

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTOS DE ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Murilo Plachi

PROPOSTA DE LINHA PRODUTIVA DE EMPRESA ESPECIALIZADA
EM EXECUÇÃO DE ALVENARIA E REVESTIMENTO

Santa Maria, RS
2019

Murilo Plachi

**PROPOSTA DE LINHA PRODUTIVA DE EMPRESA ESPECIALIZADA EM
EXECUÇÃO DE ALVENARIA E REVESTIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Joaquim Cesar Pizzutti do Santos

Santa Maria, RS
2019

Murilo Plachi

**PROPOSTA DE LINHA PRODUTIVA DE EMPRESA ESPECIALIZADA EM
EXECUÇÃO DE ALVENARIA E REVESTIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Aprovado em 18 de julho de 2019.

Joaquim Cesar Pizzutti do Santos
(Presidente/Orientador)

André Lübeck

Tobias Pigatto Ottoni

Santa Maria, RS
2019

RESUMO

PROPOSTA DE LINHA PRODUTIVA DE EMPRESA ESPECIALIZADA EM EXECUÇÃO DE ALVENARIA E REVESTIMENTO SANTA MARIA/RS

AUTOR: Murilo Plachi

ORIENTADOR: Joaquim Cesar Pizzutti do Santos

A construção civil no Brasil é considerada como um setor onde grande parte da produção é dada de forma manual, com excessivos erros de execução, devido a inadequação dos funcionários e sistema produtivo. Para que se reduzam os custos e o desperdício de materiais e mão de obra, o engenheiro deve ter conhecimento tanto dos materiais e boas práticas, como da linha de produção de sua empresa. Para o caso específico de paredes em alvenaria em obras convencionais, o principal empecilho é a falta de treinamento da mão de obra e ferramentas inadequadas. Motivado por isso, este trabalho foi direcionado a idealização da estrutura produtiva de uma empresa especializada na execução de paredes em alvenaria e revestimentos em argamassa. Através de uma revisão bibliográfica a respeito dos materiais integrantes do painel de alvenaria, das práticas construtivas do sistema, e de filosofias de gestão, planejamento e indicadores de produção, o trabalho elaborou o planejamento inicial do sistema de produção da empresa. Também desenvolvendo estratégias de aumento e controle de produção e qualidade, dando ênfase nas boas práticas construtivas do sistema, e exemplificando as opções de empreendedorismo que cabem ao profissional da área. Concluiu-se que, com a observância da boa prática, com um planejamento consistente e ferramentas e mão de obra adequadas, é possível o estabelecimento dessa empresa, não só como opção empreendedora, mas também como solução para o problema do baixo desempenho em vedações verticais em alvenaria.

Palavras-chave: Alvenaria de Vedação, Revestimento em Argamassa, Produtividade, Empresa Especializada.

ABSTRACT

PROPOSAL OF SPECIALIZED COMPANY IN EXECUTION OF MASONRY AND COATING SANTA MARIA/RS

AUTHOR: Murilo Plachi

ORIENTER: Joaquim Cesar Pizzutti do Santos

Civil construction in Brazil is considered as a sector where a large part of the production is given manually, with excessive execution errors, due to the inadequacy of the employee and production system. In order to reduce the costs and waste of materials and labor, the engineer must be aware of the materials, good practices and the production line of his company. For the specific case of masonry walls in conventional works, the main drawback is the lack of training of the workmanship and inadequate tools. Motivated by this, this work was directed to the idealization of the productive structure of a company specialized in the execution of walls in masonry and mortar coverings. Through a bibliographical review on the materials composing the masonry panel, the constructive practices of the system, and management, planning and production control philosophies, the work elaborated the initial planning of the production system of the company. Also developing strategies to increase and control production and quality, emphasizing the good construction practices of the system, and exemplifying the options of entrepreneurship that fit the professional of the area. It was concluded that, with good practice, consistent planning and suitable tools and workmanship, it is possible to make the company, not only as a entrepreneurial option, but also as a solution to the problem of low performance in vertical sealing walls in masonry.

Keywords: Masonry Sealing, Mortar Coating, Productivity, Specialized Company.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – Blocos cerâmico modulares para alvenaria estrutural.	16
Figura 2 – Blocos modulares de concreto.	19
Figura 3 – Esquema de Marcação de Paredes.	24
Figura 4 – Ciclo PDCA	32
Figura 5 – Exemplo de EAP.	34
Figura 6 – Exemplo de Diagrama de Rede.	36
Figura 7 – Exemplo de parte de planta de marcação.	41
Figura 8 – Exemplo de paginação.	42
Figura 9 – Exemplo de detalhamento.	43
Figura 10 – Nível a laser	44
Figura 11 – Carro Plataforma	45
Figura 12 – Carro gaiola	46
Figura 13 – Projetor de argamassa	48
Figura 14 – Diagrama de Rede 1	52
Figura 15 – Diagrama de Rede 2	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Requisitos para blocos de concreto.....	18
Tabela 2 – Distâncias entre juntas de controle em vedação em blocos cerâmicos. .	26
Tabela 3 – Estrutura Analítica do Projeto da empresa.	51

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
CP III	Cimento Portland de alto forno
CP IV	Cimento Portland pozolânico
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
NR	Norma Regulamentadora
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
PDCA	Plan-Do-Check-Act
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil
LPS	Last Planner System
TCC	Trabalho de conclusão de curso
PVA	Acetato de polivinila

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS GERAL	12
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	13
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
3.1	MATERIAIS	15
3.1.1	Unidades cerâmicas	15
3.1.2	Unidades de concreto	17
3.1.3	Argamassa	20
3.2	PRÁTICAS CONSTRUTIVAS.....	22
3.2.1	Serviços iniciais	23
3.2.2	Marcação horizontal e vertical.....	24
3.2.3	Interface parede/pilar, amarrações e juntas de controle	25
3.2.4	Assentamento.....	26
3.2.5	Esquadrias e sistemas embutidos	27
3.2.6	Encunhamento.....	27
3.2.7	Verga, contraverga e cinta de amarração	28
3.2.8	Chapisco	28
3.2.9	Emboço	28
3.2.10	Reboco	29
3.2.11	Revestimento em fachadas.....	30
3.3	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO	30
3.3.1	Ciclo PDCA.....	31
3.3.2	Diagramas de rede.....	33
3.3.3	Horizontes de planejamento	37
3.3.4	Acompanhamento e controle de produção e qualidade	38
4	METODOLOGIA	13
4.1	RESULTADOS ESPERADOS	13
5	DESENVOLVIMENTO	40
5.1	DETALHAMENTO DE PLANTAS	40
5.2	TÉCNICAS E FERRAMENTAS	43
5.3	PLANEJAMENTO DE EQUIPES E FRENTES DE TRABALHO	50
5.4	CONTROLE DE PRODUÇÃO E QUALIDADE.....	55
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57

1 INTRODUÇÃO

A construção de imóveis é uma das grandes áreas que movimentam o mercado no país, e emprega diversos tipos de profissionais com diferentes níveis de instrução e especializações. Assim, profissionais como os engenheiros civis executores de obra, que são encarregados da gestão das muitas áreas relacionadas à execução da obra, necessitam de um nível mínimo de planejamento, para evitar erros de execução. Porém o estudo de tais aspectos é complexo e extenso, já que para cada necessidade de obra existem várias soluções disponíveis para atendê-la.

Tendo em vista que empreendimentos na construção civil movimentam elevadas quantidades de capital, material e mão de obra, a experiência na área e o planejamento da execução são imprescindíveis para o destaque deste profissional. Erros na execução devido a um mal planejamento, falta de conhecimento a respeito das práticas construtivas ou mão de obra inadequada, podem comprometer a segurança estrutural, ou causar quadros patológicos, necessitando de recuperações extremamente caras, que podem prejudicar o empreendimento.

Por isso, práticas já consolidadas ganham vantagem sobre outras, devido à disponibilidade oferecida dentro do mercado, seja na obtenção de mão de obra, ou na compra dos materiais. Em especial, os elementos da obra que não constituem parte da estrutura têm grande abundância de solução disseminada no mercado. Um exemplo disso é o sistema de vedação, que pode ser feita em alvenaria, madeira, aço, concreto, entre outros, e utilizados de diferentes maneiras como blocos, painéis, perfis com chapas etc. São essas as etapas que garantem o conforto térmico, acústico e o atendimento das necessidades básicas do usuário, além de proteger a estrutura das intempéries e garantir a durabilidade da edificação.

A Norma Brasileira (NBR) 15575:2013 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que trata de desempenho em edificações habitacionais, trouxe para a indústria grande preocupação com o desempenho térmico e acústico dos materiais. Isso torna ainda mais necessária a correta especificação desse elemento, bem como, a execução adequada do conjunto, a fim de atender os objetivos prescritos na norma. Cordovil (2013) mostra os diversos fatores que influenciam no desempenho das edificações, entre eles as falhas de projeto, a mão de obra desqualificada e a falta de qualidade dos materiais.

Essa nova tendência vem do fato de que grande parte da construção no Brasil não atende o desempenho adequado ao conforto do usuário, devido as práticas inadequadas que, por sua vez, promovem o desperdício e a falta de agilidade na produção. Araujo (2002, p. 15) aponta que “O setor de construção civil, em especial, tem sido foco constante de críticas da mídia especializada com relação aos desperdícios de matéria-prima e insumos.”

Esse é o caso das paredes de alvenaria de vedação convencional, com revestimento em argamassa, utilizadas em larga escala no Brasil e no mundo devido as diversas vantagens técnicas inerentes. Esse sistema, em especial, possui uma prática construtiva bem definida e inserida na comunidade técnica. Um dos grandes problemas do sistema é que, em grande parte das obras, a utilização mão de obra não especializada predomina, o que contribui para a falta de qualidade do produto e depreciação do sistema. Contudo, com as ferramentas adequadas é possível compensar, até certo ponto, a defasagem da mão de obra. Porém, dentro do contexto das demais empresas tais ferramentas são demasiadamente caras e não justificam o custo inicial.

Ainda hoje as preferências culturais criadas ao longo dos anos firmaram como confiáveis algumas soluções específicas, o que limita ainda mais as opções de escolha por parte dos engenheiros e arquitetos. É dentro deste contexto que estão inseridas as vedações em alvenaria de blocos e revestimento em argamassa. Utilizada em grande escala no mercado brasileiro, a alvenaria cumpre quase todas as necessidades técnicas da função de vedação, além de oferecer a opção de função estrutural, como é o caso da alvenaria portante ou estrutural.

Um grande problema da alvenaria é que a execução controlada necessita de mão de obra especializada, e, portanto, mais cara que as demais. Dessa forma, as empresas optam por não preparar a mão de obra para aliviar custos, mesmo que a qualidade do produto não seja a mesma, tanto da vedação em si como de qualquer sistema posteriormente embutido a ela (sistema elétricos, hidrossanitários, esquadrias e afins).

Se a vedação for projetada e executada visando a compatibilidade total entre os projeto e sistemas, os custos posteriores desaparecem, na medida em que trabalhos como a quebra de parede para o embutimento de canalizações deixam de existir. Isso só se alcança com um certo nível de preparo por parte dos projetistas e funcionários.

Com isso em mente aliado com a tendência atual de racionalização e desempenho, é possível prever uma oportunidade de mercado, onde uma empresa especializada responsável por tal serviço poderia crescer de maneira rápida. Mais especificamente a empresa hipotética em questão, que trabalharia unicamente em execuções de obra levantando alvenaria e aplicando o revestimento.

Se comparados ao usual, onde estes serviços são realizados e fiscalizados pela equipe de obra local, e geralmente não possui treinamento especializado. Os pontos óbvios de destaque da empresa se dão na forma de controle de qualidade e níveis de produção diferenciados.

Para alcançar tais metas é necessário a consignação de um sistema produtivo único, a fim de uniformizar a produtividade a um nível competitivo e facilitar o controle por parte do fiscal da empresa. O treinamento dos serventes e pedreiros também é fundamental, visto que, a variedade de obras será grande, cada uma delas com seus níveis de complexidade, demandando assim que a equipe de serviços possa atender a todas elas, independentemente desses fatores. Além disso, o treinamento da equipe permite o uso de soluções mais complexas, mas que atendem melhor a necessidade de racionalização ou produtividade.

Portanto, a utilização de ferramentas especializadas na execução de um determinado serviço, aumenta a produtividade, de maneira a assegurar a atratividade da empresa. Dentro de uma construtora, onde existem diversos gastos referentes a todo o empreendimento e sua totalidade de serviços, tais utensílios tem um custo inicial muito alto. Isso não se confirma no contexto da empresa especializada, onde a gama de trabalhos é menor e a obtenção de tais instrumentos é justificada pelo volume de utilização.

A partir da contextualização apresentada, este trabalho será desenvolvido para criar uma proposta de linha produção e controle de produção e qualidade, de uma empresa fundamentada nas premissas acima. Pretende-se assim preencher o espaço existente no mercado atual, de forma a manter a boa técnica construtiva, atingir o desempenho adequado e aumentar a produtividade desses sistemas.

