

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Engenharia

Curso de especialização: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Anderson Varela de Oliveira Soares

**ESTUDO DE CASO: análise da produtividade na construção civil na execução
de revestimento de argamassa interno e externo**

Belo Horizonte

2020

Anderson Varela de Oliveira Soares

ESTUDO DE CASO: análise da produtividade na construção civil na execução de revestimento de argamassa interno e externo

Monografia apresentada ao Programa de Especialização em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construção Civil.

Orientador (a): Profa. Dra. Maria Teresa Paulino Aguilar

Belo Horizonte

2020

sadsafsdgdasf

S676e

Soares, Anderson Varela de Oliveira.

Estudo de caso [recurso eletrônico] : análise da produtividade na construção civil na execução de revestimento de argamassa interno e externo / Anderson Varela de Oliveira Soares. – 2020.

1 recurso online (42 f. : il., color.) : pdf.

Orientadora: Maria Teresa Paulino Aguilár.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.

Inclui bibliografia.

Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.

1. Construção civil. 2. Argamassa. 3. Mão de obra. 4. Produtividade.
I. Aguilár, Maria Teresa Paulino, II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: ANDERSON VARELA DE OLIVEIRA SOARES

MATRÍCULA: 2019699510

RESULTADO

Aos 09 dias do mês de dezembro de 2020 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE NA EXECUÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA INTERNO E EXTERNO”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 80

CONCEITO: B

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Prof. Dr.ª Maria Teresa Paulino Aguilár

Nome

Assinatura

Prof. Dr. Adriano de Paula e Silva

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 09 de dezembro de 2020

Coordenador do Curso

Prof. Antonio Neves
de Carvalho Júnior
Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho se deve, principalmente, ao auxílio e compreensão de diversas pessoas. Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a concluir esta etapa. Em especial agradeço a:

Aos meus pais, José Antônio e Elizabeth, pela paciência, dedicação, companheirismo e amor que me proporcionaram durante toda a minha vida;

Aos professores responsáveis pela minha formação acadêmica, principalmente a minha orientadora Prof^a. Dr^a. Maria Teresa Paulino Aguiar, pela paciência durante a elaboração deste trabalho;

Aos amigos que me acompanham e me apoiam, obrigado pela companhia. Não seria capaz de vencer os desafios encontrados sem o suporte destes.

RESUMO

Este trabalho objetiva analisar a produtividade da mão-de-obra na execução de revestimento de argamassa em paredes internas e externas utilizando como base para o estudo uma obra localizada em Belém/PA. Como ponto de partida, foi feita uma breve descrição dos principais conceitos de produtividade, da metodologia de análise utilizada, das características de mensuração da produtividade e do método *measured mile*. A posteriori foi realizada uma breve revisão dos principais materiais que compõem a argamassa utilizada no revestimento e sobre o sistema de camadas que constituem o mesmo. Seguidamente, foi descrita toda a metodologia adotada para o levantamento dos dados na obra, a compilação de todos os resultados obtidos e a análise, indicando os principais fatores que influenciaram as variações da produtividade.

Palavras-chave: produtividade; mão-de-obra; revestimento de argamassa.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the workforce in the execution of mortar coating on internal and external walls as a basis for the development of a work located in Belém/PA. As a starting point, a brief description of the main productivity concepts, the methodology of analysis, the characteristics of productivity measurement and the measured mile method were made. Subsequently a review was made on the main materials that make up a mortar on the subject and on the same. Then, a methodology was published for the collection of data in the work, a compilation of all the results and an analysis of them, pointing out the main factors that influenced productivity capacities.

Keywords: productivity; workforce; mortar coating.

LISTA DE FIGURAS

Quadro 1 - Cimentos normalizados no Brasil	22
Figura 1 - Camadas do revestimento de argamassa da vedação vertical	24
Figura 2 - Imagem com localização	28
Figura 3 - Vista da fachada frontal	28
Figura 4 - Central de produção	29
Figura 5 - Antiga central de produção	30
Figura 6 - Exemplo de material usado no transporte horizontal	30
Gráfico 1 - Razão unitária de produção diária (Chapisco)	32
Gráfico 2 - Razão unitária de produção cumulativa (Chapisco)	32
Gráfico 3 - Razão unitária de produção potencial (Chapisco)	33
Gráfico 4 - Razão unitária de produção diária (Massa única)	35
Gráfico 5 - Razão unitária de produção cumulativa (Massa única)	36
Gráfico 6 - Razão unitária de produção potencial (Massa única)	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de planilha utilizada para a compilação dos dados	27
Tabela 2 - Resultados coletados do chapisco	31
Tabela 3 - Resultados coletados da massa única	34

LISTA DE SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
RUP	Razão Unitária de Produção
HHd	Homem / Hora diário
HHcum	Homem / Hora cumulativo
HT	Horas Trabalhadas
QSd	Quantidade de Serviço diária
QScum	Quantidade de Serviço cumulativa
RUPd	Razão Unitária de Produção diária
RUPcum	Razão Unitária de Produção cumulativa
RUPpt	Razão Unitária de Produção potencial

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2. PRODUTIVIDADE	14
2.1 Modelo dos fatores-recursos.....	14
2.2 Método <i>Measured Mile</i>	17
3. REVESTIMENTO DE ARGAMASSA	20
3.1 Composição.....	21
3.2 Sistema de Camadas.....	24
4. METODOLOGIA	26
4.1 Coleta de Dados.....	26
4.2 Processamento dos Dados	27
5. ESTUDO DE CASO	28
5.1 Caracterização do Serviço	29
5.2 Resultados Obtidos.....	31
5.3 Análise dos Resultados.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	41

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil vem sendo um dos setores mais afetados pela recessão pelo qual o país vem atravessando. Redução nos gastos públicos e a crise no setor imobiliário estão sendo as principais causas para a retração do setor, tendo entre os anos de 2014 e 2017, apresentado uma queda superior a 21%, segundo dados publicados pelo CBIC (2018), retornando assim aos indicadores de 2009, período no qual o país enfrentava os efeitos da crise financeira mundial.

Em uma perspectiva global o setor da construção civil representa 13% da economia mundial, gerando US\$ 10 trilhões em bens e serviços, além de corresponder a 7% dos postos de trabalhos, segundo a McKinsey&Company (2017), correspondendo desta forma a um dos mais importantes setores da economia mundial. Entretanto, os baixos indicadores de produtividade vem sendo um dos principais entraves para o crescimento do setor, a McKinsey&Company (2017), calcula que a indústria da construção, em todos os seus subsetores, poderia ter um aumento de US\$ 1.6 trilhões anualmente, apenas com o aumento da produtividade.

No Brasil, apesar do crescimento médio de 2,7% nos últimos doze anos (CBIC, 2017), desde 1998 o valor bruto agregado por hora trabalhada vem em queda, alternando momentos de alta e baixas, totalizando uma média de -1,21%, entre os anos de 1995 e 2011. Estima-se que o setor deixa de arrecadar por ano US\$ 15,7 bilhões devido à baixa produtividade (McKinsey&Company, 2017).

O revestimento de argamassa é a principal técnica de revestimentos de paredes e tetos aplicado no Brasil. Com seu procedimento executivo convencional amplamente difundido entre os colaboradores da construção civil e com materiais relativamente mais baratos frente a outros, colocam este método na vanguarda de outras metodologias de revestimentos.

As propriedades adquiridas pelo revestimento de argamassa, quando o procedimento executivo tem seus requisitos técnicos corretamente empregados, proporcionam a este tipo de revestimento um custo/benefício interessante tanto para o construtor, quanto para o cliente.

Desta forma, é de fundamental importância para a empresa o levantamento da produtividade dos colaboradores que estarão na frente de trabalho do revestimento com argamassa. O conhecimento da produtividade fornecerá um banco de dados que proporcionara informações essenciais para a avaliação da equipe que executará o

serviço.

Sendo a análise da produtividade uma forma de obter o desempenho da mão-de-obra e possibilitar informações para o gerenciamento, assim como a importância do revestimento de argamassa para a indústria da construção no Brasil, é justificável levantar estas informações e realizar a análise dos dados obtidos.

O objetivo principal deste trabalho constitui-se em analisar a produtividade sobre a mão-de-obra na execução do revestimento interno e externo com argamassa em uma edificação residencial e, os objetivos específicos se desenvolvem como a análise da produtividade da mão-de-obra com base no modelo dos fatores e o método *measured mile* da mesma a partir de dados levantados *in loco* e a identificação e análise dos fatores que possam ter influenciado na produtividade da mão-de-obra.

