 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, W; CHAN, A. P. C. Critical Review of Labor Productivity Research in Construction Journals. *Journal of Management in Engineering*, vol. 30(2), p.214-225, 2014.

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

ZANELATTO, K.C; BARROS, M.M.S.B; MONTE, R; SABBATINI, F.H. Avaliação da influência da técnica de execução no comportamento de revestimento de argamassa aplicado com projeção mecânica contínua. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 87-109, abr./jun, 2013.

ZUCCHETTI, G.C; NETO, R.S; DAL BELLO; A.C; STOTZ; C.M; MASUERO; A.B. Identificação de boas práticas e oportunidades de melhoria no processo de produção de revestimentos de argamassa projetada. *XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das argamassas, São Paulo, 2017.*

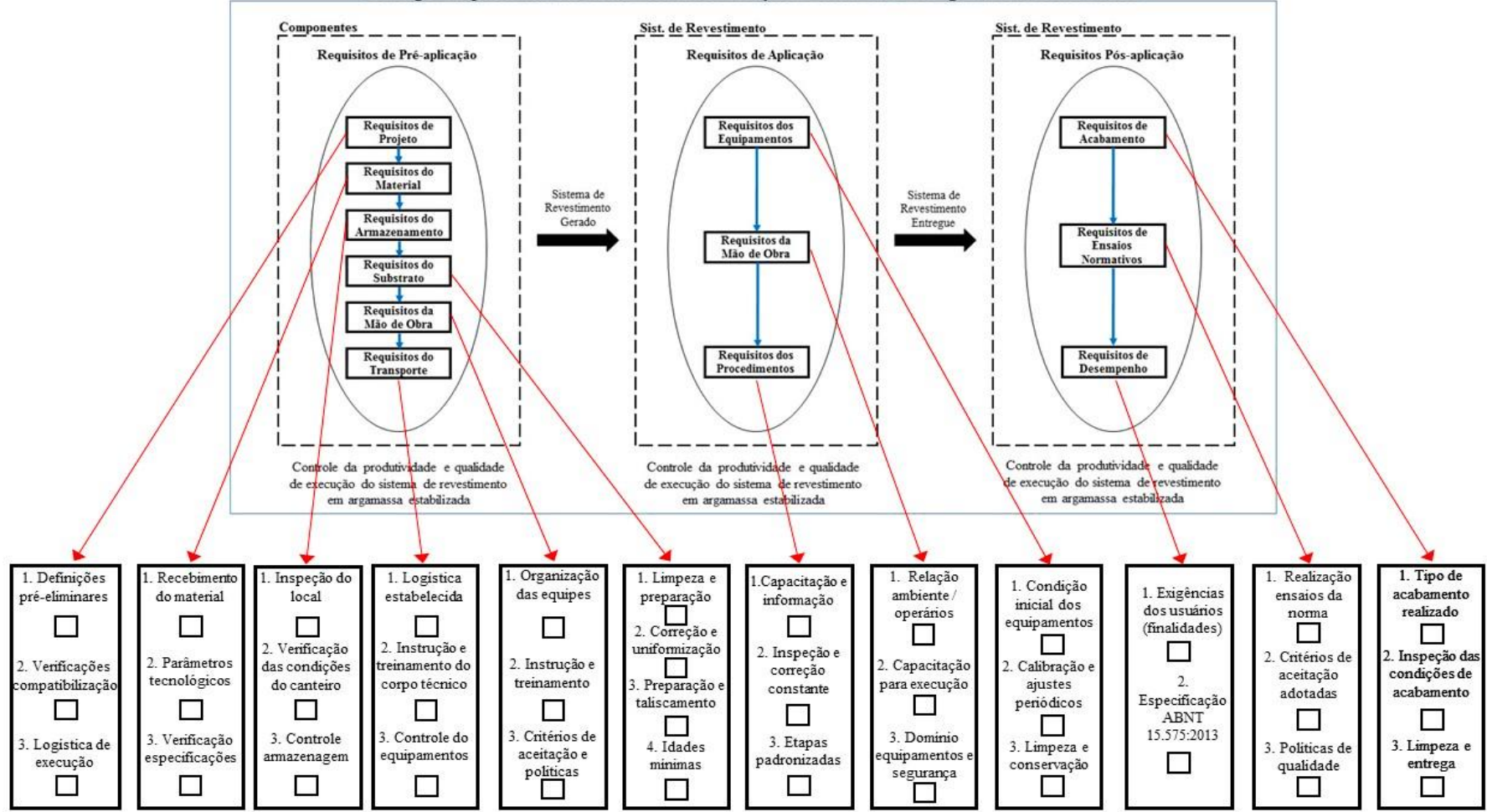
ANEXO A (FRT)