1.1 OBJETIVOS GERAL

Desenvolver uma proposta de linha de produção de uma empresa hipotética, com especialização na prestação de serviço de levantamento de alvenaria e revestimento em argamassa.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Demonstrar a importância das boas práticas construtivas de sistemas em alvenaria.

Estudar a cronologia de execução de alvenarias e revestimento, a fim de obter uma linha de produção facilmente controlável.

Desenvolver estratégias de execução que ocasionem o aumento de produção e qualidade.

2 METODOLOGIA

Primeiramente, será realizada uma revisão bibliográfica a respeito dos materiais usualmente constituinte na alvenaria, das boas práticas construtivas do sistema, e de ferramentas de gestão, planejamento e controle de produção. Em posse dessas informações, será possível a reflexão a respeito dos diversos fatores presentes na linha de produção da empresa.

Após será projetada a parcela de mercado alvo da empresa, justificando a fundação dela em um contexto empresarial geral. Essa etapa é definitiva para o primeiro crescimento da empresa, seu firmamento dentro do mercado de trabalho e para estabelecer alguns aspectos da dinâmica da empresa.

Em seguida, serão listados os planejamentos necessários para a execução de obra, objetivando a boa prática construtiva e fiel execução do que foi estabelecido em projeto. Posteriormente, serão apresentados os métodos construtivos selecionados pela empresa, com a descrição, passo a passo, do assentamento de alvenaria bem como as ferramentas necessárias para execução. É necessário reforçar que o sistema está amplamente inserido na comunidade técnica, portanto o foco principal será estabelecer um sistema de produção controlável e com bom rendimento.

Depois será colocado uma proposta de dimensionamento das equipes de trabalho, e definição das frentes de serviço e suas atividades, com a criação do diagrama de rede. Por fim, serão exibidas a escolha de indicadores de ritmo de produção e aceitação do produto, com alguns pontos para verificação em obra durante as diversas etapas de execução.

2.1 RESULTADOS ESPERADOS

Com a elaboração deste trabalho são apresentadas às opções empreendedoras possível aos engenheiros civis e arquitetos, para que, analisando as tendências do mercado ao qual está inserido. Assim, ao mesmo tempo em que soluciona problemas técnicos com qualidade e racionalização, tenha-se a oportunidade de se estabelecer com sucesso na profissão.

Também, por meio da exemplificação das etapas construtivas, busca-se reforçar a importância da boa prática construtiva aliada do planejamento, como recursos básicos de gestão e aumento de produtividade em um empreendimento.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A vedação tem como objetivo barrar e proteger a estrutura e os ambientes internos de intempéries, calor, som, entre outros. Como ela não possui impacto direto para a segurança da edificação, o conforto térmico e sonoro vinha como aspectos secundários do conjunto, resultando em edificações com baixo desempenho nesses aspectos.

Atualmente, devido a NBR 15575, vem se estabelecendo uma política de qualidade e desempenho que fornece à vedação sua devida importância no funcionamento da edificação. Assim, vem surgindo no mercado diversos sistemas de vedação, além dos já estabelecidos, para cumprir o desempenho e isolamentos mínimos, prescritos na norma.

Nesse cenário, a forma mais difundida de vedação no Brasil ainda é o de alvenaria convencional, em blocos cerâmicos ou de concreto, assentados um sobre o outro, com juntas de argamassa. Esse sistema vem sendo utilizado desde os primórdios do homem até hoje, pois oferece resistência às paredes, facilidade de execução, e pode conferir isolamento adequado à edificação, desde que o bloco tenha qualidade, e o assentamento seja realizado da maneira certa.

Chamamos de alvenaria o conjunto de peças justapostas coladas em sua interface, por uma argamassa apropriada, formando um elemento vertical coeso. Esse conjunto coeso serve para vedar espaços, resistir a cargas oriundas da gravidade, promover segurança, resistir a impactos, à ação do fogo, isolar e proteger acusticamente os ambientes, contribuir para a manutenção do conforto térmico, além de impedir a entrada de vento e chuva no interior dos ambientes. (TAUIL, 2010, p. 19)

A alvenaria ainda dá a possibilidade da utilização das paredes como estrutura da edificação, esse sistema é chamado de alvenaria estrutural. Na alvenaria estrutural, a vedação também tem função resistente, portanto, a resistência do bloco é determinante. Além disso o controle de produção desse sistema é necessariamente maior que o anteriormente mencionado, visto que qualquer erro na execução compromete a segurança da estrutura.

3.1 MATERIAIS

A correta especificação da qualidade dos diferentes materiais, utilizados no sistema merece foco especial por parte do responsável pela escolha deles. Uma vez que, a mão de obra qualificada, a técnica adequada e o controle de produção acirrado, podem ser subjugados pela deficiência no material.

Mesmo com laudos que atestem suas propriedades, ainda é possível mascarar material deficiente com artimanhas, que burlam os procedimentos dos ensaios. Geralmente, os ensaios prescritos por norma têm métodos altamente específicos, onde as variáveis são controladas, para gerar resultados representativos. Já que é possível manipular essas variáveis sem descaracterizar os ensaios, um fornecedor mal-intencionado pode facilmente apresentar um laudo e inserir um produto deficiente no mercado.

Da mesma forma, dentro do prescrito em norma, existem diferentes níveis de qualidade dos materiais, que variam de acordo com o fornecedor. O conhecimento do material por parte da equipe de compras é necessário para garantir que a qualidade do insumo não comprometa o sistema, atingindo o desempenho desejado.

Arrumações em alvenaria são compostos basicamente de blocos, argamassa de assentamento e reboco formando assim o conjunto de parede. Ainda, para as vedações existe o encunhamento, as vergas e contravergas, porém, esses materiais são geralmente derivados dos anteriormente mencionados.

3.1.1 Unidades cerâmicas

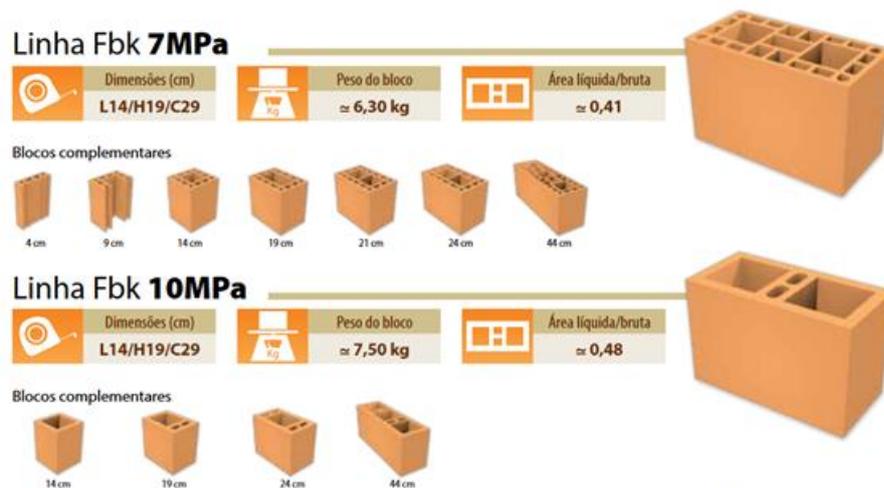
A cerâmica vem sendo utilizada na civilização humana desde seus primórdios. Registros históricos mostram a sua utilização em utensílios de necessidade básica, como vasilhas e ferramentas, também, de forma rudimentar na construção de abrigos e casas em idades pré-históricas.

Ao longo do tempo, os diferentes povos que utilizavam a cerâmica foram evoluindo suas técnicas até, finalmente, dar-se origem aos tijolos cerâmicos. Encontra-se vestígios de cerca de 7500 a.C. onde construções já utilizavam blocos cozidos ou secos ao Sol. Até que, da necessidade de substituir os blocos de pedra, devido à escassez de material e ao excessivo trabalho de lapidação, os tijolos cerâmicos passaram a ser utilizado em grande escala pela humanidade.

Hoje, a nossa tecnologia traz produção controlada em grande escala, onde a resistência e qualidade dos blocos é preponderante para sua utilização. Os blocos atuais são feitos principalmente a partir da massa de argila, extrudidos por boquilhas para dar a forma desejada e cortados de acordo com a altura do bloco, secados lentamente para prevenir fissuração e por fim queimados em um forno entre 750 °C e 1000 °C, dependendo do forno. Esse processo de fabricação é bem difundido e desenvolvido no mundo, e, dentre os processos listados, a qualidade final dos blocos dependem especialmente da argila e da queima.

Ainda, devido a boquilha ser uma peça relativamente barata e diversificada em geometria, os blocos apresentam grande variedade de formas e tamanhos, de acordo com o fornecedor. Desde blocos maciços até blocos com furos de várias geometrias, seja para possibilitar o preenchimento destes com concreto ou para conferir melhor isolamento. Porém, esse processo de produção ocasiona uma variação dimensional maior que os outros tipos de bloco, devido a retração da peça durante a queima, exigindo assim um cuidado especial na execução da parede. Ainda assim alguns fabricantes disponibilizam linhas de blocos, com vários tipos e formatos dentro de cada linha, como a apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Blocos cerâmico modulares para alvenaria estrutural.



Fonte: Catálogo Pauluzzi

Esses blocos apresentam resistências à compressão que variam de acordo com a sua utilização, mas em geral são menores que os blocos de concreto. Ainda

assim, a sua resistência é suficiente para suportar prédios altos em alvenaria estrutural. Também, o seu isolamento térmico e contra o fogo tem resultados suficientes para edificações. Rosemann (2011), em seu estudo a respeito da capacidade de resistência ao fogo de paredes de bloco cerâmico, apontou autonomia de 196 minutos de paredes com revestimento em ambos os lados.

Por outro lado, uma característica intrínseca ao material é que a cerâmica apresenta frequências de ressonância sonora (entre outros parâmetros mais específicos) próximas a frequência de ruído aéreo usuais de edificações. Isso culmina em uma parede com baixo isolamento acústico. Assim aponta Neto (2010), que analisou diversas configurações de parede e seus respectivos isolamentos.

Quanto ao critério de absorção de água a NBR 15.270:2017 – Componentes Cerâmicos – Partes 1, 2 e 3, que regulamenta grande parte dos blocos cerâmicos, sejam eles estruturais ou de vedação, estipula valores entre 8% a 22% como aceitáveis. Dependendo do clima, isso requer que o bloco precise ser molhado antes do assentamento, para que não roube água da argamassa da junta. O reboco também precisa ser impermeável para evitar a entrada de água na parede e garantir assim a sua durabilidade.

Assim, os blocos cerâmicos, muito utilizados desde os primórdios do homem, ainda apresentam competitividade no mercado de construção civil. Ao mesmo tempo, os conceitos relativamente novos de desempenho em edificações trazem novos pontos de vista ao tema antiguíssimo apresentado neste tópico. As evoluções tecnológicas na área correm em direção a solucionar a capacidade de isolamento dos blocos cerâmicos, a fim de atender as prescrições da NBR 15.575 já mencionada neste trabalho. Também existe grande abundância de pesquisas com o propósito de destinar resíduos de outras indústrias, como borra oleosa ou rejeito de mineração, incorporando-os na massa de argila, e solucionando assim problemas ambientais ainda em aberto.

3.1.2 Unidades de concreto

Segundo Manzione (2004, pág. 17), os blocos de concreto são “elementos vibro prensados e constituídos de uma mistura de cimento Portland, agregados e água. Devem apresentar um aspecto homogêneo e compacto, com arestas vivas, sem trincas e textura com aspereza adequada à aderência de revestimentos.”

Como explicado por Manzione os blocos de concreto são o resultado da mistura de areia, brita, cimento Portland e água vibrados e comprimidos por uma prensa diretamente na forma, e reservados por um tempo para que ocorram as reações de hidratação da mistura, sendo o último chamado de tempo de cura. A sua resistência a compressão varia, principalmente, de acordo com a relação água/cimento, que é em torno de 0,4 quilos de água para 1 de cimento. A NBR 6136:2016 – “Blocos Vazados de Concreto Simples para Alvenaria – Requisitos” estabelece classes de enquadramento dos blocos com função estrutural e prescreve para cada classe limites de resistência, absorção de água e retração por secagem, segundo a Tabela 1.

Tabela 1 – Requisitos para blocos de concreto

Classificação	Classe	Resistência característica à compressão axial ^a MPa	Absorção %				Retração ^d %
			Agregado normal ^b		Agregado leve ^c		
			Individual	Média	Individual	Média	
Com função estrutural	A	$f_{bk} \geq 8,0$	$\leq 9,0$	$\leq 8,0$	$\leq 16,0$	$\leq 13,0$	$\leq 0,065$
	B	$4,0 \leq f_{bk} < 8,0$	$\leq 10,0$	$\leq 9,0$			
Com ou sem função estrutural	C	$f_{bk} \geq 3,0$	$\leq 11,0$	$\leq 10,0$			

^a Resistência característica à compressão axial obtida aos 28 dias.
^b Blocos fabricados com agregado normal (ver definição na ABNT NBR 9935).
^c Blocos fabricados com agregado leve (ver definição na ABNT NBR 9935).
^d Ensaio facultativo.

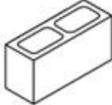
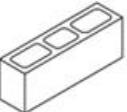
Fonte: NBR 6136/2016.