Trata-se de um estudo de caso no qual foi desenvolvido através da consulta de normas e bibliografias nacionais e internacionais, com intuito de adquirir conhecimento teórico e científico sobre a produtividade na construção civil.

2. PRODUTIVIDADE

É sugerido por Tangen (2005), que a produtividade é um termo multidimensional, onde dependendo do contexto na qual estiver inserida, o conceito irá variar. Entretanto, o autor ressalta que existem algumas características são comuns entre os conceitos, sendo que a produtividade está diretamente relacionada ao uso e a avaliação dos recursos, da mesma forma que a produtividade também estará conectada a criação de valores.

Segundo Yadav, Marwah (2015), produtividade é a forma para mensurar o quão bem uma organização converte entradas de recursos em bens e serviços, expressando assim, a média de entradas em saídas, sendo assim, o custo por produção.

Para Souza (2000) produtividade é considerada como “a eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo”. Com base nessa definição, Souza (2000), observa que podem existir diversas abordagens no estudo da produtividade na construção civil tomando como base os tipos de recurso físicos a serem utilizados em um processo construtivo.

A partir do conceito de produtividade como uma relação de entrada e saídas, Carraro (1998) também ressalta as diversas maneiras de medir a produtividade baseado nos recursos aplicados, podendo estes serem físicos ou financeiros, ou ainda, uma relação matemática de numerador *versus* denominador.

Durdyev *et al.* (2018), também compreende a produtividade como a correlação quantitativa entre entradas e saídas, ou seja, a habilidade de um setor industrial em gerar saídas a partir destas entradas, destacando que a principal linha de raciocínio quanto a produtividade está relacionada a quanto eficiente e eficaz recursos podem ser aplicados para se obter um objetivo.

2.1 Modelo dos fatores-recursos

O modelo dos fatores foi desenvolvido por Thomas & Yiakoumis (1987) com a proposta de desenvolver um método de análise da produtividade da mão-de-obra baseado nos efeitos de fatores, tais como a aprendizagem durante o processo executivo.

Thomas; Ellis (2017), destacam que o modelo foi desenvolvido a partir do monitoramento da produtividade de projetos de construção, sendo este método o único que tem sido validado através de dados coletados em campo.

Dentre os fatores, Thomas; Ellis (2017) apresentam alguns ligados ao ambiente da construção tais como: Gerenciamento projetual, planejamento do canteiro, clima, gerenciamento de materiais e da força de trabalho, sequenciamento de atividades e compras, gerenciamento de terceirizados e o entrave de tarefas.

Yadav, Marwah (2015), ressaltam alguns cenários onde pode-se observar aumentos na produtividade: A quantidade de saídas aumenta de forma mais rápida que o de entradas ou a quantidade de entradas diminuir em relação a saídas, a produção de saídas for maior com a mesma quantidade de entradas e se a produção de saídas for maior com uma quantidade menor de entradas.

Para que estes cenários possam ocorrer, Yadav, Marwah (2015) apresentam alguns métodos, como por exemplo: Investimento em equipamentos e tecnologia, aplicação de técnicas como *just-in-time*, gerenciamento total da qualidade, *lean construction*, gerenciamento de *supply chain* e a teoria das restrições.

A medição da produtividade pode ser realizada através do índice denominado RUP - Razão Unitária de Produção (SOUZA, 2000). Este indicador representa a razão entre a quantidade da mão-de-obra demandada por hora (expressa em homens-hora) para a produção de uma unidade deste serviço (quantidade de serviço que foi executada).

Baseado no período de tempo a ser considerado para relação das entradas e saídas, Araújo; Souza (1999) estabelecem que a RUP pode ser caracterizada em dois tipos: Um a ser estudado baseado nos valores obtidos de forma diária sendo este denominado RUP diária, e a outra a ser realizada conforme os dados coletados a partir do primeiro dia de levantamento dos dados até o último dia em questão, logo intitulado RUP cumulativa.

Assim como os autores supracitados, Carraro (1998) também tipifica a RUP em diária e cumulativa, adotando os mesmos critérios para as suas determinações. Entretanto o autor, ressaltando que a partir da análise da RUP diária é possibilitada a identificação de baixas na produtividade, fornecendo assim uma eventual chance de mudanças. Quanto RUP cumulativa, o seu entendimento possibilitara a obtenção de informações quanto a melhoras ou piores no índice de produtividade ao longo da

execução do serviço.

A partir da análise de recursos estatísticos, Souza (1998 *apud* LIBRAIS; SOUZA 2002, p. 12) determina um outro tipo de razão unitária de produção, a RUP potencial. Através da obtenção do valor deste indicador, é possível estabelecer uma produtividade que pode ser caracterizada como de bom desempenho, dentro das condições de serviço. A RUP potencial é obtida pelo cálculo da mediana dos valores de RUP diária inferiores aos da RUP cumulativa.

Thomas (2015), destaca que a variabilidade da quantidade de serviço executado é inevitável e que a única forma de manter a produtividade consistente é através da variação da quantidade de mão-de-obra demandada por hora. Portanto, uma estratégia voltada a equipe de trabalho é uma forma para obter-se uma variabilidade mínima da produtividade, dessa forma as entradas e saídas ainda tenderão a apresentar variações, porém com menor alternâncias na produtividade.

Com base na definição de produtividade como a transformação de entradas em saídas e com as diversas possibilidades de mensuração da mesma, Souza (2000) demonstra a necessidade de padronização das entradas e saídas, bem como o fator tempo ao qual a RUP está referida, pois a não ser adotada uma forma de padronização para a análise, é possível a obter valores da RUP extremamente discrepantes em um mesmo ambiente de estudo.

Objetivando estabelecer uma sistemática para determinar um indicador de produtividade resultado da quantificação de entradas/saídas, Mingione (2016), estabelece seis incógnitas, sendo estas: Como medir, o que considerar, qual o período de tempo como referência, quais subprocessos contemplar, quais fatores que influenciam sua variação e como coletar, processar e analisar os dados.

Para indicadores que consideram como entradas, o fator homens-hora, portanto a RUP, Mingione (2016) distingue a mão-de-obra de gestão da produção e mão-de- obra de produção de fato, sendo a primeira composta pelos profissionais responsáveis pelo gerenciamento do canteiro de obra, tais como engenheiros, encarregados, técnicos de segurança, entre outros. Para o segundo tipo de divisão, é englobado os profissionais responsáveis diretamente pela execução do serviço, podendo contar com subdivisões. Em relação as horas consideradas, o autor parte de uma subdivisão a partir das horas totais dentro de um período de referência ao qual o indicador está relacionado.

Para as saídas com base na quantidade de serviço executada, Mingione (2016), expressa que a mensuração pode ser feita de forma líquida ou bruta, como por exemplo ao considerar o vão de uma janela como quantidade de serviço ou ainda descontar o mesmo.

2.2 Método *Measured Mile*

Para Zhao; Dungan (2014), quantificar as perdas de produtividade da mão-de-obra é uma das áreas mais difíceis e controversas dentro de projetos de construção. Segundo Zhao *et al.* (2019) existem diversos fatores que afetam a produtividade da mão-de-obra em projetos de construção, podendo ser caracterizados em 4 grupos: Fatores relacionados ao gerenciamento, a equipe de trabalho, ao projeto e ao escopo do serviço, sendo o método de *measured mile* uma das técnicas mais reconhecidas e aceitas para tentar quantificar a perda de produtividade da mão-de-obra.

De acordo com Thomas (2010), o conceito do método *measured mile* consiste na comparação da produtividade entre um período contínuo sem impactos na produtividade da mão-de-obra e um período de serviço impactado. Toomey *et al.* (2015) descrevem o método de *measured mile* como a análise da perda de eficiência antes e após perturbações na produtividade da mão-de-obra.

Apesar de ser amplamente difundido, Ibbs; Chittick (2016) destacam que o método *measured mile* apresenta um elevado índice de usos inadequados e imprecisos, fator que resulta principalmente por haver um procedimento ou formato para a aplicação do método. Dentre as situações de aplicação do método, Zhao *et al.* (2019) determinam que as diferenças na natureza do serviço, condições relevantes do serviço e o ambiente ser significante, são fatores que tornam a aplicação pelo *measured mile* pouco significativa.

Segundo Ibbs (2012), existem diretrizes para a aplicação da metodologia de forma mais rigorosa, consistindo na revisão da bibliografia do método, a divisão dos pontos chaves, a identificação de complicações e contradições no uso e a sintetização dos dados levantados.