Registro para acompanhamento dos serviços de revestimento em argamassa estabilizada	
Obra:	
Endereço:	
Empresa responsável:	Responsável Técnico:
Responsável pelo acompanhamento:	Rubrica:
Data de início:	Data de Conclusão:

<input type="checkbox"/>	Parâmetro não verificado
<input type="checkbox"/>	Parâmetro em verificação
<input checked="" type="checkbox"/>	Parâmetro verificado

Legenda

Fluxograma para Controle e Melhoria da Produção de Sistemas em Argamassas Estabilizadas



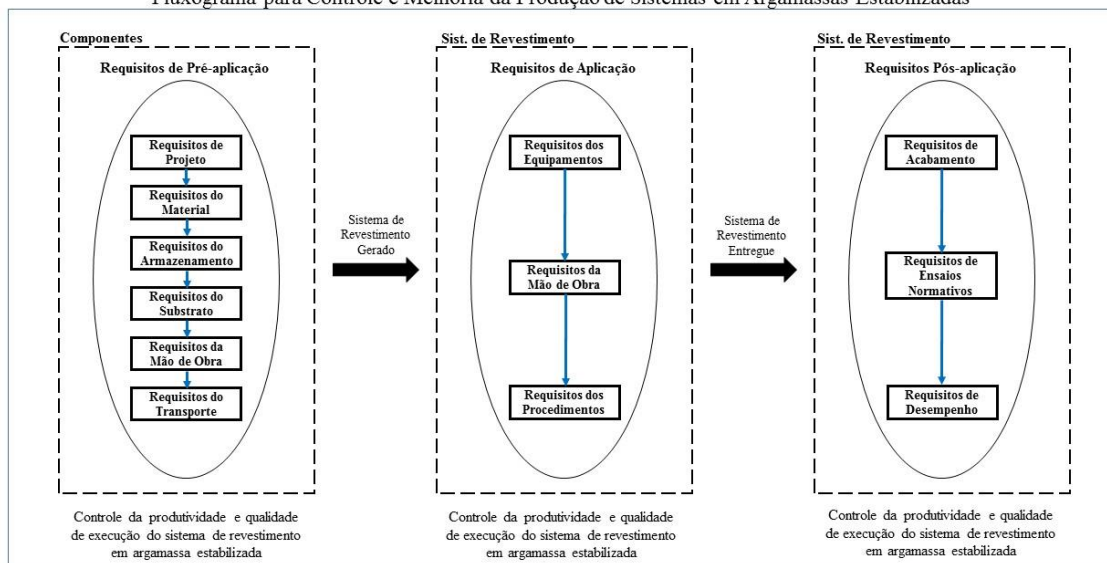
ANEXO B (FCM)

Registro para acompanhamento dos serviços de revestimento em argamassa estabilizada

Obra:		
Endereço:		
Empresa responsável:		Responsável Técnico:
Responsável pelo acompanhamento:		Rubrica:
Data de início:	Data de Conclusão:	

Modelo de monitoramento e controle para a execução do sistema de revestimento

Fluxograma para Controle e Melhoria da Produção de Sistemas em Argamassas Estabilizadas



Observações:

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PROJETO					
ASPECTO:	1. TÉCNICO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Detalhes arquitetônicos e construtivos					
1.1 Há especificações do projeto arquitetônico				Consultar, organizar e considerar todos projetos arquitetônicos	
1.2 Há especificações do projeto estrutural				Consultar, organizar e considerar todos projetos estruturais	
1.3 Há especificações de vãos, quinas e juntas				Consultar, organizar e considerar os detalhes construtivos	
1.4 Há especificações de fachadas				Consultar, organizar e considerar os detalhes das fachadas	
Compatibilização de projetos					
1.5 O projeto considerou o método executivo estrutural (sistemas usados, prazos, deformações)				Compatibilizar o projeto estrutural e de revest. com auxílio profissional	
1.6 O projeto detalha as juntas de trabalho				Compatibilizar o projeto estrutural e de revest. com auxílio profissional	
1.7 Portas, janelas, peitoris estão compatibilizados com os detalhes do revestimento argamassado				Compatibilizar os detalhes com auxílio profissional e normas	
1.8 Há detalhamento do encontro estrutura/alvenaria				Compatibilizar os detalhes com auxílio profissional e normas	
1.9 Há detalhamento das previsões e localizações dos ramais hidráulicos e peças sanitárias				Compatibilizar os detalhes com auxílio profissional e normas	
1.10 Há detalhamento das previsões e localizações de tubulações elétricas e pontos de luz e tomada				Compatibilizar os detalhes com auxílio profissional e normas	
1.11 Há detalhamento das esquadrias				Compatibilizar os detalhes com auxílio profissional e normas	
Revestimento de argamassa e propriedades					
1.12 Há especificações das propriedades da argamassa estabilizada que será utilizada (ABNT NBR 13281:2005)				Dimensionar e analisar as especificações junto a central dosadora	
Espessura mínima e quantidade camadas					
1.13 Há especificações da espessura mínima de argamassa das áreas que receberão o revestimento. (ABNT NBR 13749:2013)				Analisar os projetos arquitetônicos, estrutural e de revestimento a fim de mapear as áreas de revestimento	
1.14 Há especificações das quantidades de camada que serão aplicadas na áreas (ABNT NBR 7200:1998)				Analisar os projetos arquitetônicos, estrutural e de revestimento a fim de mapear as áreas de revestimento	
Condições iniciais da base e finais de acabamento					
1.15 Há especificações das condições iniciais da base (ABNT NBR 7200:1998)				Definir em projeto as condições iniciais que a base deverá possuir	
1.16 Há especificações do acabamento final que cada área terá após execução do reboco				Definir em projeto as condições finais que o reboco deverá apresentar	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PROJETO					
ASPECTO:	1. TEMPO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Cronograma atividades e duração					
1.17 Há especificações das etapas e seus fluxos				Estudar e dimensionar cada etapa da execução do SRAE	
1.18 Há estimativas de duração do tempo de cada etapa e também do processo como um todo				Estimar a duração das etapas, prevendo possíveis atrasos	
Idades Mínimas					
1.19 Há especificações quanto ao tempo mínimo a ser respeitado entre os procedimentos (alvenaria, chapisco, reboco, cura, pintura, etc) (ABNT NBR 7200:1998)					
ASPECTO:	1. VIABILIDADE				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Definição do método construtivo					
1.20 Há definições quanto ao método construtivo que será utilizado na execução do reboco				Definir em projeto e estudar viabilidade do método escolhido	
1.21 Há especificações quanto a disponibilidade matéria prima, mão de obra e equipamento				Definir fornecedores, estimar tempo de entrega, aumento de preços	
1.22 Há estimativas do custo de execução				Estimar valores médios de material e serviço para orçar o custo da execução	
Definição dos parâmetros de qualidade					
1.23 Há especificações da forma de avaliação do revestimento finalizado e entregue				Respeitar os critérios de aceitação presente na NBR 13749:2013	
1.24 Há especificações do critérios de qualidade que serão adotados				Realizar reuniões com partes interessadas para definir critérios	
1.25 Há especificações das recomendações corretivas e de reparo a serem realizadas				Determinar estratégias para correção de possíveis erros de execução	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DO MATERIAL					
ASPECTO:		2. PARÂMETROS TECNOLÓGICOS			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Produção					
2.1 Há especificações de projeto repassadas à central dosadora de argamassa estabilizada					Definir junto a central dosadora, as especificações da AER para o projeto
2.2 Há definições decididas em conjunto quanto a propriedades da argamassa (ABNT NBR 13281:2005)					Definir junto a central dosadora, a faixa de utilização segundo NBR 13281:2005
2.3 Foram definidos o tempo de estabilização da argamassa					Definir junto a central dosadora, a faixa de trabalho da AER
ASPECTO:		2. RECEBIMENTO E VERIFICAÇÃO			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Recebimento					
2.4 A nota fiscal entregue está com as informações corretas (nome, validade, responsável) (ABNT NBR 13281:2005)					Informar a central dosadora para corrigir eventuais problemas na nota e exigir que o documento se baseie na NBR 13281
2.5 O volume de argamassa entregue pela central segue o valor contratado					Contatar a central dosadora e exigir o complemento do volume contratado
Descarregamento					
2.6 A área de descarregamento encontra-se livre, sinalizada e preparada para o ato					Organizar e sinalizar a área onde é realizado o descarregamento da AER
Verificação					
2.6 O material está com as propriedades físico-químicas definidas em projeto (ABNT NBR 13281:2005)					Exigir junto a central dosadora as informações técnicas da AER contratada para a obra em questão
2.7 Inspeção tátil e visual da argamassa estabilizada					Contatar a central dosadora e exigir o recolhimento e reposição da AER