Ainda existe a possibilidade de adicionar à massa aditivos químicos, como aceleradores de pega, que diminui o tempo de cura. Embora não seja comum em blocos, também é possível a adições de outros materiais, que buscam melhorar alguma característica ou destinar resíduos, como borracha moída de pneus, por exemplo.

Outra característica deste tipo de bloco é que eles apresentam menor variação dimensional devido ao fato de que as peças são enformadas durante o processo de fabricação. Assim, para obter uma parede uniforme eles demandam menor volume de argamassa na junta e no reboco.

Também, como em alguns casos dos blocos cerâmicos, são comercialmente distribuídas famílias com dimensão e variedades de blocos definidas, o que facilita a fase de projeto e detalhamento das paredes, assim como a execução. Dessas famílias, existem blocos modulares, como os representados na Figura 2, onde a relação largura/comprimento do bloco corresponde a um número inteiro, e não modulares, onde essa relação não é inteira. De maneira geral, projetos com blocos modulares são mais fáceis de executar, uma vez que, a variedade de tipos de blocos demandada em obra é bem menor que os não modulares.

Figura 2 – Blocos modulares de concreto.

Linha 39 - Classe A e B			
Código	Produto	Dimensões	Número de peças por pallet
BE39/4 BE39/6 BE39/9		14x19x39cm	95 pçs
MBE19/4 MBE19/6 MBE19/9		14x19x19cm	190 pçs
BE54/4 BE54/6 BE54/9		14x19x54cm	70 pçs

Fonte: Manual Prantomix

Devido a sua geometria esses blocos são utilizados, mesmo que não exclusivamente, em obras de alvenaria estrutural ou em parede com função portante. Ainda, o isolamento acústico do concreto também é superior ao da cerâmica, devido a maior massa do bloco, a frequência de ressonância e a heterogeneidade do material.

Por outro lado, devido ao seu maior peso, seu assentamento é ligeiramente mais difícil, além de que, a fim de evitar o amassamento das juntas durante o assentamento, a altura da parede recém assentada deve ser ligeiramente menor do que com outros tipos de blocos. Outras desvantagens são que o comportamento do

concreto contra o fogo e o isolamento térmico, apesar de suficientes, são piores que o da cerâmica.

Porém, como já mencionado, ensaios não são definitivos para avaliar a qualidade do bloco. Algumas vezes, em caso de paredes portante, por exemplo, o que se procura nos blocos é resistência a compressão, porém, as demais características são insuficientes. Por vezes, isso é resultado do tempo de vibração e prensagem muito curto, ou falta de cimento no traço. A questão é que, o responsável pela aceitação dos blocos deve possuir conhecimentos que vão além dos prescritos por norma.

Pastro (2007, p. 21) pondera a respeito disso:

Além dos ensaios, para se saber se um bloco tem qualidade, pode-se analisar algumas características a olho nu: Possui cantos quebrados, trincas; Possui todas as medidas íntegras e constantes com variações de milímetros; Quebra com facilidade; Aspecto do bloco homogêneo e sem vazios etc.

Em suma, os blocos de concreto suprem todas as necessidades técnicas requeridas a eles, tornando-os uma excelente opção. Ainda assim, é necessário reforçar que todo o material tem suas limitações, tornando imperativo para manter a qualidade do produto, a boa prática construtiva.

Todas essas características são abordadas pelas normas vigentes para este tipo de bloco: NBR 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos; NBR 12118:2016 - Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Análise dimensional e determinação da absorção de água, da área líquida, da resistência à compressão e da retração por secagem - Métodos de ensaio.

3.1.3 Argamassa

Assim como os blocos, a argamassa de assentamento também é utilizada desde as idades iniciais da construção humana. Anteriormente feita de misturas de barro, argila e outros ingredientes ela inicialmente servia para selar as trincas entre os blocos, que de outra forma permitiria a passagem a água e intempéries, bem como juntá-los em um conjunto coeso e resistente, identicamente ao que é hoje.

Conta-se que os egípcios utilizavam hora argila com palha, hora gesso para suas construções. Na Babilônia, com seus jardins suspensos, exigia-se a impermeabilização das juntas, com cal, cinzas e outros componentes. Após a

descoberta do cimento Portland, por Joseph Aspdin, em 1824 na Inglaterra a argamassa veio se transformando na mistura em que temos hoje na maioria das obras, composta por cimento, areia, água e por vezes cal virgem ou hidratada.

A NBR 13281:2005 define a argamassa como “mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada)”.

O cimento possui a função de ligante, e deve ser armazenado de forma que não seja exposto à umidade, para que as reações de hidratação só comecem ao misturá-lo na massa. Além disso, não se recomenda o uso de cimentos de alto forno (CP III) ou pozolânico (CP IV) devido a retração durante a secagem.

A cal também necessita de cuidados semelhantes, porém, ao invés da água, o reagente é o gás carbônico. Além de conferir maior trabalhabilidade a massa fresca, ela tem maior poder de retenção de água, diminuindo a retração durante a secagem, e evitando assim trincas e fissuras (FIORITO, 2010).

A areia tem função de diminuir a retração e conceder rendimento a massa, e seu teor de umidade deve ser controlado, para que não haja excesso na adição posterior da água, garantindo assim a resistência da massa. Além disso recomenda-se o uso de areia média para argamassas devido a maior impermeabilização e maior diminuição dos efeitos de retração.

Por fim a água é o material que promove as reações de hidratação da massa e garante a plasticidade e trabalhabilidade. Geralmente se usa nas dosagens. tanto de concreto quanto de argamassa, a relação água-cimento como fator dominante para determinação da resistência depois da cura.

Para garantir as características, mencionadas anteriormente, a argamassa deve ser dosada de maneira adequada, e com os materiais constituintes em boas condições de conservação. Isso leva diretamente à necessidade de distinguir as argamassas feitas em obra e as industrializadas.

As argamassas feitas em obra, são geralmente misturadas em betoneiras simples, onde a homogeneização deve ser feita por tempo adequado. Além disso, na tentativa de garantir a plasticidade, é possível que se adicione mais água que o necessário, resultando numa argamassa, que depois de seca, apresenta baixa resistência e alta porosidade, além de sofrer retração por secagem com muita intensidade durante a fase plástica. Ainda, os sacos de cimento devem ser

armazenados com precaução, para que não sejam expostos à umidade, iniciando assim, as reações de hidratação antes mesmo da mistura.

Todas essas situações não ocorrem com tanta facilidade com a argamassa industrializada, devido ao controle tecnológico da indústria. Porém, nesse caso, para volumes de argamassa pequenos, não é viável economicamente a compra em indústria da argamassa.

Existe também a possibilidade da compra de sacos da argamassa pronta, com os componentes já dosados em fábrica. Nesses, por sua vez, é possível haver algum tipo de adição, para melhorar seu desempenho de alguma forma, garantindo o traço correto para cada uso.

Esse é geralmente o caso dos revestimentos, já que eles precisam conter plasticidade e aderência na hora da aplicação, ao mesmo tempo que devem conferir impermeabilidade ao painel de parede. Ainda, estudos de isolamento mostram que a estanqueidade do revestimento é definitiva para o isolamento acústico da parede. Klippel Filho (2018), conclui que quanto maior a espessura do revestimento maior é a capacidade de isolamento da parede, e que o cobrimento de todo o painel com argamassa é necessário para garantir a eficácia do revestimento.

Já a argamassa de assentamento deve promover a interação entre os blocos, concedendo estanqueidade, a correta distribuição das tensões e resistência ao conjunto de parede. Por isso, é recomendado que ela seja aplicada no bloco tanto na horizontal quanto na vertical, assegurando que a alvenaria trabalhe de forma monolítica.

3.2 PRÁTICAS CONSTRUTIVAS

Com as propriedades de cada material constituinte, é necessário caracterizar os procedimentos corretos de execução, bem como, algumas partes em específico da parede. Como foi colocado anteriormente, as limitações intrínsecas do material ou do sistema devem ser compensadas, de maneira que o conjunto de parede atenda às necessidades técnicas e de desempenho.

Um dos fatores mais influentes na busca por qualidade é a compatibilização entre os demais projetos e o de vedações verticais. Os subsistemas relacionados com a alvenaria causam grande impacto na parede, tanto na sua instalação quanto ao

longo da vida útil da edificação, de maneira que são necessárias algumas providências para prevenir quadros patológicos nas interfaces dos sistemas.

Peña (2006, pág. 129), coloca que “Através da compatibilização e análise crítica das interfaces envolvidas é possível racionalizar a produção e melhorar o desempenho do edifício como um todo.” Ele ainda expõe a necessidade de projetos de vedações verticais, para prever as interações entre a alvenaria e os demais subsistemas, garantindo a performance do conjunto.

Concomitantemente, a boa prática construtiva também é essencial para o funcionamento e durabilidade da parede. Os agentes deteriorantes, entre os principais a água e a dilatação térmica, agem de forma quase contínua, e a má prática pode facilitar a entrada de tais agentes, comprometendo a vida útil do empreendimento.

Finalmente, a listagem dos procedimentos permite o fácil planejamento da execução, e posteriormente racionalizar o sistema. A fim da obtenção de uma linha produtiva enxuta, a racionalização atua reduzindo os custos e desperdícios de forma moralmente consciente.

As práticas, listadas abaixo, estão colocadas no Código de Práticas desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), na dissertação de mestrado “Diretrizes para o Projeto de Alvenaria de Vedação” de Araújo Silva (2003), no livro “Construções em Alvenaria Estrutural – Materiais, Projeto e Desempenho” de Mohamad (2015), e no Manual de Revestimentos de Argamassa produzido pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), entre outras bibliografias consultadas ao longo do trabalho.

3.2.1 Serviços iniciais

Antes de qualquer trabalho ser iniciado, deve-se assegurar as condições de segurança de acordo com as Normas Regulamentadoras (NR) do Ministério de Trabalho, como a instalação de bandejas externas, guarda corpos e outros. A logística e transporte dos materiais e equipamentos, a serem utilizados, também deve estar de acordo, para que o assentamento seja feito de forma contínua.

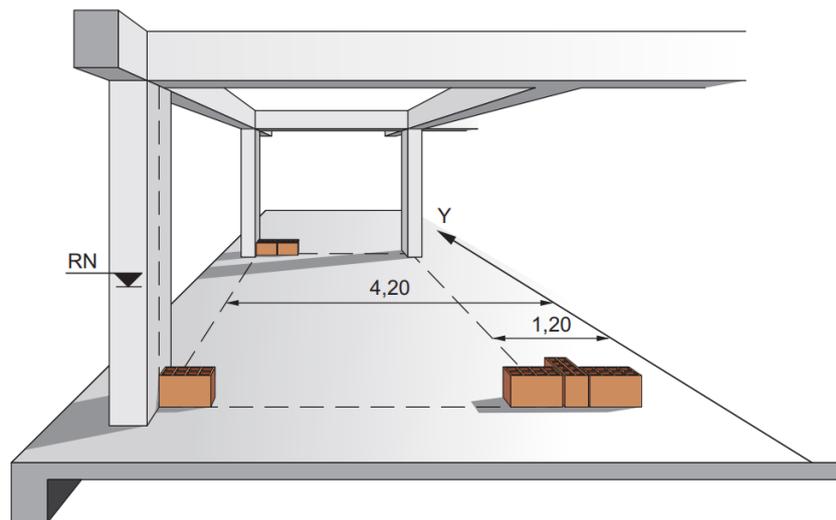
A cura e desforma da peça da estrutura, onde será realizada o assentamento, já deve ter sido realizada, para que os deslocamentos provenientes delas ocorram antes do levantamento da parede, evitando a transferência deles para a alvenaria. Caso existam imperfeição e desnivelamentos decorrentes da concretagem e

desforma, é imperativo a eliminação deles, seja por quebra, lixamento ou nivelados com argamassa de assentamento da primeira fiada.

3.2.2 Marcação horizontal e vertical

Primeiramente define-se em projeto, os pontos e eixos de referências, de acordo com os elementos estruturais ou para aprumo das esquadrias e outros elementos semelhantes, por transferências entre pavimentos, com fio de prumo ou ferramenta semelhante. Também, deve-se estabelecer o nivelamento da laje, para que, as amarrações sejam feitas corretamente, de maneira a manter a modulação vertical, apontar a cota correta de cada esquadria e afins, considerando sempre as cotas do piso acabado. Os pontos e eixos de referência podem seguir o esquema colocado na Figura 3.

Figura 3 – Esquema de Marcação de Paredes.



Fonte: IPT, Código de Práticas, pág.43.

Depois, com esquadro e trena, teodolito, estação total ou qualquer equipamento que garanta a precisão necessária, marca-se os pontos chave da alvenaria. O método varia de acordo com o aparelho, mas é aconselhável que, com níveis de tolerância dimensional aceitáveis, seja a locação a partir da acumulação das cotas segundo o eixo de referência, para manter a modulação dos blocos, e conferindo

o esquadro entre as paredes e sua posição em relação aos elementos estruturais. A utilização de esquadros e cavaletes, ou fios distendidos entre blocos também é conveniente.