Ibbs (2012) recomenda algumas práticas para a aplicação correta do método: Seleção do analista, devendo este ter conhecimento dos métodos construtivos e de custos de produção, a seleção do período não impactado, seleção do período

measured mile, o cálculo da perda de produtividade e a apresentação dos resultados. Zhao *et al.* (2019) também propõem etapas para a aplicação do *measured mile*, sendo estas: A coleta e processamento dos dados de produtividade, a identificação de períodos/áreas impactadas e não impactadas e a identificação das características que causam variação da produtividade.

É destacado por Ibbs; Chittick (2016) que a análise do método *measured mile* seria facilitada se os períodos dos projetos fossem similares, e para estabelecer similaridades entre os períodos, são propostos nove fatores que auxiliam nesta compreensão:

- A) Tipo de Serviço: É um dos fatores de maior comparação entre dois períodos. A comparação entre o tipo e da natureza do serviço está relacionada às características da obra. Desta forma, para uma análise utilizando o método *measured mile* é fundamental que exista similaridade no tipo do serviço.
- B) Método Construtivo: Consiste nas técnicas, métodos, equipamentos e procedimentos adotados para a execução do projeto. Sendo assim, para os períodos analisados, o método construtivo deve ser razoavelmente similar.
- C) Força de trabalho e as características da equipe: Considerações quanto ao nível de projeto incluem ações sindicais, tamanho das equipes, treinamento, moral, fadiga, demissões e faltas, são fatores que devem ser revisados para a análise.
- D) Supervisão e gerenciamento: Sem a liderança adequada, o projeto irá falhar na tentativa de otimizar a produtividade. Ao se contratar as pessoas certas e assegurar o fornecimento de equipamentos, materiais, empreiteiros de maneira adequada, são fatores chaves para o sucesso do projeto.
- E) Localização, layout e logística: A localização pode ser compreendida em uma escala de micro e macro, e associada a logística, influência no acesso ao canteiro. O layout do canteiro de obras também é outro fator que contribui para a variação da produtividade.
- F) Cronograma: O sequenciamento das atividades, o fluxo do trabalho e a duração da atividade são detalhes que influenciam o período analisado. A necessidade de alocar equipes, trabalhar em turnos específicos, influenciar o fluxo no canteiro para o cumprimento do cronograma podem ser fatores que influenciam a produtividade negativamente, dificultando a análise pelo método.

- G) Condições climáticas e tempo: A temperatura, a humidade, a precipitação, a velocidade do vento, a sazonalidade e período do ano, são fatores que devem ser considerados durante a análise pelo *measured mile*.
- H) Horas extras e turno de trabalho: As horas extras e os turnos são fatores que influenciam na produtividade. É importante uma análise detalhada das condições de trabalho para identificar a influência na perda de produtividade.
- I) Divisão da equipe de trabalho: A ocupação do canteiro de obras é importante para análise do *measured mile*, uma grande presença de trabalhadores, equipamentos e materiais que seja maior do que o desejado tende a influenciar na produtividade.

3. REVESTIMENTO DE ARGAMASSA

A ABNT NBR 13529 (2013) define a argamassa de revestimento como uma “mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento”.

Segundo Pereira (2007), argamassa pode ser definida como um material que é composto de duas frações, sendo uma ativa, composta por aglomerantes e outra descrita como inerte, constituída por agregados. Para a maior parcela das argamassas mistas, a fração ativa é composta por cimento e cal hidratada, com o primeiro componente caracterizado por fornecer resistência mecânica e o segundo deformabilidade. A fração inerte, composta por areia, não terá participação nas reações químicas de endurecimento.

Carasek (2010) entende a argamassa como um material de construção que apresenta propriedades de aderência e endurecimento, obtido através de uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregados miúdos e água, podendo conter aditivos e adições minerais.

A ABNT NBR 13529 (2013) define um sistema de revestimentos como “conjunto formado por revestimentos de argamassa e acabamento decorativo”. Para uma definição acerca do revestimento com argamassa, a ABNT NBR 13529 (2013) define o mesmo como o “cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo ou constituir-se em acabamento, decorativo ou não”.

Principais funções dos revestimentos de argamassa em paredes (SABBATINI, 1998, CARASEK, 2010):

- A) Proteger os elementos de vedação e estruturais dos edifícios contra à ação dos agentes agressivos em revestimentos externos;
- B) Auxiliar as vedações no cumprimento das suas funções, tais como, o isolamento térmico (~30%), acústico (~50%), estanqueidade à água (~70 a 100%) e de gases, segurança ao fogo e resistência aos desgastes e abalos superficiais.
- C) Regularizar a superfície dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento.

3.1 Composição:

Para Bauer *et al.* (2005), o estudo dos materiais que constituem as argamassas de revestimento é fundamental em virtude das diversas funções que cada um apresenta, assim como pela falta de regras objetivas quanto a especificação dos materiais, que em grande parte são determinados por critérios empíricos a partir da percepção de profissionais da construção civil.

Oliveira (2014) ressalta que o entendimento dos materiais componentes das argamassas é fundamental para a compreensão das características finais a serem obtidas, visto que o desempenho a ser obtido irá variar conforme o material a ser aplicado, também pela dosagem.

A partir de uma definição básica acerca de argamassas, pode-se então afirmar que elas são basicamente compostas por aglomerantes, agregados miúdos e água.

A) Cimento Portland:

A NBR 11172 (1990), define o cimento Portland como um “aglomerante hidráulico artificial, obtido pela moagem de clínquer Portland, sendo geralmente feita com a adição de uma ou mais formas de sulfato de cálcio”.

Bauer *et al.* (2005) destaca que entre os aglomerantes hidráulicos os cimentos Portland estão entre os mais aplicados no preparo de argamassas de revestimento. Estes cimentos necessitam da adição de água para o processo das reações de hidratação, fato este que resultara no endurecimento.

A partir de estudos de pesquisadores e fabricantes, Oliveira (2014) aponta que todos os tipos de cimento Portland podem ser utilizados na preparação de argamassas, entretanto existe uma ressalva para aqueles tipos que liberam alto calor de hidratação, devido a possibilidade de retração e fissuração, o que diminuirá a durabilidade do revestimento.

Quadro 1: Cimentos normalizados no Brasil

Cimento	Classe de Resistência (MPa)	Clinker + Sulfatos (%)	Escoria (%)	Pozolana (%)	Materiais Carbonáticos (%)
CPI	25-32-40	100			0
CPI-S	25-32-40	99-95			1-5
CPII-E	25-32-40	94-56	6-34		0-10
CPII-Z	25-32-40	94-76		6-14	0-10
CPII-F	25-32-40	94-90			6-10
CPIII	25-32-40	65-25	35-70		0-5
CPIV	25-32	85-45		15-50	0-5
CPV-ARI	–	100-95			0-5

Fonte: Revestimentos em argamassas: Características e peculiaridade (BAUER *et al.*, 2005).

B) Cal:

Na indústria da construção é empregada a utilização da cal hidratada, que é um produto obtido através da reação de hidratação da cal virgem ou cal viva, onde o óxido de cálcio (CaO) transforma-se em hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂] (Oliveira, 2014). Oliveira (2014) também ressalta que a cal hidratada influencia diretamente nas propriedades no estado fresco das argamassas, garantindo maior plasticidade e menor retração durante o processo de secagem dos revestimentos, assim como auxiliar na cura do revestimento e reduzir os efeitos de retração.

Para Bauer *et al.* (2005), o emprego de argamassas de cimento e cal em revestimentos proporciona a união de vantagens dos materiais, tais como a aderência e o endurecimento inicial proporcionados pelo cimento, da mesma forma como a trabalhabilidade, a retenção de água e a extensão da aderência adicionados pelo emprego da cal, sendo vantajosa a utilização conjunta dos materiais.

C) Agregados:

Para as argamassas de revestimento, o material empregado como agregado é a areia, sendo este um material que na maioria dos casos não sofre reação química, sendo desta forma inerte tendo a sua incorporação as argamassas com o propósito de diminuição da contração e reduzir os custos (Oliveira, 2014).

Carasek (2010) ressalta que o emprego de areias com o intuito da redução de custos, tende a ocorrer na utilização de areias finas, o que pode acarretar manifestações patológicas no revestimento. Outro fator que leva a patologias em revestimentos ligadas a areia, é a presença de impurezas, onde a frequência de problemas ligados aos revestimentos tende a ser proporcional ao teor destas impurezas.

D) Água:

Oliveira (2014) destaca que a água é um fator importante nas argamassas de revestimento, já que esta é responsável pelo acionamento da reação dos aglomerantes hidráulicos.