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE ARMAZENAMENTO					
ASPECTO:	3.CONDIÇÕES DO LOCAL				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições físicas					
3.1 Local de armazenamento está limpo e seco				Abrigar a AER em baias livre de sujeira e água	
3.2 Local de armazenamento é protegido da ação do sol, ventos, chuvas e agentes externos				Armazenar as baias de AER protegido de agentes climáticos e externos	
3.3 O local de armazenamento suporta o volume a ser depositado diariamente				Dimensionar corretamente o tamanho da baia ou o pedido de AER	
ASPECTO:	3. MANUTENÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Manutenção					
3.4 Especificação da lâmina de água entre 10 e 20mm caso seja utilizada no outro dia				Especificar e treinar mão de obra sobre a disposição de lâmina de água	
3.5 Homogeneização do material para uso após período de estagnação				Informar a mão de obra sobre a homogeneização da AER	
ASPECTO:	3. LOGÍSTICA				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Manutenção					
3.6 Compatibilização do local de armazenamento com o fluxo de atividades dimensionadas				Organizar o layout do canteiro considerando o armazenamento	
3.7 Previsão e determinação das rotas a serem utilizadas pelos operários e giricas				Dimensionamento e informação de mapofluxogramas e rotas para AER	
3.8 Destaque no canteiro e instrução à mão de obra				Sinalização dos locais de armazenagem e instrução de operários	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO					
ASPECTO:	4. LIMPEZA				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Presença de agentes (ABNT NBR 7200:1998)					
4.1 Substrato livre de poeira e restos de argamassa				Limpar corretamente o substrato conforme NBR 7200:1998	
4.2 Substrato livre de lascas de madeira e pontas de ferro				Limpar corretamente o substrato conforme NBR 7200:1998	
4.3 Substrato está livre de eflorescências				Limpar corretamente o substrato conforme NBR 7200:1998	
4.4 Substrato está seco após sua limpeza				Esperar a secagem do substrato conforme NBR 7200:1998	
ASPECTO:	4. UNIFORMIZAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Irregularidades (ABNT NBR 7200:1998)					
4.5 Substrato livre de irregulares na superfície				Tratar irregularidades do substrato conforme ABNT NBR 7200:1998	
4.6 Substrato livre de furos e rasgos causados pela instalação eletro sanitária				Preencher furos e rasgos conforme ABNT NBR 7200:1998	
4.7 Substrato livre de pontos de infiltração de umidade				Tratar zona de infiltração/umidade conforme NBR 7200:1998	
Encontro base/estrutura (ABNT NBR 7200:1998)					
4.8 Houve instalação de telas nas regiões definidas no projeto				Respeitar e aplicar especificações de projeto conforme NBR 7200:1998	
Camadas de espessura superior (ABNT NBR 7200:1998)					
4.9 Houve instalação de telas nas regiões definidas no projeto por e>25mm				Respeitar e aplicar especificações de projeto conforme NBR 7200:1998	
Detalhes de projeto					
4.10 Tubulações de água e esgoto foram devidamente embutidas				Conferir projetos hidrossanitários e a finalização do serviço no substrato	
4.11 Os eletrodutos, caixas de passagem ou derivação de instalações elétricas ou telefônicas foram adequadamente embutidos				Conferir projetos de instalações elétricas e a finalização do serviço	
4.12 Os vãos para portas e janelas definidos e contramarcos instalados				Conferir projetos de esquadria e a finalização do serviço no substrato	