3.2.3 Interface parede/pilar, amarrações e juntas de controle

Em parede longas e/ou assentes sobre elementos flexíveis, como balanços ou vigas de baixa rigidez, é necessário elementos de reforço nas interfaces parede/pilar e parede/parede, para solidarizar a parede e absorver as movimentações relativas entre as duas. As soluções mais utilizadas são, esperas ligadas a armadura dos pilares, o “ferro-cabelo” e telas argamassadas.

As esperas são as menos utilizadas, devido à dificuldade de mantê-las corretamente posicionadas durante a concretagem. O “ferro cabelo” consiste em uma barra de aço, inserida e argamassada no pilar, posteriormente a concretagem, e colocadas nas juntas da parede. As mais utilizadas são as telas fixadas com pistolas “finca-pinos”, nos pilares e posicionadas nas juntas da parede. Independente da solução adotada deve-se providenciá-la anteriormente ao assentamento, e de acordo com as solicitações da parede, sendo o ferro cabelo e as esperas os que conferem o maior poder de amarração.

Com a mesma função de impedir o aparecimento de trincas, em paredes longas, devem ser previstas juntas de controle de dilatação, ligação flexíveis e seguir as juntas do projeto estrutural (IPT, 2009). Essas amarrações elásticas, podem ser feitas inserindo a parede em uma cantoneira metálica ou mata-juntas preenchida com selante elástico, mesmo assim fazendo uso das telas ou “ferros-cabelo”. As distancias recomendadas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Distâncias entre juntas de controle em vedação em blocos cerâmicos.

Largura do bloco(cm)	Paredes internas		Fachadas / muros de divisa	
	sem aberturas de portas ou janelas (cm)	com aberturas de portas ou janelas (cm)	sem aberturas de portas ou janelas (cm)	com aberturas de portas ou janelas (cm)
9	600	500	*	*
11,5	750	600	500	400
14	900	700	700	600
19	1200	900	1000	800

(*) Não se recomenda o uso de blocos de 9 cm em paredes de fachadas.

OBS: se as paredes forem dotadas de telas ou armaduras contínuas, em todas as juntas de assentamento, as distâncias acima podem ser acrescidas em 50%.

Fonte: IPT, Código de Práticas, pág. 22.

3.2.4 Assentamento

Feita a marcação inicia-se o assentamento, primeiramente pelas extremidades, amarrações entre paredes, juntas de controle ou outros pontos chaves, conferindo assim a marcação (MOHAMAD, 2015). Posteriormente, a primeira fiada é executada argamassando toda a superfície inferior do bloco, tomando cuidado com seu nivelamento e prumo, já que ela é determinante para a qualidade do resto da parede.

Durante o restante do assentamento deve-se colocar os blocos de maneira que as juntas não fiquem aprumadas. Também é recomendável aplicar argamassa na horizontal e na vertical, em fileiras ou em toda a face do bloco, para que as juntas confirmem estanqueidade e nivelamento a parede, distribuam corretamente os esforços e absorvam as movimentações que ocorrem durante a vida útil.

Dependendo do clima os blocos devem ser molhados para que não roubem umidade da argamassa, causando sua fissuração e retração. Outro ponto a se observar é que a altura diária de assentamento não deve ser demasiada, para que não ocorra o esmagamento das juntas, desaprumando e ondulando a parede.

3.2.5 Esquadrias e sistemas embutidos

Os sistemas embutidos têm parte decisiva no desempenho do painel de parede e no uso da edificação. Franco (1998, pág. 2), dando ênfase a essa premissa, aponta que:

Apesar da incidência do custo da produção dos vedos no orçamento do edifício não ser o item de maior importância, quando se considera conjuntamente toda a vedação vertical e as interfaces que faz com os demais subsistemas do edifício, este conjunto representa, normalmente, o maior item de custo de produção.

Assim o planejamento referente a esses elementos é fundamental, bem como a qualidade do painel de parede para posteriormente facilitar o embutimento deles.

O ideal é que os sistemas embutidos como o elétrico, o hidrossanitário, corram horizontalmente pela laje, entrando verticalmente pela parede. Para isso, o furo do bloco nos pontos, onde correm esses sistemas, deve ser vertical e desobstruídos, para a inserção das tubulações, evitando a necessidade de rasgo da parede. Caso o corte seja inevitável, deve ser feito com serra circular, para evitar a quebra excessiva.

É necessário se certificar do correto nivelamento, prumo e medida dos vãos das esquadrias, evitando demolições ou compensações posteriores. Para isso, é recomendável a utilização de gabaritos e outras medidas que garantam, não só as dimensões, como também o correto posicionamento do elemento de esquadria na parede.

3.2.6 Encunhamento

O encunhamento consiste na última camada da alvenaria, e tem a função de amortecer movimentações verticais e impedir a fissuração da parede, no encontro com a viga ou laje superior. É feito após a cura, cerca de 15 dias, da argamassa de assentamento, para que as deformações provenientes da desforma da viga acima já tenham ocorrido. Geralmente, com tijolos de barro cozido dispostos a 45° de inclinação, ou com aproximadamente 3 a 4 centímetros de argamassa expansiva e/ou flexível.

3.2.7 Verga, contraverga e cinta de amarração

Em paredes onde existam vãos e esquadrias, há uma concentração de tensões nas bordas das aberturas, de maneira que se fazem necessários elementos resistentes para prevenir trincas na parede. Tais elementos são chamados de vergas e contravergas, geralmente feitas de concreto armado, executado no local ou pré-moldados. Elas devem ser embutidas na alvenaria de modo que ultrapassem a abertura e garantam a absorção das tensões (MOHAMAD, 2015).

Outra providência de reforço é a cinta de amarração, que impede as paredes de se movimentarem no sentido de fora para dentro. Essa viga é executada acima da última fiada, em todas as paredes externas e nas paredes internas longas ou deformáveis. Pode ser feita com formas de madeira, ou diretamente grauteada em blocos canaleta, e deve ser corretamente armada.

3.2.8 Chapisco

O chapisco tem função de conferir aderência aos elementos da alvenaria, sendo usado nas junções entre os blocos e a estrutura ou como camada inicial do reboco. Ele consiste em argamassa de traço, que varia geralmente entre 1:2 e 1:3 de cimento/areia (média ou grossa), aplicado de forma a deixar a superfície rugosa após a aplicação. Ele pode ser lançado com colher, desempenadeira denteada, projetor ou qualquer outra ferramenta que garanta a rugosidade e sua aderência na superfície (FIORITO, 2010).

O chapisco deve ser executado com a superfície de recebimento limpa e sem irregularidades a pelo menos três dias antes do revestimento da alvenaria ou emboço. No caso de revestimento, aplica-se sete dias depois do levantamento da alvenaria, reduzindo a retração por secagem e impedindo o escorrimento da massa.

3.2.9 Emboço

Como já salientado, após a conclusão do assentamento passa-se a camada de chapisco em toda a superfície da alvenaria, para conceder rugosidade e aderência as próximas camadas. Após cerca de 72 horas da aplicação do chapisco, é realizado então o emboço, que consiste em argamassa com a função de regularizar o chapisco,

removendo as irregularidades da parede e possibilitando a posterior camada final de revestimento, além de melhorar a impermeabilização da parede. Em alguns casos, onde se objetiva maior resistência, o emboço é armado com telas metálicas.

Após o lançamento, regulariza-se a massa, geralmente com régua de alumínio ou desempenadeiras, seguindo o nivelamento das mestras ou outros equipamentos, com o mesmo propósito. O padrão de acabamento do emboço depende do revestimento posterior. Para pinturas, por exemplo, o acabamento deve ser mais regular, enquanto que, para assentamento de revestimento cerâmico certa rugosidade é conveniente para a adesão da massa de assentamento.

Em qualquer um dos casos, deve-se sempre objetivar, em primeiro lugar, planificar a parede e em segundo manter uma espessura correta de aproximadamente 1,5 a 3 centímetros de reboco total. É comum o uso de taliscas, assentadas previamente, para manter a espessura dentro do adequado. Emboços muito espessos tem menor resistência, podendo sofrer escorrimento durante a fase plástica, e destacamento após a cura. Emboços muito finos não cobrem adequadamente as imperfeições da parede, além de não conferir a estanqueidade e isolamento necessário a parede (ABCP, 2002).

Outro ponto a observar é que, assim como na alvenaria, devem ser previstas juntas de trabalho com aproximadamente metade da espessura do revestimento e 1 a 2 centímetros de espessura. Elas são executadas anteriormente a cura da argamassa com frisador.

3.2.10 Reboco

O reboco é a camada de revestimento utilizado como camada final, ou como regularização final, antes da aplicação da camada decorativa, dependendo unicamente da pretensão do projeto. Ele pode ser feito com massa corrida, gesso, texturizados e outras. Geralmente, para atingir o nível de regularidade desejada, utiliza-se esponjas ou desempenadeiras espumadas para aplicar a massa, e, após a sua secagem, realiza-se o lixamento das pequenas irregularidades. É indicado salientar que, essa camada, não tem a função de remover grandes irregularidades e ondulações.

3.2.11 Revestimento em fachadas

Na realização de revestimentos em fachadas é imperativo elementos de segurança, como telas plásticas, cobrindo a fachada, bandejas de proteção e equipamentos de trabalho em altura. O canteiro deve estar acondicionado, de forma a garantir a segurança, tanto dos trabalhadores quanto dos transeuntes.

Também, são necessários equipamentos como andaimes fachadeiros, plataformas aéreas de trabalho ou balancins. O sistema deve estar condicionado, de forma a garantir proteção contra as intempéries e contra o destacamento, visto que, a queda de objetos pode gerar injúrias sérias, e até fatais. Dessa forma, é mais utilizado o emboço armado em fachadas, também devem ser executadas as pingadeiras, frisos e outras saliências que impeçam o escoamento da água da chuva pela parede.

3.3 PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO

O planejamento, o gerenciamento e o controle de produção são essenciais para o desenvolvimento de qualquer empresa, seja para otimizar o sistema produtivo, para racionalizar os recursos ou para melhorar a qualidade do produto. Eles trazem a garantia de que, mesmo que os processos da empresa não corram de acordo com o previsto, sejam administradas medidas de correção, almejando a evolução ao longo do tempo. De forma oposta, a falta deles leva a altos índices de desperdício, retrabalho e grandes tempo de produção, desvalorizando a empresa como um todo.

Para algumas empresas a inovação tecnológica está ao seu alcance, o que permite que algumas práticas onde as medidas de controle mais simples, sejam utilizadas mais corriqueiramente. Para as demais, é necessária uma alternativa de baixo custo, para alcançar as novas metas impostas pelo mercado. Devido a ambos os casos, essa linha de pensamento vem ganhando força na construção civil, visto que, devido ao contexto sócio tecnológico, grande parte dos serviços realizados ainda são feitos de forma manual.

Entre as diversas práticas de gerenciamento de produção, os que mais se encaixam na construção civil são os que priorizam a tomada de decisão de forma que não restrinja o sistema produtivo, permitindo adaptações com o avanço da obra. Essas ações envolvem uma gama de aspectos variáveis e mutáveis, entre elas orçamento, gestão de pessoas, plano de ataque, entre outros. Elas também possuem diversos

níveis de abrangência, seja no caso de uma ferramenta que facilite determinado serviço, até a cronologia de execução dos grandes serviços.

Com isso, serão apresentados, a seguir, algumas ferramentas e filosofias aplicáveis a gerenciamento e controle de produção em obras de construção civil. Elas serão colocadas com o intuito de elucidar a sua aplicação em empreendimentos e, posteriormente, fazer uso delas nas propostas desenvolvidas no trabalho.

3.3.1 Ciclo PDCA

A primeira filosofia de gestão, que será colocada, é o ciclo PDCA, em sua variação OPDCA. Basicamente, ele consiste numa forma cíclica de analisar parcelas ou o todo de um processo produtivo. Busca pontos passíveis de melhorias, para promover mudanças nestes pontos e analisar os resultados das alterações.

Embora o desenvolvimento tenha sido creditado a Walter E. Shewart, foi modificado e ganhou notoriedade com o estadunidense W. Edwards Deming em 1950. Ele é considerado, por muitos, como o pai do controle de qualidade moderno, foi desenvolvedor e colaborador de várias técnicas na área, entre elas o controle estático do processo, tendo ampla atuação nos Estados Unidos e nos processos de reconstrução pós Segunda Guerra do Japão.

Segundo Fonseca (2006, pág. 5), “Os ciclos PDCA para controle, melhoria e planejamento da qualidade podem ser empregados de modo conjunto, de acordo com a forma de gerenciamento desejada.” O método separa a gestão nas quatro partes ilustradas pela Figura 4, e funciona de maneira cíclica, de forma que é possível aplicá-la sucessivamente melhorando cada vez mais o processo produtivo.