Carasek (2010) indica que a que diversas patologias podem decorrer de fatores ligados a água de amassamento. A presença de sais solúveis tende a causar eflorescência nos revestimentos, que são manchas na superfície da camada que comprometem para a desagregação do revestimento, assim como acelerar a pega da argamassa. Outro fator que influencia é a presença de matéria orgânica na água, já que esta tende a retardar a pega e o endurecimento da argamassa.

E) Aditivos

Os aditivos são componentes que quando acrescentados as argamassas melhoram suas características tanto no estado fresco, bem como no estado endurecido, fazendo-se necessário a escolha do melhor tipo de aditivo para garantir o melhor desempenho possível (OLIVEIRA, 2014).

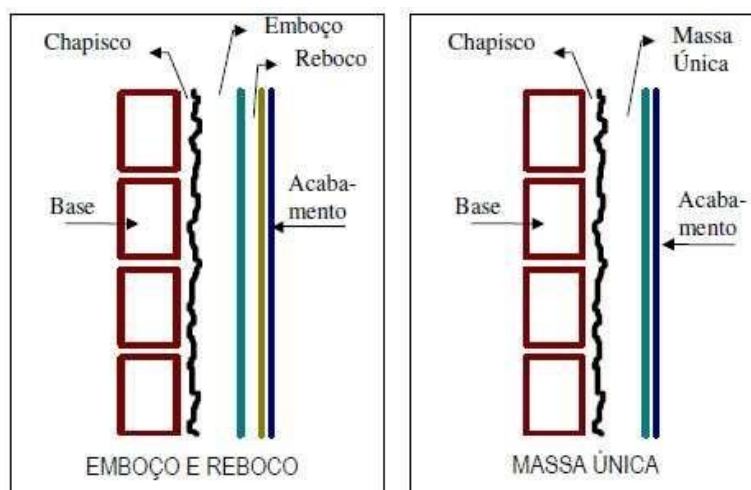
Dentre os tipos mais utilizados em argamassas para revestimento, destacam-se os aditivos incorporadores de ar e os retentores de água. Bauer *et al.* (2005) destaca os aditivos incorporadores de ar produzem uma determinada quantidade de bolhas microscópicas de ar, tendo como principais intuítos melhorar a trabalhabilidade, aumentar o rendimento da argamassa e facilitar a sua aplicação, entretanto a aplicação acima de um determinado valor, para qualquer tipo de aditivo incorporador, reduz a aderência a tração, necessitando desta forma de um controle durante o preparo da argamassa.

Os aditivos retentores de água são polímeros que agem na viscosidade da solução e na retenção de água nos sistemas nos quais são adicionados. Em argamassas de revestimento, o tipo de aditivo mais utilizado em sua composição são

os éteres de celulose. Este polímero, quando aplicados em materiais à base de cimento, alteram a viscosidade na fase aquosa da mistura, desta forma aumentando a retenção da água, também podendo ser observado no estado fresco um aumento na trabalhabilidade da argamassa (BAUER *et al.*, 2005).

3.2 Sistema de Camadas

Figura 1: Camadas do revestimento de argamassa da vedação vertical



Fonte: Recomendações para a execução de revestimentos de paredes e tetos com argamassa (MACIEL; BARROS; SABBATINI, 1998).

A) Substrato

A ABNT NBR 13529 (2013, p. 1) define substrato ou base como “parede ou teto constituídos por material inorgânico, não-metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado”. Segundo a ABNT 7200 (1998), as bases de revestimento podem ser de concreto, tijolo e bloco cerâmico, bloco de concreto, bloco de concreto celular e bloco silício-calcário.

Bauer *et al.* (2005), classifica os substratos pela natureza dos materiais, pela função e por suas características físicas, como é demonstrado na tabela X:

A rugosidade do substrato é de fundamental importância para a aderência, funcionando como pontos de ligação com a argamassa aplicada. Esses tipos de substratos também possuem maior área de contato com a argamassa contribuindo para a aderência. Em casos de substratos lisos, deve-se sempre tomar precauções para tornar a superfície mais rugosas (BAUER *et al.*, 2005).

B) Chapisco

Em uma definição normativa estabelecida pela ABNT NBR 13529 (2013, p. 3),

chapisco consiste na “camada de preparo da base, aplicada de forma contínua ou descontínua, com finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento”. Bauer *et al.* (2005) enfatiza que o chapisco não constitui uma camada do revestimento, sendo este uma camada de preparação do substrato.

A principal propriedade fornecida pelo chapisco é a aderência que ele fornece ao substrato. Bauer *et al.* (2005) destaca que o chapisco fornece ao substrato uma textura rugosa e com a porosidade adequada, aumentando assim a aderência das camadas seguintes do revestimento. Fatores como a dosagem do chapisco, a utilização de polímeros adesivos e a cura do chapisco, são alguns fatores que influenciam nos resultados obtidos no chapisco.

Os autores Maciel; Barros; Sabbatini (1998), caracterizam o chapisco em três tipos, o chapisco tradicional, o chapisco industrializado e o chapisco rolado, onde as características de cada tipo estão descritas na tabela a seguir:

C) Emboço

Segundo a ABNT NBR 13529 (2013, p. 3), emboço pode ser definido com “camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada, de reboco ou de revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final”.

D) Reboco

De acordo com a ABNT NBR 13529 (2013, p. 3), a camada do reboco tem como definição normativa a “camada de revestimento para cobrimento do emboço, propiciando uma superfície que permita receber o revestimento decorativo ou que se constitua no acabamento”.

4. METODOLOGIA

O procedimento de coleta, o processamento e a análise dos dados foram embasados na bibliografia pesquisada e apresentada anteriormente acerca do modelo dos fatores-recursos e o método do *measured mile*.

4.1 Coleta de Dados

Para realizar a coleta dos dados de forma confiável e obter os resultados mais próximos da realidade é fundamental a elaboração de um processo de levantamento dos dados.

Em virtude de o elaborador do trabalho estar presente na obra apenas pela parte da tarde, a primeira medição dos dados era realizada no intervalo para o almoço que correspondia o período das 12:00 às 13:00, sendo que esta correspondia a quantidade de serviço executada pela manhã. Já a segunda medição era realizada ao final do expediente, sendo correspondendo aos serviços produzidos no período da tarde.

É importante ressaltar que todos os trechos inacabados no dia que a coleta foi executada devem ser lançados nos dias referentes a sua execução e que todas as anormalidades apresentadas, seja por erros na execução ou por qualquer fator, também devem seguir a mesma premissa dos trechos incompletos.

Em virtude do procedimento executivo adotado na obra, para este trabalho foi realizada a divisão do estudo do chapisco e da massa única, visto que existe uma variação nos índices de produtividade dos mesmos.

Conforme proposto por Mingione (2016), para os fins de levantamento dos dados e a análise dos mesmos, será considerado apenas a mão-de-obra de produção de fato, por todos os oficiais e serventes designados para este serviço, excluindo aqueles que estejam realizando tarefas auxiliares.

É importante ressaltar que durante o período de estudo, ocorreu uma divisão na execução do chapisco, onde em um determinado período dois meio-oficiais foram responsáveis pela execução do mesmo, isso se deu devido ao fato de que no mesmo período, os oficiais da obra estavam responsáveis pela execução da alvenaria do pavimento superior. Ao final desta etapa, os oficiais ficaram responsáveis pela execução tanto do chapisco como da massa única.

4.2 Processamento dos Dados

Todas as informações de quantidade de serviço obtidas foram organizadas logo após a medição das áreas líquidas, bem como a anotação de informações sobre a equipe, o clima e quaisquer fatores que possam ter influenciado na produtividade daquele dia de trabalho, tendo estes dados anotados em um relatório de diário de obra.

Os dados coletados foram desenvolvidos a partir de uma planilha (Tabela 1), na qual são compilados dados como o dia de serviço, a equipe considerada na medição (incluindo oficiais e serventes), o fator homens-hora, sendo dividido em homens-hora diário e homens-hora cumulativo, a quantidade de serviço executada também dividida em diária e cumulativa, a razão unitária de produção diária, cumulativa, as razões unitárias de produção menores ou iguais a cumulativa, sendo essas necessárias para o cálculo da razão unitária potencial e as horas efetivamente trabalhadas.