4.13 As bases de revestimento atendem exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas (ABNT NBR 13749:2013)				Conferir e corrigir se a base atende as especificações da ABNT 13749:2013	
ASPECTO:	4.CHAPISCO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições da base (ABNT NBR 7200:1998)					
4.14 Há a necessidade de aplicação de chapisco na área indicada				Verificar e executar o chapisco na área conforme NBR 7200:1998	
4.15 Foi realizado a cura na região com chapisco				Executar a cura do chapisco na área conforme NBR 7200:1998	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE PREPARAÇÃO DO SUBSTRATO					
ASPECTO:	4.IDADES MÍNIMAS				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições de espera (ABNT NBR7200:1998)					
4.16 Foi respeitado o tempo de espera de 28 dias para bases estruturais				Respeitar e aguardar a idade mínima do revest. conforme NBR 7200:1998	
4.17 Foi respeitado o tempo de espera de 14 dias para bases não estruturais				Respeitar e aguardar a idade mínima do revest. conforme NBR 7200:1998	
4.18 Foi respeitado o tempo de espera de 3 dias de idade do chapisco realizado				Respeitar e aguardar a idade mínima do revest. conforme NBR 7200:1998	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA					
ASPECTO:	5. CAPACITAÇÃO E TREINAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Indivíduo					
5.1. Os operários de todos os níveis têm treinamento de execução de SRAE				Promover oficinas treinamento e capacitação para os operários	
5.2 O indivíduo conhece as etapas do processo executivo de SRAE				Promover orientação e capacitação sobre as etapas de execução do revest.	
5.3 O indivíduo conhece os critérios de aceitação que serão verificados posteriormente				Promover orientações quanto ao que será exigido após finalização do revest	
5.4 O indivíduo tem conhecimento dos EPI's necessários para realizar suas atividades				Promover cursos e averiguar constantemente o uso de EPI's	
Equipe					
5.5. As equipes foram devidamente dimensionadas				Analisar a logística de produção e dimensionar as equipes de trabalho	
5.6 As tarefas são devidamente distribuídas e as hierarquias conhecidas				Ter uma estrutura bem reformulada quanto aos níveis de hierarquia	
5.7 As equipes conhecem as metas diárias ou semanais a serem batidas				Definir metas periódicas e repassar aos envolvidos na operação	
5.8 As equipes sabem como serão os critérios de aceitação do produto final				Promover orientações quanto ao que será exigido após finalização do revest	
Treinamento					
5.9 Houve treinamento quanto ao recebimento e armazenamento de AER				Promover orientação e treinamento prático sobre armazenamento de AER	
5.10 Houve treinamento quanto ao lançamento e acabamento de AER no substrato				Promover orientação e treinamento prático sobre aplicação de AER	
5.11 Houve treinamento quanto ao controle da qualidade de execução durante todo processo				Promover orientação critérios de inspeção de AER	
ASPECTO:	5. FORMA DE CONTRATAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Recebimento					
5.12 Está definido e claro aos envolvidos a forma que será pago o serviço executado				Realizar encontros com os envolvidos e firmar critérios de pagamento	
5.13 Há critérios definidos quanto a problemas de atraso e/ou baixa qualidade do serviço feito				Definir estratégia para corrigir erros na execução e recuperar atrasos	
5.14 As partes estão cientes quais serão os critérios de qualidade avaliados no recebimento				Realizar encontros que determinem os critérios de qualidade que serão feitos no recebimento do SRAE	