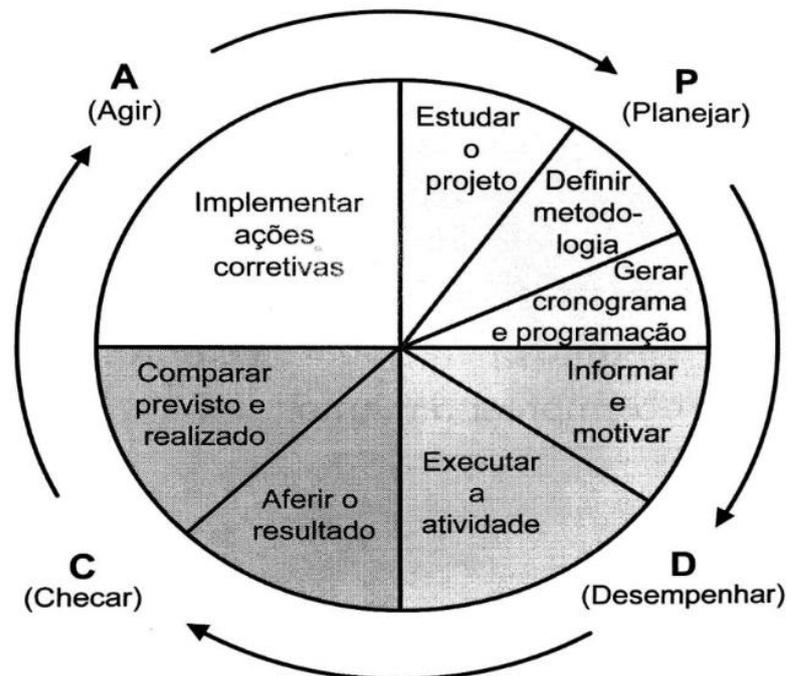
A letra “P” corresponde a “PLAN” (planejar) e é a parte inicial do ciclo, onde se faz todo o planejamento teórico da linha de produção. Parte-se do estudo do projeto e da conformidade entre ele e instalação em loco, da metodologia de serviço, plano de ataque e gerenciamento de insumos e equipes de serviço, e monta-se o cronograma de execução. Quanto mais analisada e detalhada essa etapa é, maior a probabilidade de que se atinja as metas previstas.

A letra “D” equivale a “DO” (fazer), e refere-se à execução e concretização do que foi estabelecido, na parte anterior. Nessa etapa, o treinamento e inserção da equipe de serviço, quanto metodologia que será utilizada, é fundamental para que sejam realizados os procedimentos da maneira como foram planejadas.

A letra “C” consiste em “CHECK” (checar). Nesta fase, observa-se a execução real, a procura de qualquer diferença entre ela e o que foi planejado, ou incoerências causadas por algum fator que não foi previsto anteriormente. Nessa fase, o controle de produção é fundamental, com levantamento do rendimento e do desperdício, comparando o realizado com o idealizado.

Por fim a letra “A” representa “ACT” (agir). Nessa parte, corrige-se os problemas encontrados na etapa anterior, com medidas de correção e reformulação dos processos inadequados. Busca-se, nessa etapa, a melhora efetiva do processo, seja em termos de produção como de qualidade.

Figura 4 – Ciclo PDCA



Fonte: MATTOS, 2010, pág. 37.

É necessário colocar que as ideias pregadas pelo PDCA devem ser seguidas por todos os envolvidos no processo produtivo, tanto projetistas e administradores quanto empregados. Assim, distribui-se a responsabilidade dos resultados entre todos os integrantes da empresa. Interpretando os paradigmas acima é possível observar a possibilidade de aplicação direta na engenharia civil, em diversos empreendimentos

da mesma empresa, ou mesmo em um só, na medida em que se avança durante suas fases.

Como colocado no início do item, esse método de gestão pode ser aplicado a diversos níveis da produção, tanto em um determinado serviço específico, melhorando a técnica e ferramentas, quanto em níveis globais de execução, reposicionando tarefas dentro do cronograma geral. Também, a aplicação sucessiva do ciclo tende a ocasionar melhoras contínuas na produção, sanando os problemas nos diversos setores da empresa.

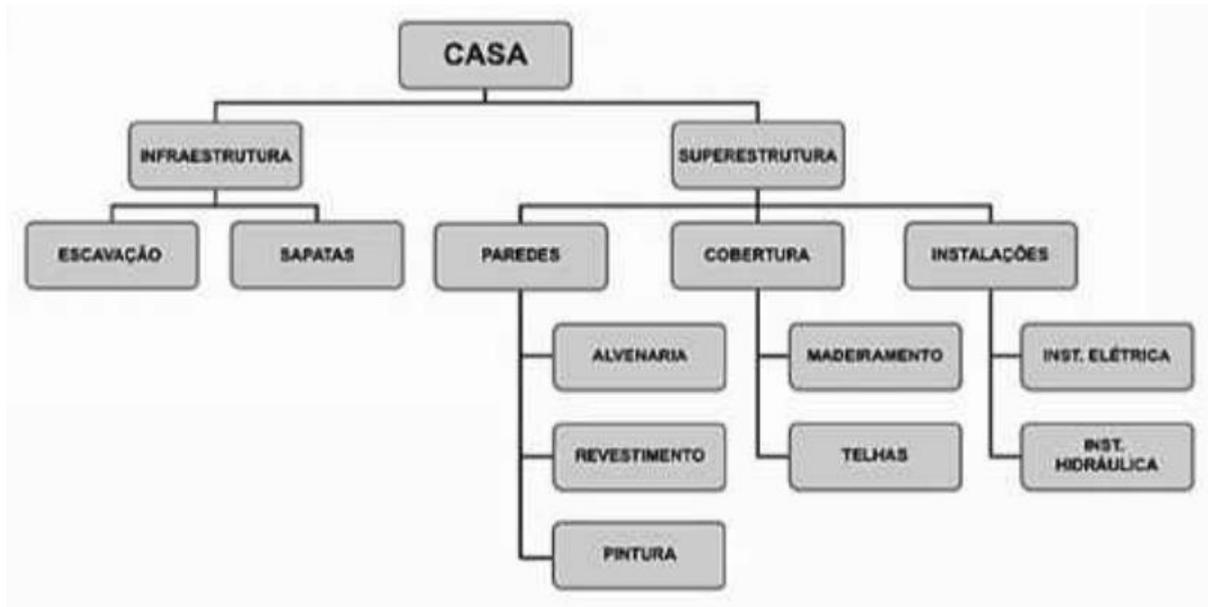
3.3.2 Diagramas de rede

A segunda ferramenta administrativa, e, sem dúvida, de suma importância, é o planejamento. É com ele que a empresa idealiza teoricamente todas as atividades, infraestrutura, custos e estabelece metas para posterior execução. Quanto maior a reflexão a respeito do sistema, maior a probabilidade de que se cumpram as metas prescritas, e menor as chances de que algo saia do previsto.

A previsão orçamentária depende do tipo de empresa, do contexto socioeconômico na qual ela está inserida, do capital inicial disponível e de outros diversos fatores complexos e variáveis. É necessária uma análise, caso a caso, para garantir o nível de detalhamento necessário, portanto, as ideias serão excluídas do trabalho.

O planejamento começa pela identificação das atividades do projeto, primeiro de um modo geral e abrangente, compondo assim o escopo, para depois dividi-lo em atividades menores e mais delineadas, até que se alcance o nível de detalhamento desejado. O produto desse processo se dá o nome de, estrutura analítica de projeto (EAP), é a parte principal do planejamento, já que a descaracterização ou omissão de uma atividade pode ser extremamente prejudicial, tanto para cumprir o orçamento previsto como na medida em que pode embargar a atividade seguinte (MATTOS, 2010, pág. 45). A Figura 5 apresenta um exemplo genérico de EAP em uma obra unifamiliar:

Figura 5 – Exemplo de EAP.



Fonte: MATTOS, 2010, pág. 60.

Na imagem acima é possível observar que há diferentes segmentos na EAP, cada um com diferentes níveis de desmembramento. Novamente, o número de níveis é critério da parte planejadora, de modo que seu término corresponde ao momento em que se define como nível suficientemente detalhado, a fim de evitar excesso de informações.

Com a EAP em mãos, parte-se para o detalhamento dela, especificando a duração de cada item, de modo que, conjuntamente com o quantitativo gerado como parte do EAP, seja possível situar um prazo para cada atividade. Mais especificamente, a duração pode ser calculada a partir de resultados de produtividade, ou custos unitários, de outras empresas ou banco de dados, como as tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – (SINAPI), utilizadas por várias empresas, na unidade que ofereça melhor entendimento e confiabilidade. Ainda a considerar, existem as tarefas com tempo fixo e determinado, que não dependem da produtividade, como a cura do concreto, por exemplo.

A estimativa da duração é a parcela do planejamento mais cheia de incertezas, devido a fatores variáveis, como a experiência dos funcionários, clima desfavorável, logística deficiente quanto aos insumos necessários, ou a dependência de uma determinada atividade em relação à anterior. Ainda assim, a estimativa, se feita com

coerência, e com a distribuição de folgas estratégicas para compensar os atrasos, deve oferecer credibilidade suficiente para a montagem de um cronograma com as mesmas qualidades (MELO, 2016).

A seguir, organiza-se a sequência das tarefas e suas relativas dependências, com o intuito de relacioná-las dentro do cronograma, e permitir o melhor estudo das restrições do sistema. As relações de dependências mostram a cronologia lógica de execução dos serviços, organizando o cronograma de forma que as tarefas que necessitem de serviços anteriores sejam postas de fato após eles.

A um primeiro momento parece óbvio, mas a relação entre as atividades pode ser extremamente complexa, visto que, a totalidade que compõem um sistema produtivo é ampla. No contexto do trabalho, por exemplo, a alvenaria pode ser executada após a cura das lajes e dos pilares. Porém pode ser preferível a execução da alvenaria após a concretagem do pavimento seguinte, uma vez que, nesta etapa de execução, existem diversos outros serviços que ocupam o canteiro, e podem ser realizados somente quando o clima permitir. Assim, o cronograma deve compreender essa necessidade que vai além do óbvio, para que se obtenha um sistema contínuo e ágil.

Entre os diversos tipos de dependências, a mandatória é a que causa mais impacto na tarefa sucessora, pois, para que a última seja iniciada, necessita-se que a primeira esteja completa. Caso a primeira não seja finalizada, ocorre um atraso na tarefa sucessora, e possivelmente no sistema.

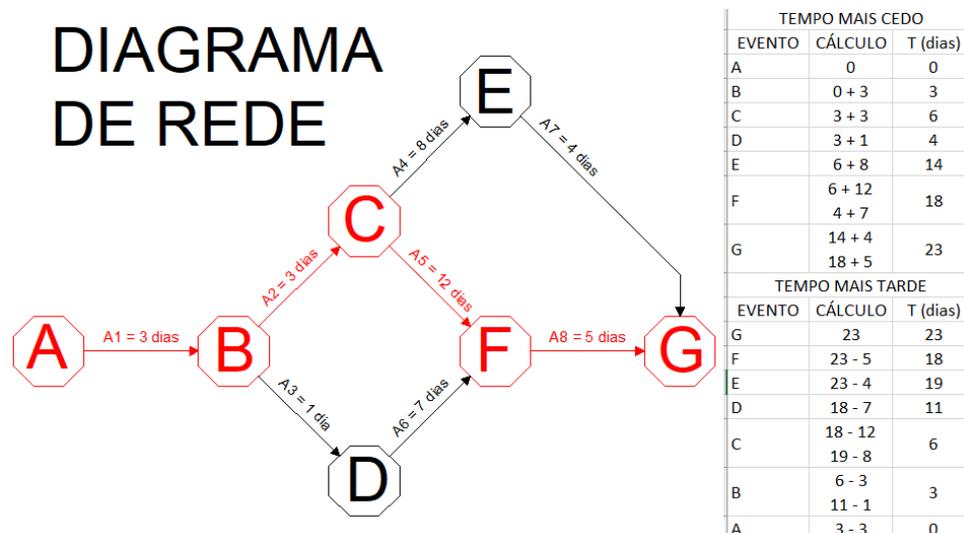
Ainda a relação preferencial também necessita de atenção pois, geralmente relaciona tarefas independentes, mas com diferentes importâncias. Dessa forma, com reflexão a respeito, se firma a preferência entre uma ou outra por um motivo determinante, como por exemplo, a possibilidade de embargar maior número de tarefas sucessoras, ou o maior tempo de execução, caso objetive-se um sistema que evolua por inteiro.

Ainda existem outros tipos de dependência como a término-início, início-início, entre outras ficando a cargo da parte planejadora a especificação delas. O que é certo é que a tomada de decisão quanto as relações de dependência devem condizer com a ideia de produção como um todo, para que o sistema tenha certa flexibilidade onde é possível, ou rigidez onde necessário. Segundo Mattos (2010, pág. 97) “Uma sequência incorreta de atividades vai gerar um produto sem qualquer aplicabilidade prática” corroborando os argumentos acima.

Em posse de todos esses dados encaminha-se ao desenvolvimento do diagrama de rede para posterior obtenção do caminho crítico, ou seja, o máximo tempo de operação de todo o sistema. O diagrama de rede é nada menos do que a representação gráfica dos dados anteriores, respeitando suas precedências. Com ele é possível visualizar a sequência de produção cronologicamente de forma que se possa destacar as atividades que demandam maior tempo. Também, no diagrama é possível definir as tarefas onde existem folgas no cronograma, e como elas irão absorver possíveis atrasos.