Tabela 1: Exemplo de planilha utilizada para a compilação dos dados

Dia	Equipe	FATOR H/H		QUANT. SERVIÇO		RUP			HT
		HHd	HHcum	QSD	QScum	RUPd	RUPcum	RUPd ≤ RUPcum	
16/11/2017	4	32	32	16,06	16,06	1,99	1,99	1,99	8
17/11/2017	6	48	80	66,43	82,49	0,72	0,97	0,72	8
18/11/2017	5	20	100	28,45	110,94	0,70	0,90	0,70	4
20/11/2017	5	40	140	25,26	136,21	1,58	1,03		8
21/11/2017	4	32	172	40,80	177,01	0,78	0,97	0,78	8
22/11/2017	4	32	204	27,47	204,48	1,16	1,00		8

Fonte: O autor, 2018.

Desta forma, a obtenção de índices importantes como a razão unitária de produção cumulativa (RUPcum) se tornaram bem mais simplificadas, já que as mesmas tinham seus cálculos automatizados pelo programa Microsoft Excel® sendo necessário apenas o preenchimento dos dados obtidos na obra.

5. ESTUDO DE CASO:

A obra na qual foi realizado esse estudo se tratou da construção do seminário Providentino, que está localizado na alameda 13 anexo à paróquia de São José de Anchieta, no bairro Conjunto Maguari em Belém/PA (Figura 2 e 3), constando em vermelho a posição aproximada onde a edificação foi executada.

Figura 2: Imagem com localização



Fonte: O autor, 2018.

A mesma é caracterizada por ter sido uma obra de construção geral, tendo sua estrutura realizada em concreto armado, as fundações feitas através de sapatas e a alvenaria de vedação através de tijolos cerâmicos. Outro fator importante a ser ressaltado é que todo o material utilizado, bem como, o pagamento dos profissionais, foi obtido através de doações.

Figura 3: Vista da fachada frontal



Fonte: O autor, 2018.

A coleta dos dados aconteceu no período de 16/11/2017 e 12/01/2018, tendo início após a concretagem das vigas da cobertura, sendo realizada a medição do chapisco externo e da massa única externa e interna, dos pavimentos térreo e superior.

5.1 Caracterização do Serviço

Dentre as principais características do serviço de revestimento destacam-se o recebimento do material e a estocagem do mesmo que era realizada em um depósito cedido pela paróquia, que estava localizado a aproximadamente 50 metros do local da central de produção da argamassa no qual a mesma era produzida com o auxílio de uma betoneira, conforme demonstra a figura 4.

Figura 4: Central de produção



Fonte: O autor, 2018.

Em virtude do aumento da incidência das chuvas nos meses de dezembro e janeiro, teve-se a necessidade de mover a central de produção da parte externa da edificação, para o interior da mesma, como demonstram as figuras 5 e 6.

Figura 5: Antiga central de produção



Fonte: O autor, 2018.

Outra característica de destaque é o transporte horizontal do material que era realizado através de carros de mão. Já quanto ao transporte vertical da argamassa pronta, sendo realizado de forma manual através de latões e baldes (figura 7).

Figura 6: Exemplo de material usado no transporte horizontal



Fonte: O autor, 2018.

A dosagem da argamassa foi definida pelo mestre e a mesma era feita através de latões de dimensões 23x23x35cm. O traço adotado tanto para a execução do revestimento externo e para o interno foi o de 1:9, ou seja, para cada saco de cimento de 50kg, foi adicionado 9 latões de areia. Um fator a ser relatado é quanto a adição da água e do aditivo plastificante (quimical), que não seguiam um padrão de medida.

5.2 Resultados Obtidos

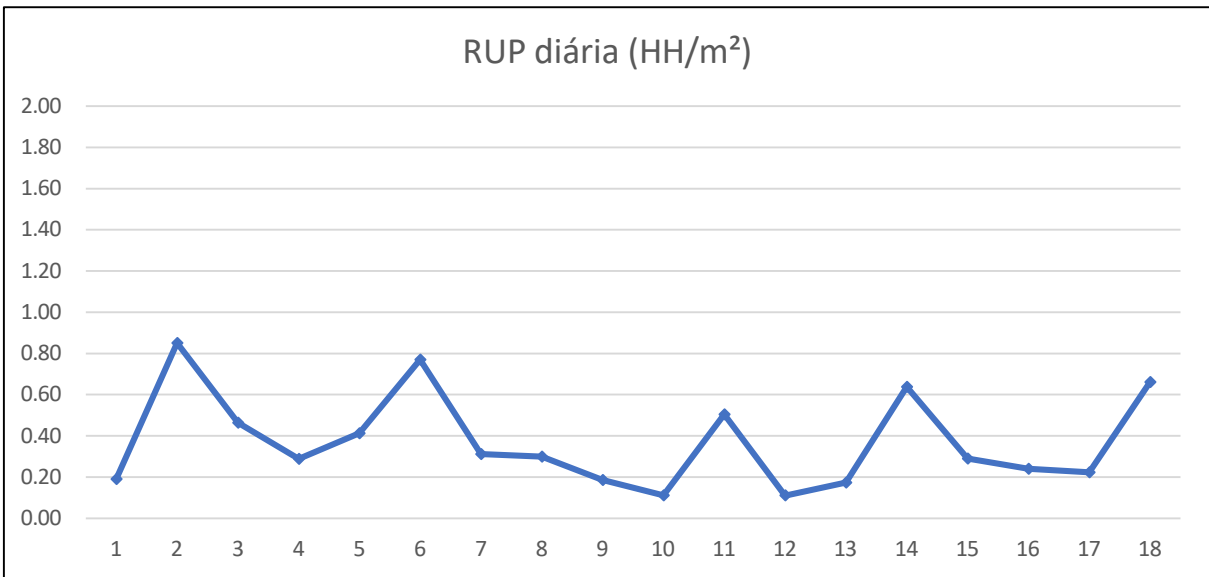
Os dados coletados no canteiro foram compilados em duas tabelas, uma para o chapisco (Tabela 2) e outra para a massa única, gerando assim com auxílio do Microsoft Office Excel

Tabela 2: Resultados coletados do chapisco

Dia	Equipe	FATOR H/H		QUANT. SERVIÇO		RUP				HT
		HHd	HHcum	Qsd	QScum	RUPd	RUPcum	RUPd≤ RUPcum	RUPpt	
08/11/2017	1	8	8	41,87	41,87	0,19	0,19	0,19	0,21	8
09/11/2017	2	16	24	18,81	60,68	0,85	0,40	-		8
10/11/2017	2	16	40	34,54	95,22	0,46	0,42	-		8
11/11/2017	2	8	48	27,73	122,95	0,29	0,39	0,29		4
13/11/2017	2	16	64	38,83	161,78	0,41	0,40	-		8
14/11/2017	2	16	80	20,78	182,56	0,77	0,44	-		8
15/11/2017	2	16	96	51,28	233,84	0,31	0,41	0,31		8
16/11/2017	2	16	112	53,40	287,24	0,30	0,39	0,30		8
17/11/2017	2	16	128	86,18	373,42	0,19	0,34	0,19		8
18/11/2017	2	8	136	71,78	445,20	0,11	0,31	0,11		4
20/11/2017	2	16	152	31,72	476,92	0,50	0,32	-		8
21/11/2017	2	16	168	144,05	620,97	0,11	0,27	0,11		8
22/11/2017	2	16	184	92,00	712,96	0,17	0,26	0,17		8
23/11/2017	2	16	200	25,10	738,06	0,64	0,27	-		8
24/11/2017	2	16	216	55,17	793,23	0,29	0,27	-		8
25/11/2017	2	8	224	33,42	826,65	0,24	0,27	-		4
27/11/2017	2	16	240	71,57	898,22	0,22	0,27	0,22		8
28/11/2017	2	16	256	24,18	922,41	0,66	0,28	-		8