FASE PRÉ-APLICAÇÃO					
REQUISITOS DE TRANSPORTE					
ASPECTO:	6. DIMENSIONAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Cronograma					
6.1 Há um dimensionamento das estimativas diárias de argamassa demandada no canteiro				Estimar e analisar a quantidade de massa a ser utilizada por dia	
6.2 Há possibilidade de recebimento periódico de AER proveniente da central dosadora				Verificar junto a central dosadora a disponibilidade de entrega da AER	
6.3 Há planejamento junto a central dosadora sobre os envios de AER (tempo x volume)				Criar junto a central dosadora um cronograma com volume de AER	
Logística					
6.4 A logística foi pensada levando em consideração o tempo de estabilização da AER				Considerar o tempo de estabilização ao se estimar a produtividade com AER	
6.5 O layout do canteiro foi pensado na minimização de distâncias a serem vencidas				Considerar rotas mais eficientes ao se desenvolver a logística de produção	
6.6 O transporte da AER possui responsáveis definidos pelo corpo técnico da mão de obra				Estimar qtd. eficiente de operários para executar transporte de AER	

FASE DE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS EQUIPAMENTOS					
ASPECTO:	7. UTILIZAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Especificações de projeto					
7.1 Há especificações dos equipamentos que serão utilizados ao longo do processo executivo				Especificar os equipamentos utilizados no processo construtivo	
7.2 Há estimativas da quantidade de equipamentos que devem estar disponíveis				Dimensionar a quantidade de equipamentos por frente de serviço	
7.3 Houve consulta para verificar a disponibilidade de obtenção de equipamentos				Verificar a disponibilidade de se obter o equipamento para a execução	
7.4 Há projetos que definem a utilização de andaimes				Estimar e dimensionar a quantidade de andaimes e o modelo necessário	
ASPECTO:	7. TREINAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Preparação na mão de obra					
7.5 Há conscientização dos operários sobre a função de cada um dos equipamentos usados em SRAE.				Capacitar e orientar operários quanto a operação com equipamentos	
7.6 Os operários possuem treinamento para utilização dos equipamentos				Realizar treinamentos periódicos com os operários sobre manuseio e uso	
7.7 Há cursos quanto segurança do trabalho e utilização de EPI's				Orientar operários quanto ao uso de EPI's durante a execução	
ASPECTO:	7. SEGURANÇA				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Segurança do trabalho					
7.8 Há projeto de fachadas e especificações de operação com andaimes/balancis/cremalheiras				Verificar e determinar projeto de fachadas e seu detalhamento	
7.9 Há utilização de EPI's por todos os operários envolvidos no processo				Inspecionar metodicamente o uso de EPI's durante a execução	
ASPECTO:	7. CONDIÇÕES DE USO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Estado dos equipamentos					
7.10 Os equipamentos se encontram em estado satisfatório para utilização				Utilizar apenas equipamentos com condições adequadas de uso	
7.11 Os equipamentos se encontram calibrados e ajustados para novas utilizações				Realizar a calibração e a manutenção dos equipamentos utilizados	
7.12 O estado dos equipamentos após uso é limpo e pronto para nova utilização				Limpar corretamente os equipamentos após o uso	
7.13 Após a utilização os equipamentos são armazenados em local adequado				Determinar local seguro e adequado para proteger os equipamentos	