Para a obtenção do caminho crítico, define-se no diagrama como tempo mais cedo de um evento como a soma entre a duração da atividade que chega a ele e o tempo onde ela se origina (caso exista mais de uma atividade chegando ao evento adota-se a de maior resultado). Inversamente define-se como tempo mais tarde de um evento como a subtração entre a duração da atividade que sai dele e o tempo da atividade posterior (caso exista mais de uma atividade que sai do evento adota-se a de menor resultado). Por último é definido evento crítico como eventos onde o tempo mais cedo é igual ao tempo mais tarde. Assim o caminho crítico é aquele composto pelos eventos críticos. Para melhor entendimento é mostrado na Figura 6 um exemplo generalista de diagrama de rede.

Figura 6 – Exemplo de Diagrama de Rede.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

É possível observar as tarefas organizadas segundo sua cronologia de execução, sem ênfase nas relações de dependência, embora seja possível indiciar as mandatórias e os pontos onde podem existir as preferenciais. O diagrama inicia em um evento “A” único, partindo para uma única atividade “A1” com sua duração, até chegar ao evento “B”, e assim por diante. Os respectivos tempos estão mostrados na tabela ao lado e os eventos e o caminho crítico ficam destacados em vermelho. Também se visualiza eventos de onde partem tarefas em paralelo, onde a defasagem entre as tarefas corresponde as folgas. Nota-se que o caminho crítico não possui folgas.

Portanto, o cronograma é uma ferramenta de gestão, com fácil visualização que resume todo os dados obtidos no processo de planejamento. A esquerda indica-se a tarefa e a direita, em barras coloridas de acordo com as colunas, indicam seu início e término. Há inúmeras possibilidades de elementos gráficos possíveis no cronograma, como por exemplo, flechas indicando a relação de dependência, coloração diferente para o caminho crítico, entre outros.

Apresentado o entendimento, deve-se salientar que, mesmo que considerada por alguns estudiosos a que melhor se encaixa na construção civil, essa é uma das muitas filosofias de planejamento. Ainda existem diversas outras, que podem ou não atender as necessidades da empresa, dependendo da sua área de atuação.

3.3.3 Horizontes de planejamento

Uma contraproposta, a linha de planejamento anterior, é o planejamento na forma de horizontes, sendo sua principal função organizar uma programação das atividades, segundo o seu prazo de execução, e determinando metas. Dessa forma, em posse dos dados levantados com o controle de produção, é possível a avaliação do cumprimento ou não das metas, e em caso de não cumprimento, apontar causas e aplicar medidas corretivas.

A aplicação dessas diretrizes tem a função principal de intermediar o planejamento com o setor de produção, e conceder mutabilidade ao planejamento, de forma que alteração no cronograma principal não seja prejudicial a empresa. Para isso, se estabelece os planejamentos de longo, médio e curto prazo, bem como, seus respectivos níveis hierárquicos onde são utilizados, compondo o sistema Last Planner (LPS). Mendes Junior (1999, pág. 29) coloca que “A proposta de três planos de obra

tem por objetivo garantir a integração entre as decisões táticas da gerência operacional da empresa e a equipe do canteiro.”

Mais especificamente para o setor da construção, o planejamento de longo prazo, planejamento mestre no sistema LPS, tem, geralmente, o horizonte de meses, e abrange as grandes etapas da obra, é mais utilizado pelo setor de gerenciamento, e tem menor mutabilidade. O de médio prazo, planejamento Lookahead no sistema LPS, tem, geralmente, o horizonte de semanas, sendo utilizados na logística e tática do canteiro, seja na compra de insumos e ferramentas, na manutenção das equipes de trabalho ou também a um nível gerencial. O planejamento a curto prazo, planejamento de comprometimento no LPS, tem horizontes de dias e utilização direta no setor produtivo, estabelecendo a programação de atividades dos funcionários em um curto período.

Dos três planos os que tem maior impacto sobre o sistema são os de médio e curto prazo, visto que, ambos têm maior nível de interação, não só com o setor produtivo, mas também entre eles.

O sistema Last Planner utiliza um mecanismo de proteção da produção contra a variabilidade, denominado de shielding production, no nível de planejamento de curto prazo, e a identificação e remoção sistemática de restrições, no nível de médio prazo, que contribui para melhorar a confiabilidade dos fluxos de trabalho. (MOURA, 2009, pág. 57)

Assim, é observado que o planejamento de curto prazo, nos termos do autor, “protege” o sistema, de maneira que, a tomada de decisões neste plano não comprometa o sistema como um todo. Por outro lado, o de médio prazo tenta devolver certa mobilidade ao sistema, o que facilita e flexibiliza a tomada de decisões.

3.3.4 Acompanhamento e controle de produção e qualidade

O acompanhamento e o controle de produção correspondem a terceira etapa do ciclo PDCA, sendo fundamental para o aferimento da produtividade da empresa. A coleta e organização de informações, a respeito dos trabalhos, mostra de uma forma conclusiva o cumprimento, ou não, das metas estabelecidas pelo planejamento.

O desafio do controle de produção começa na aferição de forma numérica dos serviços, por parte da equipe técnica, devido a heterogeneidade de processos em um

sistema produtivo. Para correlacionar a produtividade dos vários serviços é necessária a escolha de uma unidade única de medida, que os meça de forma representativa .

Por exemplo, a utilização de unidades homem/hora pode ser suficiente para a medição de tarefas onde o ritmo de trabalho é constante e invariável. Porém quando a produção está atrelada a um quantitativo de insumos essa unidade não é adequada, pois o ritmo do serviço pode variar.

É necessário que se estabeleça uma unidade que corresponda fielmente a todo o sistema, para que faça sentido correlacionar as informações. Segundo Koskela (1992), o processo de controle convencional não leva em conta as perdas relacionadas ao desperdício. Assim, é possível concluir que o levantamento de informações deve ser intensamente criterioso, para que seja possível a análise do sistema de produção como um todo. Isso vale, também, para a qualidade do produto desenvolvido.

Por fim, é necessária uma forma de apresentação gráfica dos dados levantados, para que sejam de fácil visualização as várias partes da linha produtiva, onde cumpriram-se as metas e onde ocorreram atrasos. Dentre as possibilidades, segundo Mattos (2010), a Linha de Balanço é a que mais se encaixa em processos repetitivos, como é o caso da empresa. Ela basicamente separa a execução de forma a evidenciar as atividades dentro do ciclo, e ligá-las com uma linha, sendo sua inclinação o indicativo do ritmo de produtividade.

É necessário expor que este trabalho traz a proposta hipotética de configuração de uma empresa, que, portanto, não é real. Assim, é possível apenas desenvolver o primeiro planejamento dos critérios de controle de produção, e frisar a importância do ciclo PDCA para a melhora dele. A representatividade das medidas, que ainda serão escolhidas, não é confirmada em campo, e, portanto, passíveis de erro, mesmo buscando as que mais se ajustam ao contexto da empresa.

4 DESENVOLVIMENTO

Primeiramente, as delimitações de atividades da empresa são definidas em execução de paredes em alvenaria e revestimentos em argamassa. Seguindo o mesmo raciocínio de dinâmica, que será mostrado posteriormente, demais tipos de revestimento, como cerâmico, por exemplo, poderiam ser incorporados as áreas de atuação da empresa, porém, serão omitidos deste trabalho, devido a impossibilidade da discussão do tema em um só artigo de TCC, ficando como sugestão para trabalhos posteriores.

Dentro do contexto de mercado atual os problemas mais corriqueiros são as perdas por desperdício, e a falta de qualidade do produto. É possível observar que, ambos os problemas são resolvidos com mão de obra especializada e planejamento de execução. Porém, há inúmeros obstáculos econômicos e administrativos que impedem a obtenção de treinamento dos funcionários.

O exemplo mais pertinente é o aumento da remuneração deste tipo de serviço em relação ao usual. Para empresas menores o capital de giro pode não absorver tais despesas, de maneira que se torna inviável a contratação de funcionários treinados. Para as demais empresas o investimento em treinamento dos funcionários aumenta o custo de mantê-los contratados, e mesmo que esse custo seja compensado há longo prazo, pela maior produtividade, há o risco de perda do funcionário antes do período de retorno do investimento.

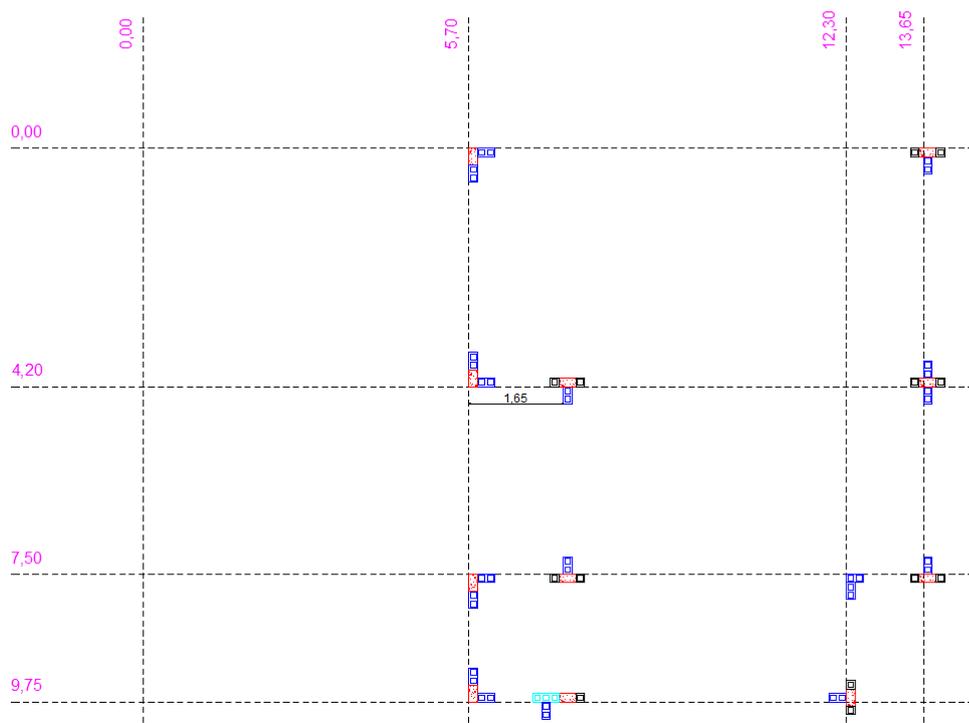
Com isso, esta empresa é idealizada com o intuito de inserir a mão de obra especializada em levantamento de alvenaria e revestimentos de argamassa, em qualquer obra. Ao contrário das demais empresas, o investimento no treinamento dos empregados é preponderante para manter a produção a níveis atrativos de mercado. Além disso, a qualidade da parede resultante dessa mão de obra é superior, o que atrai ainda mais à contratação dos serviços prestados.

4.1 DETALHAMENTO DE PLANTAS

Detalhamento é ferramenta indispensável para transmissão do planejamento aos funcionários, garantindo, portanto, a execução da boa prática e prevenção contra desperdícios. Assim sendo, é imperativo um nível mínimo de esclarecimento dos projetos, para evitar a necessidade de adaptações e improvisações em obra.

As primeiras plantas são as de 1º fiada, 2º fiada e de marcação de paredes. Basicamente essas plantas permite a localização e disposição básica de cada parede in situ. Idealiza-se que esta planta será montada para que haja uma cronologia de execução de parede, de maneira que todo o empreendimento seja executado de uma maneira previamente projetada para facilitar a circulação em obra. Um exemplo de planta de marcação é colocado na Figura 7.

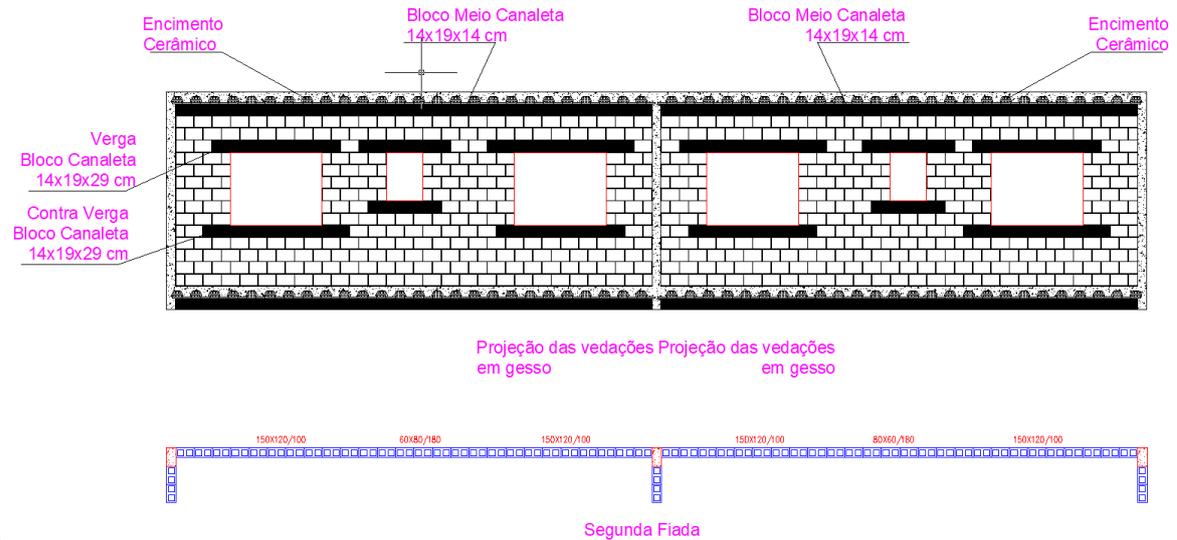
Figura 7 – Exemplo de parte de planta de marcação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A segunda e mais importante medida de planejamento é a paginação das paredes. A planta de paginação é um esquema que mostra, em vista frontal ou 3D, em que posição cada bloco será colocado na parede, como a colocado na Figura 8. Como ferramenta de planejamento ela também oferece uma maneira inicial de montar o quantitativo. Segundo Roman (1996, pág. 11) “para permitir o planejamento e a descrição da execução da alvenaria, deve-se realizar a paginação das paredes, descrevendo-as graficamente uma a uma com as representações de blocos utilizados, aberturas, instalações e soluções construtivas.”