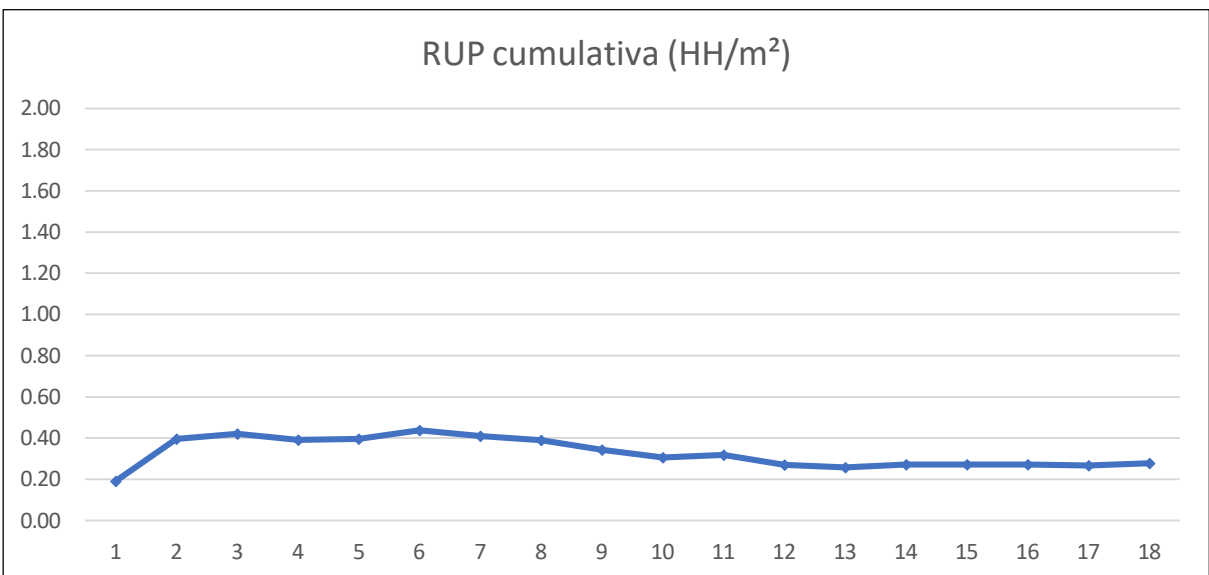
Fonte: O autor, 2018.

A seguir constam os gráficos gerados a partir da compilação dos dados, com o intuito de tornar mais visível a variabilidade da produtividade da mão de obra e fatores a serem analisados com base no *measured mile* durante a execução do revestimento com argamassa.

Gráfico 1: Razão unitária de produção diária (Chapisco)

Fonte: O autor, 2018.

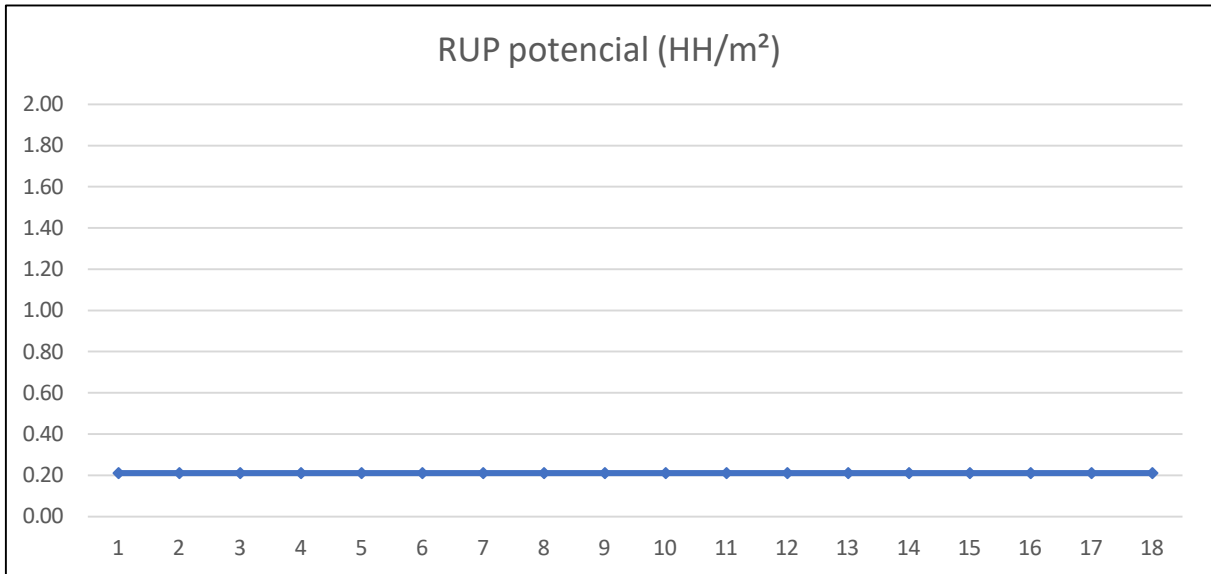
Os dados obtidos com a medição da RUPd para o chapisco estão representados no gráfico acima (Gráfico 1), nele podemos observar uma alta variabilidade da produtividade durante todo o período de levantamento, conforme observado pelos picos da linha do gráfico.

Gráfico 2: Razão unitária de produção cumulativa (Chapisco)

Fonte: O autor, 2018.

Os resultados obtidos com a RUPcum (Gráfico 2) permite analisar a variabilidade da produtividade de forma global, mostrando o quanto a produtividade ao longo do período de medição tendeu a se aproximar ou distanciar dos índices potenciais.

Gráfico 3: Razão unitária de produção potencial (Chapisco)



Fonte: O autor, 2018.

Os valores obtidos para a RUPpt nós apresentam os melhores resultados para aquela equipe em estudo, deste modo, a razão unitária de produção para a equipe responsável pelo chapisco foi de 0,21, conforme demonstra o gráfico 3. A seguir estão expostos os resultados obtidos para a massa única (Tabela 3).

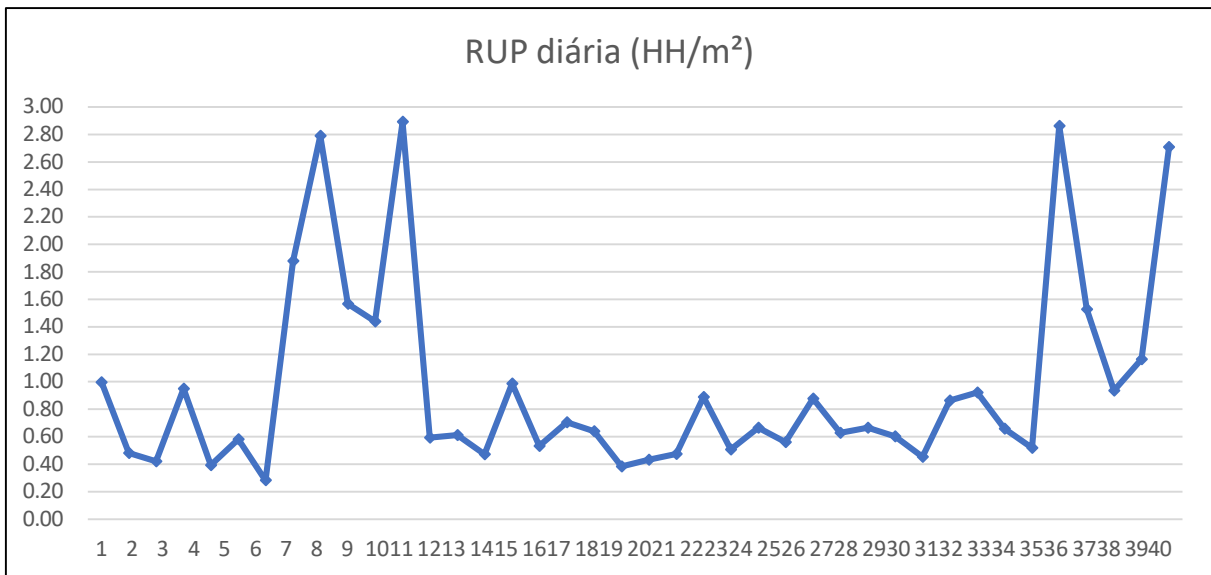
Tabela 3: Resultados coletados da massa única