FASE DE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DA MÃO DE OBRA NA APLICAÇÃO					
ASPECTO:		8. AMBIENTE			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições de trabalho					
8.1. Há avaliação periódicas da ergonomia para execução de atividades				Determinar condições de ergonomia aos operários envolvidos no SRAE	
8.2 A mão de obra utiliza EPI'e, quando necessário, equipamentos para trabalho em altura				Determinar a utilização de EPI's corretos para trabalho em altura	
8.3 Há políticas de socialização coletiva para bom ambiente de trabalho entre todos				Incentivar a prática de boa relação entre operários e combater conflitos	
8.4 Há valorização do operário e momento de lazer, instrução e reconhecimento				Promover políticas de valorização dos operários de forma constante	
ASPECTO:		8. OPERÁRIOS			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Capacitação					
8.5 Há periódicos treinamentos e cursos de reciclagem para os operários				Realizar sempre cursos de reciclagem e boas práticas	
8.6 Há utilização fatores motivacionais e políticas motivacionais ao trabalhador				Estabelecer metas e metodologias de reconhecimento serviço	
ASPECTO:		8. EQUIPE DE PRODUÇÃO			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Condições de trabalho					
8.7 Há treinamento periódico com foco em trabalho em equipe e divisão de tarefas				Realização de simulações de trabalho em equipe e capacitação	
8.8 Há uma hierarquização bem definida sobre as atividades dos membros				Determinação dos responsáveis por cada nível de mão de obra	
8.9 Ocorre certo grau de especialização e divisão das atividades presentes na execução				Promover a divisão das tarefas para que o grau de uniformidade seja maior	

FASE DE APLICAÇÃO					
REQUISITOS DOS PROCEDIMENTOS DE EXECUÇÃO					
ASPECTO:	9. MATERIAL				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.1 Há conhecimento sobre o tempo de vida útil da AER por parte dos envolvidos				Instrução aos operários sobre o tempo de estabilização da AER utilizada	
9.2 Há conhecimento sobre as características da AER após a aplicação na base (tempo de pega)				Instrução aos operários sobre o tempo de pega da AER utilizada	
9.3 Há conhecimento sobre a reutilização da AER				Instrução aos operários sobre reutilização dos excessos de AER	
ASPECTO:	9. LOCAL DE APLICAÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.4 Há conhecimento sobre as condições ideais do substrato (limpeza, tratamento, telas)				Verificação das condições do substrato conforme NBR 7200:1998	
9.5 Há verificação do taliscamento e da espessura máxima que será utilizada				Verificação e controle do taliscamento feito e a esp máxima	
9.6 Há Preparo das condições do local (disposição de andaimes/balancins, equipamentos de segurança)				Verificação se todos andaimes e EPI'S estão no local de execução	
ASPECTO:	9. EXECUÇÃO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.7 Há conhecimento sobre a forma de aplicação da AER (manual, projetada)				Instrução aos operários sobre como será a aplicação do AER na base	
9.8 Há domínio no uso das ferramentas e das funções de cada uma nas etapas				Instrução aos operários sobre como são as ferramentas usadas.	
9.9 Há planejamento com a logística de transporte da AER até o local de aplicação				Instrução aos operários sobre como será a logística do SRAE.	
9.10 Há conhecimento dos detalhes de execução de quinas, cantos e requadros				Instrução aos operários sobre como será os detalhamentos do SRAE.	
ASPECTO:	9. ACABAMENTO				
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data
	C	NC	NA		
Informações aos envolvidos					
9.11 Há conhecimento sobre o intervalo adequado para desempenho após aplicação				Instrução aos responsáveis sobre como se dá o tempo de pega da AER	
9.12 Há verificação da rugosidade da superfície e compatibilização com acabamento final				Verificação das condições que a SRAE deve ter segundo ABNT 13749:2013	
9.13 Há Verificação da planicidade da superfície com régua e nível bolha				Verificação das condições que a SRAE deve ter segundo ABNT 13749:2013	
9.14 Há verificação do grau de fissuração e a da tolerância permitida				Verificação das condições que a SRAE deve ter segundo ABNT 13749:2013	