Figura 8 – Exemplo de paginação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Tendo em vista que a maioria dos projetos não são planejados segundo a modulação de qualquer família de bloco, e que existem erros na execução da estrutura, a utilização de blocos compensadores, blocos de diferentes medidas e em último caso blocos cortados é inevitável. Com a paginação é possível projetar e detalhar a posição desses blocos, sempre procurando evitar o corte deles e manter a amarração adequada.

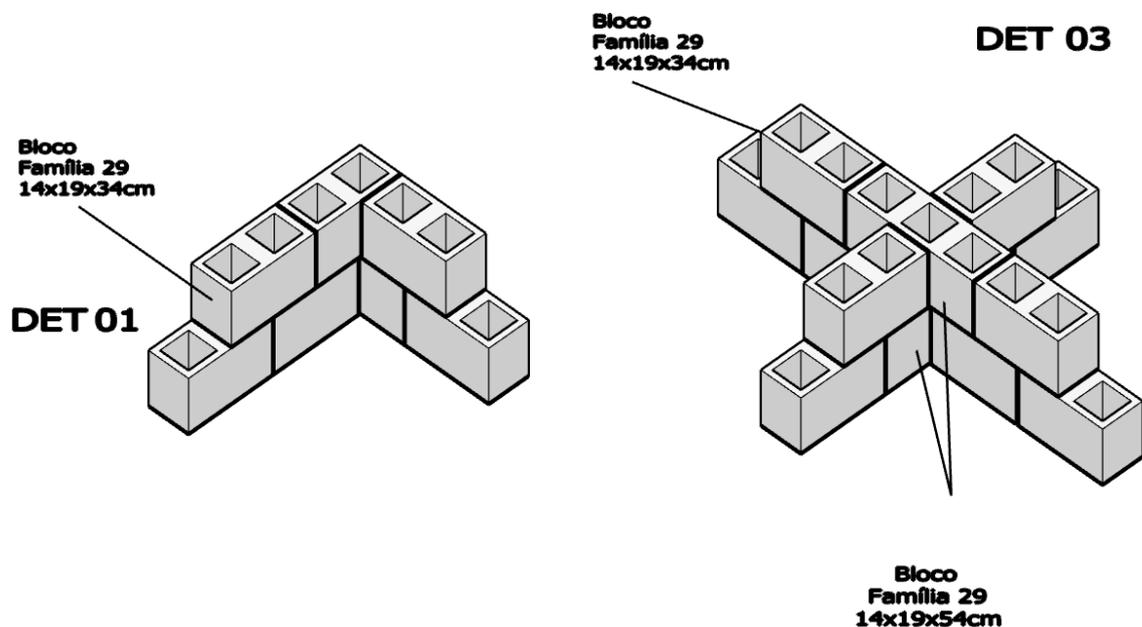
Por outro ângulo, Souza (2005) aponta que há uma perda relacionada à medição de alvenaria medida em área, sendo mais eficiente medir na forma de número de componente assentes. Com este pensamento, conjuntamente com a planta de paginação, é planejado um relatório dos tipos e das quantidades de cada bloco componente da parede paginada.

Ainda, a planta de paginação pode destacar até que altura a parede deve ser assentada em um dia, para que não ocorram o esmagamento das juntas de assentamento. O relatório dos blocos também segue esse raciocínio, separando a parede em partes menores.

Por último, a planta de detalhamentos tem o objetivo de garantir e reforçar o entendimento de algumas amarrações e pontos onde o assentamento pode ser mais complexo. Ela é feita para qualquer parede que o projetista julgue necessário e

geralmente mostra os detalhes em perspectiva isométrica, como no exemplo da Figura 9.

Figura 9 – Exemplo de detalhamento



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Vale a pena ressaltar que o fácil entendimento por parte do funcionário é imprescindível. Assim sendo, todas as plantas devem ser enxutas, claras e padronizadas para que o empregado possa ler, entender e executar os serviços de forma adequada. Também, durante o treinamento propiciado ao funcionário, será assegurado o conhecimento a respeito dos padrões das plantas da empresa, garantindo assim a correta leitura delas.

4.2 TÉCNICAS E FERRAMENTAS

Primeiramente, o fato do sistema estar amplamente inserido no mercado possibilita a aplicação direta de parte do ciclo PDCA, mesmo antes da abertura da empresa, para um primeiro refinamento das técnicas e ferramentas. Assim, busca-se os quatro fatores a seguir: eliminar alguns problemas relacionados a serviços manuais; melhorar o rendimento e produtividade; conceder mobilidade

estrategicamente posicionada ao sistema; harmonizar a mão de obra da empresa com a mão de obra local.

Com o firmamento das técnicas únicas o sistema produtivo torna-se altamente restrito, reduzindo a possibilidade de erros de execução. Porém, o sistema perde muita mobilidade, de forma que a ocorrência de problemas pode descontinuar a produção. Para devolver certa mobilidade para a execução prescreve-se frentes de trabalho separadas de parede em parede, dessa forma, caso o assentamento de alguma parede seja impossibilitado por algum fator, o serviço segue para a parede seguinte sem interrupção.

A parte de locação é feita com níveis eletrônicos como o da Figura 10, esquadros e trenas a laser, escolhidos de acordo com sua precisão. Também, podem se fazer necessários anteparos, para casos onde a superfície de medição não é compatível com esses equipamentos. Assim, locam-se os pontos chave, como encontro entre paredes, juntas de controle e posicionamento de esquadrias, verifica-se o esquadro e alinhamento entre as paredes, pontos e pilares, para então executar as amarrações.

Figura 10 – Nível a laser



Fonte: Catálogo Bosch.

Concomitantemente com a locação, o transporte dos blocos até o pavimento de execução é executado. Outra medida de gestão tomada, neste momento, é que os blocos serão selecionados e transportados de acordo com a parede onde serão assentados, levando em consideração a cronologia de execução prescrita, assim como uma folga de blocos, para eventuais necessidades. Com isso, a aceitação do bloco é realizada anteriormente ao transporte, deixando os rejeitos convenientemente no primeiro piso, já próximo do local de descarte.

Para esta etapa são selecionados dois tipos de carros de transporte de bloco. Ao contrário do usual, onde se usa o carro de mão convencional, pela versatilidade em outros serviços, busca-se um meio de manter a integridade do bloco e preservar o vigor físico do funcionário. O primeiro é o carro plataforma representados na Figura 11.

Figura 11 – Carro Plataforma



Fonte: Catálogo Lynus

Ele tem maior tamanho e capacidade, porém necessita de espaço de manobra e tem baixa versatilidade. O objetivo é que os blocos sejam deixados em cima do carro indefinidamente, para que, em casos de paredes longas, o carro acompanhe o assentamento. Também, se busca, com ele, um meio de harmonizar a mão de obra e insumos utilizados pela empresa com a local.

Assim, caso haja a necessidade de mover os blocos para que se realize algum serviço, isso seja feito de maneira rápida e com esforço mínimo. Com isso, são utilizados, no mínimo, dois desses carros por pedreiro, sendo um para o lance de

parede, que está sendo executada, e um para os blocos destinados a compensações dimensionais.

Além disso, é possível prever que, devido a variação de qualidade na execução da estrutura entre as diferentes obras, onde a empresa operará, a reconfiguração de blocos da parede em relação ao projetado na planta de paginação pode ser necessária. Assim sendo, para evitar eventuais cortes de blocos, juntas de espessura inadequada ou interrupção no levantamento, idealiza-se que blocos extras utilizados para compensação dimensional, tais como o compensador, blocos de família ou medidas diferentes, fiquem à disposição do pedreiro. Então, pensando no parágrafo anterior, é disposto um carro a mais para o transporte desses blocos.

O segundo é o carro “gaiola” representado na Figura 12, devido a sua maior versatilidade que o outro, em obras onde o transporte vertical não compreende o carro anterior. Ou mesmo em momentos onde exijam maior facilidade de manobra, pois esse carro oferece a melhor solução.

Figura 12 – Carro gaiola



Fonte: Catálogo Rotterman.

A seguir, de acordo com a ordem estabelecida na planta de marcação executa-se a limpeza, molhagem do piso e levantamento da primeira parede, até a altura estipulada na planta de paginação. Correlacionando com o transporte de blocos, só estarão disponíveis os blocos para o assentamento até a altura correta, mais a folga estipulada, já presente no pavimento, evitando definitivamente o esmagamento das juntas. E, como os blocos para a próxima parede já estarão disponíveis, não há risco de que o assentamento seja interrompido.

É especificado que o assentamento seja feito com a colher meia-cana, para uniformizar a espessura das juntas horizontais, e bisnaga para as verticais, sendo que a última é executada pelo servente, com argamassa de consistência diferente, aumentando a produção. A colher de pedreiro padrão é utilizada somente para o chapisco no assentamento, e para o encunhamento, quando não for possível o uso de argamassa expansiva.

Para facilitar o trabalho do pedreiro são utilizados dois níveis a laser, um no sentido paralelo e outro perpendicular à parede, para o prumo e nivelamento respectivamente, gabaritos metálicos, para garantir o posicionamento e tamanho das esquadrias, e andaimes com três patamares, para que sempre se trabalhe a uma altura confortável. A instalação desses equipamentos é feita pelo servente, sempre na próxima parede a ser assentada, mais uma vez objetivando um sistema contínuo. Dessa forma, são necessários pelo menos dois conjuntos desses equipamentos por pedreiro.

Outra medida é que, dentro do contexto da empresa, a utilização de “ferros-cabelo” não é interessante pela demora de aplicação, e como a empresa não tem poder sobre a execução da estrutura, as esperas também não são uma opção. Portanto, as telas metálicas são utilizadas para o tratamento da junção com os pilares, demandando além das telas e pinos, a compra da pistola finca-pinos.

É necessário frisar que as telas não conferem o mesmo poder de amarração do que os “ferros-cabelo”, assim em casos extremos, eles serão utilizados. Por isso, é necessária a compra de furadeiras e brocas para concreto, mesmo que essas não sejam utilizadas, para que não se tomem outras medidas além das prescritas, devido à falta dessas ferramentas.

Quanto às vergas, contravergas e cinta de amarração, é preferível a instalação de elementos pré-moldados para janelas menores e portas, e concretadas em loco, com a utilização de blocos canaleta e armação em treliça, em casos onde o elemento

pré-moldado se torna muito pesado para manuseio. Porém, a utilização de cada tipo está atrelada a modulação dos blocos, e, portanto, varia de acordo com a situação, não sendo possível determinar uma solução universal. Ainda assim, é interessante que as peças concretadas em loco sejam executadas no mesmo momento. Portanto a planta de paginação deve separar a parede e partes que objetivem essa medida.

No final do processo de levantamento, respeitado o tempo de cura do painel, o encunhamento é executado, preferivelmente com argamassa expansiva, pelo tempo de execução e cura. Todavia, a coordenação vertical ou a necessidade de maior absorção de movimentações podem inviabilizar essa medida, tornando necessário o encunhamento com tijolos cozidos dispostos a 45 graus, novamente dependendo da situação.

Por fim, as camadas de revestimento de chapisco e emboço, são realizadas com projetores de argamassa, semelhante ao da Figura 13, com rendimento de aproximadamente 70 m²/hora, segundo o fabricante. Para esses projetores de argamassa os fabricantes recomendam traços com fluidez e plasticidade próprios para projeção, dosados em indústria ou traço pronto com incorporação de aditivo. Assim a complexidade de produção em obra da argamassa aumenta, sendo preferível a compra de argamassa industrializada.

Figura 13 – Projetor de argamassa



Fonte: Catálogo ANVI.

O transporte vertical também é preponderante para a escolha do tipo de argamassa. O fabricante do projetor tem no catálogo de vendas bombas de argamassa com capacidade de elevação vertical de 50 metros, sendo ideal para a utilização de argamassa industrializada com bombeamento do pavimento térreo. Assume-se que obras com alturas maiores tenham sistemas de transporte vertical que facilitem o transporte de argamassa em sacos ou industrializada.