Dia	Equipe	FATOR H/H		QUANT. SERVIÇO		RUP				HT
		HHd	HHcum	QSD	QScum	RUPd	RUPcum	RUPd ≤ RUPcum	RUPpt	
16/11/2017	2	16	16	16,06	16,06	1,00	1,00	1,00		8
17/11/2017	4	32	48	66,43	82,49	0,48	0,58	0,48		8
18/11/2017	3	12	60	28,45	110,94	0,42	0,54	0,42		4
20/11/2017	3	24	84	25,26	136,21	0,95	0,62	-		8
21/11/2017	2	16	100	40,80	177,01	0,39	0,56	0,39		8
22/11/2017	2	16	116	27,47	204,48	0,58	0,57	-		8
23/11/2017	2	16	132	56,64	261,12	0,28	0,51	0,28		8
24/11/2017	2	16	148	8,52	269,64	1,88	0,55	-		8
28/11/2017	2	16	164	5,73	275,37	2,79	0,60	-		8
30/11/2017	2	16	180	10,20	285,58	1,57	0,63	-		8
01/12/2017	4	32	212	22,23	307,81	1,44	0,69	-		8
04/12/2017	4	32	244	11,06	318,88	2,89	0,77	-		8
05/12/2017	4	32	276	53,84	372,72	0,59	0,74	0,59		8
06/12/2017	4	32	308	52,33	425,05	0,61	0,72	0,61		8
07/12/2017	4	32	340	67,95	493,00	0,47	0,69	0,47		8
08/12/2017	4	32	372	32,44	525,44	0,99	0,71	-		8
09/12/2017	4	16	388	30,09	555,53	0,53	0,70	0,53		4
11/12/2017	4	32	420	45,37	600,90	0,71	0,70	-		8
13/12/2017	4	32	452	50,00	650,90	0,64	0,69	0,64		8
14/12/2017	4	32	484	83,42	734,32	0,38	0,66	0,38	0,53	8
15/12/2017	4	32	516	74,08	808,40	0,43	0,64	0,43		8
16/12/2017	4	16	532	33,76	842,16	0,47	0,63	0,47		4
18/12/2017	4	32	564	36,02	878,18	0,89	0,64	-		8
19/12/2017	4	32	596	63,23	941,41	0,51	0,63	0,51		8
20/12/2017	4	32	628	48,04	989,45	0,67	0,63			8
21/12/2017	4	32	660	57,19	1046,64	0,56	0,63	0,56		8
26/12/2017	4	32	692	36,50	1083,13	0,88	0,64	-		8
28/12/2017	4	32	724	50,98	1134,11	0,63	0,64	-		8
29/12/2017	4	32	756	48,06	1182,17	0,67	0,64	-		8
30/12/2017	4	16	772	26,51	1208,68	0,60	0,64	0,60		4
02/01/2018	4	32	804	70,69	1279,37	0,45	0,63	0,45		8
03/01/2018	4	32	836	37,10	1316,48	0,86	0,64	-		8
04/01/2018	4	32	868	34,68	1351,15	0,92	0,64	-		8
05/01/2018	4	32	900	48,64	1399,79	0,66	0,64	0,66		8
06/01/2018	4	16	916	30,79	1430,58	0,52	0,64	0,52		4
08/01/2018	4	32	948	11,18	1441,76	2,86	0,66	-		8
09/01/2018	4	32	980	20,95	1462,71	1,53	0,67	-		8
10/01/2018	4	32	1012	34,24	1496,95	0,93	0,68	-		8
11/01/2018	4	32	1044	27,50	1524,45	1,16	0,68	-		8
12/01/2018	4	32	1076	11,82	1536,27	2,71	0,70	-		8

Fonte: O autor, 2018.

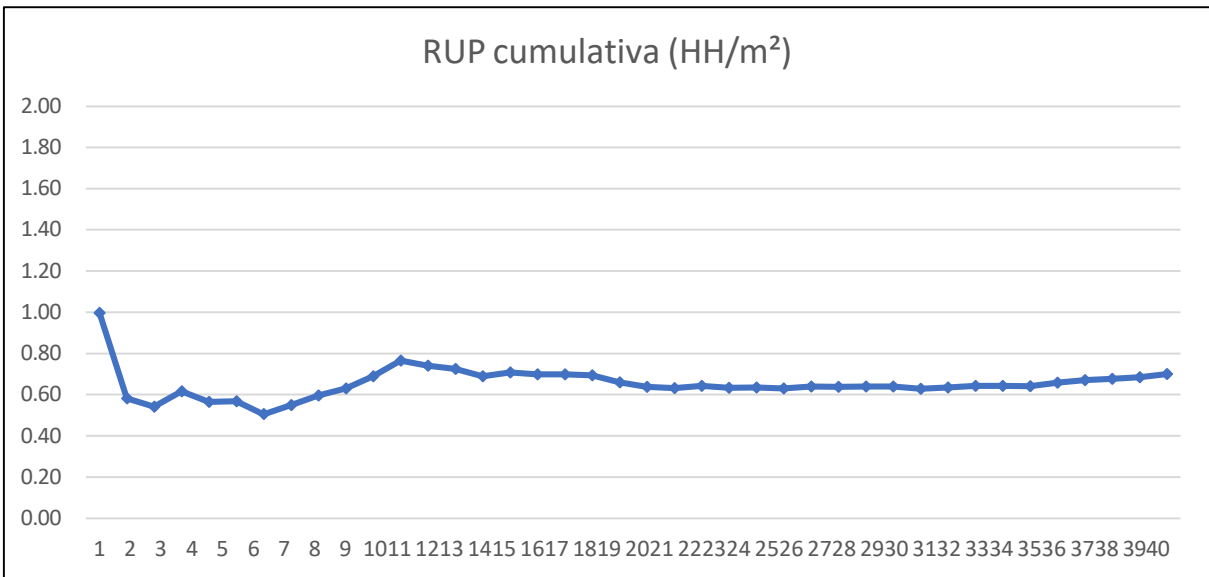
Assim como no serviço do chapisco, a variabilidade diária foi extremamente presente para a massa única, conforme demonstrado no gráfico a seguir (Gráfico 4), alguns dias apresentaram grandes picos de produtividade, como por exemplo o período referente entre o sétimo e o décimo terceiro dia de medição, e também no período correspondente entre o trigésimo quinto e o quadragésimo dia.

Gráfico 4: Razão unitária de produção diária (Massa única)



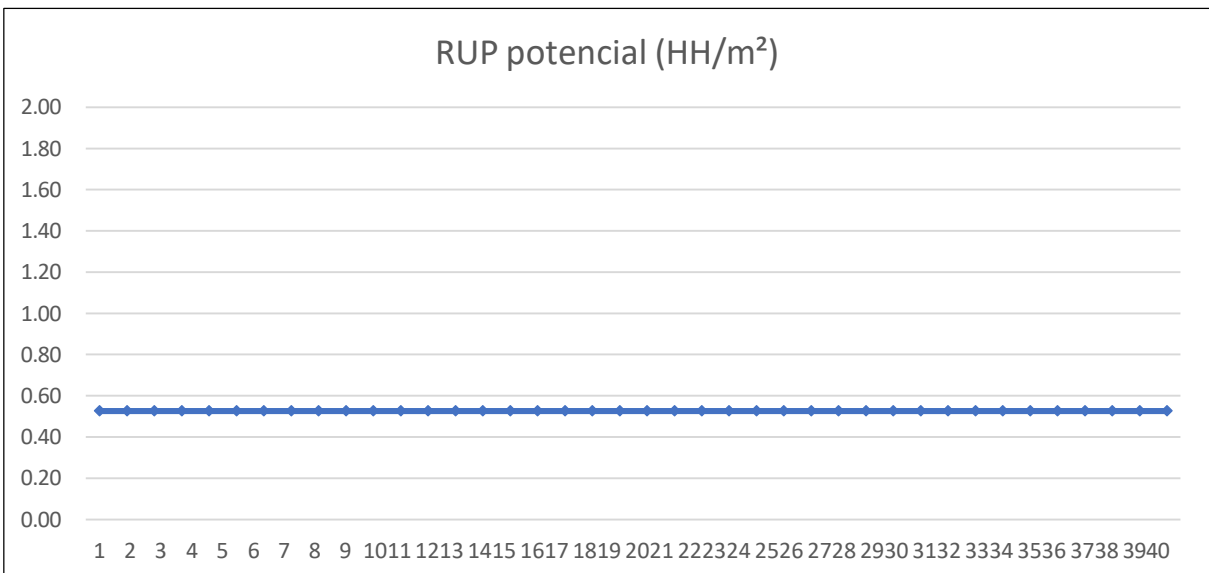
Fonte: O autor, 2018.

A razão unitária de produção cumulativa (Gráfico 5) para a massa única seguiu a mesma tendência do chapisco, alguns períodos de trabalho com baixa produtividade influenciaram negativamente os resultados obtidos, distanciando em algumas fases os indicadores cumulativos dos resultados potenciais.

Gráfico 5: Razão unitária de produção cumulativa (Massa única)

Fonte: O autor, 2018.

A seguir (Gráfico 6) estão expostos os resultados obtidos para a razão unitária de produção potencial, que foi de 0,53, devendo-se ressaltar o comparativo dos resultados obtidos para os valores potenciais e os valores cumulativos expostos no gráfico anterior.

Gráfico 6: Razão unitária de produção potencial (Massa única)

Fonte: O autor, 2018.