FASE PÓS - APLICAÇÃO

REQUISITOS DE ACABAMENTO

ASPECTO:					10. SUPERFÍCIE			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data			
	C	NC	NA					
Natureza do acabamento (ABNT NBR 13749:2013)								
10.1 Revestimento apresenta planeza, prumo, nivelamento das superfícies				Corrigir o acabamento para atender requisitos da NBR 13749:2013				
10.2 Revestimento apresenta textura final das superfícies de acordo com o uso final				Corrigir o acabamento para que atenda especificações de uso				
10.3 Revestimento não apresenta fissuras acima da tolerância estabelecida				Investigar origem das fissuras e indicar tratamento adequado as fissuras				
10.4 Revestimento apresenta espessura máxima e mínima respeitada				Consultar a especialistas quanto a necessidade de fazer alterações				
10.5 Revestimento não apresentar deficiências em sua aderência na superfície				Consultar a especialistas quanto a necessidade de fazer alterações				
10.6 Revestimento não apresenta manchas, pulverulência e eflorescências acima da tolerância estabelecida				Consultar a especialistas quanto a necessidade de fazer alterações				
ASPECTO:					10. DETALHAMENTOS			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data			
	C	NC	NA					
Natureza do acabamento (ABNT NBR 7200:1998)								
10.7 Foram verificados os esquadros e alinhamento das quinas e vãos como especificado em projeto				Corrigir o acabamento para atender requisitos da NBR 7200:1998				
10.8 Foram verificados a requadrção das quinas e vãos como especificado em projeto				Verificar projetos e conferir os detalhes de quinas e vãos				
10.9 Foram verificados os posicionamentos dos peitoris como especificado em projeto				Verificar projetos e conferir os detalhes dos peitoris				
10.10 Foram verificados os posicionamento e nível das juntas de trabalho como especificado em projeto				Verificar projetos e conferir os detalhes das juntas de trabalho				
10.11 Foram verificados as caixas de passagem e os pontos de instalações elétricas e sanitárias				Verificar os projetos e conferir posicionamento dos elementos				
ASPECTO:					10. LIMPEZA E ENTREGA			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data			
	C	NC	NA					
Natureza do acabamento (ABNT NBR 7200:1998)								
10.12 Foi verificado a completa finalização dos serviços determinados				Conferir e terminar possíveis pendências da execução do SRAE				
10.13 O local encontra-se completamente limpo e pronto para novas etapas executivas				Realizar a limpeza completa do local de aplicação e finalizar o SRAE				

FASE PÓS - APLICAÇÃO

REQUISITOS DOS ENSAIOS NORMATIVOS

ASPECTO:					11. RESISTÊNCIA A ADERÊNCIA			
Itens de verificação dos requisitos	Conformidade			Procedimentos de correção	Aprovação e data			
	C	NC	NA					
Ensaio de percussão (ABNT NBR 13528:2010)								
11.1 Foi determinado responsáveis técnicos com expertise para executar o ensaio				Determinar/contratar corpo técnico especializado no controle por ensaios				
11.2 Foi realizado o teste de percussão com elemento rijo na área revestida				Verificar a realização do teste a cada 100 m ² de parede (ABNT 13749:2013)				
11.3 Área revestidas não apresentam regiões fofas e com som cavo				Demarcar e reparar toda área que apresenta problemas de aderência				
Ensaio de resistência a tração (ABNT NBR 13528:2010)								
11.3 Foi determinado a região de realização do teste de resistência a tração				Determinar controle por testes a cada 100 m ² de área revestida com 12 CP				
11.4 A área possui 28 dias ou mais de idade de aplicação da argamassa estabilizada				Verificar se a área de realização já possui 28 dias desde aplicação da AER				
11.5 Foi determinado responsáveis técnicos com expertise para executar o ensaio				Determinar/contratar corpo técnico especializado no controle por ensaios				
11.6 Os resultados gerados pelo ensaio atendem os critérios de aceitação da norma em 8 ou mais corpos de prova entre os 12 fixados na área revestida				Deverão ser realizados novos ensaios para melhor caracterização e delimitação de área a ser reparada.				