5.3 Análise dos Resultados

Esta etapa terá como objetivo central analisar os dados obtidos na obra pela mensuração das quantidades de serviços executadas e bem como pelos fatores que tenham sido observados no canteiro que tenham influenciado a produtividade da mão-de-obra. Deste modo, com a análise dos dados coletados, pode-se observar uma grande variabilidade da produtividade do revestimento com argamassa em períodos específicos.

Durante o período no qual o chapisco foi analisado, pode-se observar que o mesmo apresentou uma alta variabilidade na primeira metade dos dias levantados (08/11/2017 a 17/11/2019), chegando a RUP diária apresentar uma variação de aproximadamente 447% entre o dia de trabalho com o melhor índice de produtividade e o de pior. Essa variação pode ser credenciada a necessidade da montagem de andaimes, bem como as precauções que os trabalhadores necessitavam ter para a execução do serviço, visto que este estava sendo nas paredes externas do pavimento superior. A segunda metade do período levantado se caracterizou por apresentar os melhores índices de RUP diária, isso se deu devido ao início da execução do chapisco interno, tanto do pavimento térreo como do pavimento superior.

De modo geral, a produtividade do chapisco foi satisfatória, já que mesmo com os cuidados necessários para o trabalho em altura realizado nos primeiros dias houve momentos nos quais a RUP diária excedeu positivamente as expectativas. Outro fator que caracteriza o bom desempenho na produtividade do serviço foi a aproximação da RUP cumulativa com a RUP potencial no segundo período de dias analisados o que corresponde um resultado satisfatório.

Assim como foi com o chapisco, a execução da massa única também foi caracterizada por variações nos índices de produtividade obtidos. Com base no *measured mile* podemos dividir o período de trabalho em quatro fases.

A primeira é correspondente ao período entre o primeiro dia (16/11/2017) e o sétimo (23/11/2017), a segunda fase entre o oitavo (24/11/2017) e o décimo segundo (04/12/2017), a terceira entre o décimo terceiro (05/12/2017) e o trigésimo quinto (06/01/2018) e quarta fase entre o trigésimo sexto (08/01/2018) e o quadragésimo dia (12/01/2018).

Durante o período correspondente a primeira fase e a segunda fase, o número de colaboradores destinados a execução do serviço foi reduzido, devido a necessidade de dividir os oficiais entre uma equipe para a execução da alvenaria do pavimento superior e o início do revestimento com argamassa externo do pavimento térreo.

A segunda fase também foi caracterizada pelo início da execução do revestimento externo do pavimento superior. Esta etapa da execução, foi caracterizada por um aumento significativo na RUP diária como demonstra o gráfico 4, fato que pode ser associado aos cuidados necessários para o trabalho em altura, e as dificuldades encontradas para se abastecer com argamassa os oficiais, já que o abastecimento estava sendo realizado pelo andaime.

A terceira etapa teve início com o término da massa única da fachada lateral e a finalização do telhado, foi acertado pelo mestre de obras que a equipe daria início a execução do revestimento com argamassa interno, iniciando pelo pavimento térreo. Como pode-se observar no gráfico 4, a RUP diária e quantidade de serviço executado no período correspondente, foi mais constante que a da fase anterior.

Com a finalização da execução do revestimento com argamassa interno, foi retomada a execução do revestimento com argamassa externo e sendo registrado um pico de produtividade similar ao observado no período em que foi realizado parte de revestimento externo, o que constata a perda de produtividade em trabalhos em altura.

Deste modo, os resultados que foram obtidos para a RUP cumulativa se mostraram próximos a RUP potencial, sendo desta forma satisfatória, principalmente quando os períodos coincidem com a execução do revestimento interno.

Os picos de baixa produtividade estão todos relacionados a execução do revestimento com argamassa externo, principalmente no pavimento superior, demonstrando assim que todos os cuidados necessários para o trabalho em altura, bem como as mudanças de níveis de trabalho nos andaimes e o transporte da argamassa para os profissionais sendo as principais causas para picos de produtividade.

Com base no método *measured mile* podemos dividir em dois períodos com características de trabalho similares. O primeiro período seria correspondente a primeira e a terceira fase, neste período temos condições de trabalho similares. Já que na primeira fase foi executado parte do revestimento de argamassa externo do pavimento térreo enquanto na terceira etapa foi executado o revestimento interno.

O segundo período é correspondente a segunda fase e a quarta fase, em ambas o revestimento de argamassa realizado foi no pavimento externo em fachadas distintas.

Com base nas informações apresentadas anteriormente, o primeiro período não é satisfatório para a análise com base no método *measured mile*, já que foi apresentado uma variação na equipe de serviço. No segundo período, temos uma similaridade entre as fases, porém as duas sofrem impactos pela caracterização do serviço, já que o mesmo foi realizado em altura, fator que também torna pouco satisfatório a análise pelo método.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Após a análise dos resultados observou-se que a RUP diária apresentou significativa variabilidade principalmente durante a execução do revestimento externo do pavimento superior. Isso se decorreu principalmente pelos cuidados necessários para o trabalho em altura e pela dificuldade encontrada em abastecer com argamassa os oficiais que estavam realizando o serviço.

Com a análise dos dados, constatou-se que mesmo com os picos diários, durante a maior parte do serviço a curva do gráfico da RUP cumulativa esteve próxima à da RUP potencial, demonstrando que a produtividade da mão-de-obra no âmbito geral foi satisfatória.

Devido a caracterização do serviço e as variações na equipe não foi possível estabelecer períodos bem definidos para análise da perda de produtividade da mão-de-obra pelo método *measured mile*.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11172**: Aglomerantes de origem mineral — Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13529**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas — Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. A produtividade da mão-de-obra na execução de revestimentos de argamassa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999, Vitória. **Anais...** Vitória: PPGEC/UFES, 1999. p. 727-739.
- ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria**: detecção e quantificação de fatores influenciadores. São Paulo: USP, 2001. 24 p. (Boletim Técnico — Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).
- BAUER, E. *et al.* **Revestimentos de argamassa**: características e peculiaridades. Brasília: LEM-UnB, 2005. 92 p.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Taxa de variação — Setores e construção civil**. 2017. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-constru%C3%A7ao-civil>. Acesso em: 12 jun. 2018.
- CARASEK, H. Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais. In: ISAIA, G. C. (ed.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia dos materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. cap. 28, p. 885-936.
- CARRARO, F. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria**. 1998. 226 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- DURDYEV, S. *et al.* Structural equation model of the factors affecting construction labor productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 144, n. 4, 2018.
- IBBS, W. Measured-Mile Principles. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 4, n. 2, 2012.
- IBBS, W.; CHITTICK, J. Practical ways to identify measured miles. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 9, n. 1, 2016.
- LIBRAIS, C. L.; SOUZA, U. E. L. **Produtividade da mão-de-obra no assentamento de revestimento cerâmico interno de parede**. São Paulo: USP, 2002. 23 p. (Boletim Técnico — Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo).

MCKINSEY & COMPANY. McKinsey Global Institute. **Reinventing construction: a route to higher productivity**. [S. l.]: McKinsey & Company, Feb. 2017. 156 p.

MINGIONE, C. M. **Produtividade na montagem de estruturas de aço para edifícios**. 2016. 394 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, N. N. C. **A importância da adoção de medidas preventivas (projeto/execução) na redução da ocorrência de manifestações patológicas em sistemas de revestimento**. 2014. 174 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

PEREIRA, C. H. A. F. **Contribuição ao estudo de fissuração, da retração e do mecanismo de deslocamento do revestimento à base de argamassa**. 2007. 195 p. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) — Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SOUZA, U. E. L. Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil. *In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 8., 2000, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2000.

TANGEN, S. Demystifying productivity and performance. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 54, n. 1, p. 34-46, 2005.

THOMAS, H. R. Benchmarking construction labor productivity. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, v. 20, n. 4, 2015. 10 p.

THOMAS, H. R. Quantification of losses of labor efficiencies: innovations in and improvements to the measured mile. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 2, p. 106-112, 2010.

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of the Construction Engineering and Management**, v. 113, p. 623-639, 1987.

TOOMEY, D. E. *et al.* Calculating lost labor productivity: Is there a better way. **The Construction Lawyer**, v. 35, n. 2, 2015.

YADAV, P.; MARWAH, S. The concept of productivity. **International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR)**, v. 3, p. 192-196, 2015.

ZHAO, T.; DUNGAN, J. M. Improved baseline method to calculate lost construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 140, n. 2, 2014.

ZHAO, T.; DUNGAN, J. M. Loss of productivity analysis using project-specific curves. **Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction**, v. 11, n. 4, 2019.