Mesmo assim, com o intuito de viabilizar a execução em todo os tipos de obra, determina-se a obtenção de um misturador de alto rendimento para acompanhar o rendimento do revestimento e do assentamento, e padiolas de fibra de tamanho compatível com os carros de transporte específicos.

Com o intuito de manter a espessura da camada de emboço são utilizadas mestras de metalon e cantoneiras em arestas, que permanecem embutidas na parede após a execução do reboco. Elas permitem assegurar a espessura e regularidade, facilitando o uso de emboço como camada final de revestimento. É recomendável que em dias quentes não se execute o reboco em parede onde haja a incidência direta de sol, para evitar o ressecamento da massa. Ainda assim, será feito o uso de massa corrida acrílica ou de acetato de polivinila (PVA), em pontos onde o emboço ainda apresenta irregularidade, fazendo o uso de desempenadeira com espuma e lixa.

Ainda, para o revestimento de fachada são necessários andaimes fachadeiros, que apesar de caros, são necessários para não reduzir o rendimento do sistema de projeção. Conjuntamente com os andaimes também devem estar em conformidade equipamentos para trabalhos em altura, de acordo com a NR 35, e telas plásticas para aparar objetos em projeção ou queda.

Para a maioria dos empreendimentos o custo inicial desses equipamentos não compensa sua compra, mas no contexto da empresa o ganho de produtividade e o constante uso desses aparelhos viabilizam a sua obtenção. Assim sendo, garante-se a maior produtividade em relação a execução usual desses sistemas, dando maior incentivo na contratação da empresa.

4.3 PLANEJAMENTO DE EQUIPES E FRENTES DE TRABALHO

Estabelecidas as ferramentas e técnicas, é possível a montagem do escopo da execução, dando melhor forma ao processo produtivo. Machado (2014), pondera a respeito da importância do escopo dentro da sequência de planejamento, dando ênfase na ideia de que a análise por parte do planejador é fundamental para o êxito do projeto. Segundo Machado o nível de abrangência do escopo deve estar coerente tanto com o detalhamento necessário a evitar falta ou excesso de informações, quanto com os horizontes de planejamento.

Inicialmente, estipula-se quatro grandes serviços: serviços preliminares gerais; serviços preliminares por frente de serviço; assentamento; revestimento. Assim, a medida de planejamento mais importante é que se estabeleçam equipes para cada um dos serviços, para que cada funcionário saiba a equipe da qual faz parte, e, portanto, o serviço que lhe cabe.

É necessário colocar que, em um período inicial da empresa, não será possível que os funcionários façam unicamente um serviço em todas as obras. Para que isso ocorresse, seria necessário um volume de trabalho grande o suficiente para viabilizar tal premissa, o que provavelmente não se confirmaria em um primeiro momento. Assim sendo, o mesmo funcionário fará parte de várias equipes, trocando na medida do necessário, e de maneira que não afete negativamente o sistema produtivo.

Outro ponto a ser observado é que, como alguns processos estão atrelados a quantitativos, só é possível a obtenção do cronograma real de uma obra em posse dos projetos. Também, em bancos de dados como o do SINAPE, os índices são fruto de uma pesquisa estatística, trazendo, portanto, produtividades médias. Assim, caso o trabalho fizesse uso de tais dados, as durações não seriam representativas do sistema da empresa, resultando possivelmente em diagramas de rede e caminhos críticos com os mesmos problemas. Ainda assim, devido à natureza de cada tarefa, é possível dizer que o caminho crítico nessa etapa passa pelo assentamento da parede. Portanto, as demais tarefas são reajustadas, para que o assentamento seja feito de forma ininterrupta, reduzindo o tempo de execução. Na Tabela 3 é colocada a EAP na forma de tabela, já detalhada segundo o serviço correspondente no escopo.

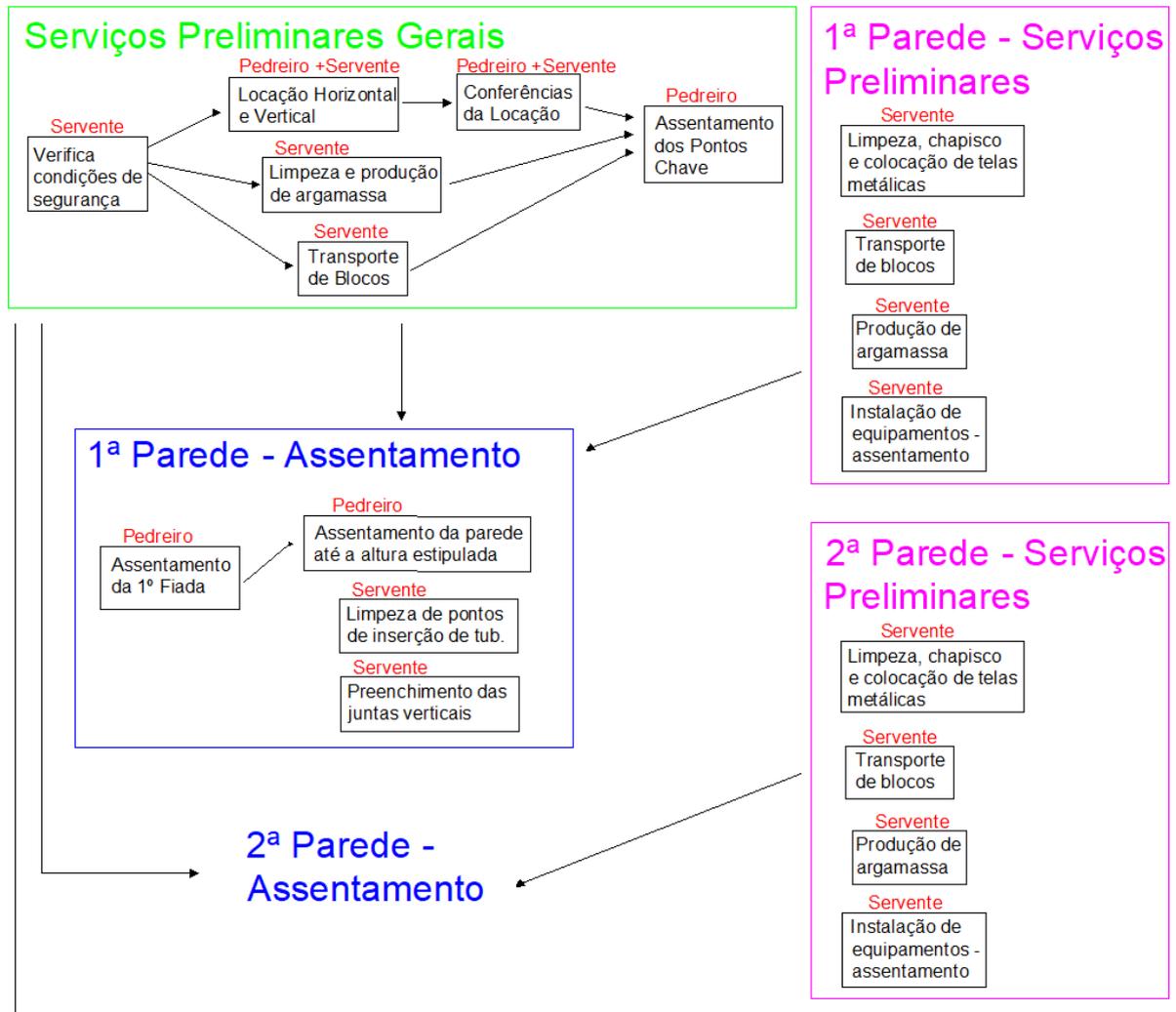
Tabela 3 – Estrutura Analítica do Projeto da empresa.

Serviços Preliminares Gerais	Verificar condições de segurança do canteiro
	Locação horizontal e vertical
	Conferência de locação
	Trasporte de blocos
	Limpeza e produção de argamassa
	Assentamento dos pontos chave
Serviços Preliminares - Frentes de Trabalho	Trasporte de blocos
	Limpeza, chapisco e colocação de telas metálicas
	Instalação de equipamentos - assentamento (níveis, gabaritos metálicos e andaimes)
	Produção de argamassa
	Intalação de equipamentos - revestimento (projedor de argamassa, telas plasticas de fachada e bandeja)
	Limpeza final da parede para aplicação do chapisco de revestimento
	Limpeza final do canteiro e das ferramentas
Levantamento de Parede	Assentamento da primeira fiada
	Assentamento da parede
	Assentamento ou concretagem de vergas e contravergas
	Encunhamento
	Limpeza de pontos de inserção de tubulações
	Preenchimento das juntas verticais
Revestimento	Produção ou recebimento de argamassa (chapisco)
	Projeção do chapisco
	Nivelamento do chapisco
	Instalação das mestras de metalon
	Produção ou recebimento de argamassa (Emboço)
	Projeção do emboço
	Nivelamento do emboço
	Preparo da massa de reboco
	Aplicação de reboco
Lixamento de reboco	

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Ao observar a EAP nota-se, mais uma vez, a necessidade de que, para a produção contínua, a logística das etapas de serviços seja flexível, justificando as frentes separadas por painel de parede. Por outro ângulo, surge a necessidade de especificar a responsabilidade de execução das tarefas para cada funcionário, de forma a acrescentar mobilidade ao sistema. Portanto, o profissional pedreiro participa somente do assentamento, enquanto que a execução das demais tarefas fica a cargo da equipe de serventes. Para melhor entendimento, essas duas etapas foram detalhadas e apresentadas na Figura 14 na forma do diagrama de rede.

Figura 14 – Diagrama de Rede 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

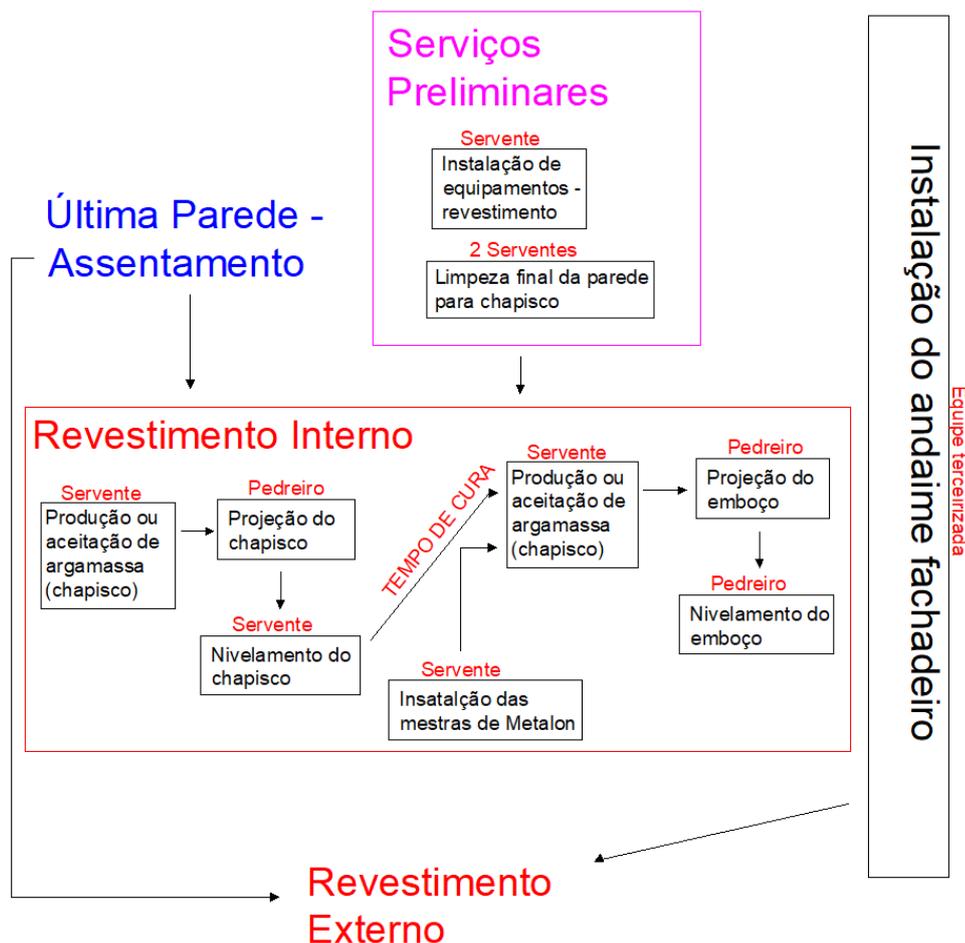
Nota: O diagrama é diferente do citado por Mattos (2010), sendo mais adequado para essa situação. Ele aborda somente as duas primeiras equipes, a fim de dar ênfase ao paralelismo entre as tarefas e flexibilidade do sistema. As equipes foram separadas por cor, verde para a de serviços preliminares e azul para a de levantamento de parede. As tarefas ligadas por setas mostram relações mandatórias, enquanto as não ligadas correspondem a tarefas independentes entre si, sendo também que a tarefa com prioridade de execução está sempre acima e a esquerda no diagrama, e ao lado de cada uma está indicado o profissional responsável pela sua execução.

Primeiramente, é possível observar que o paralelismo dos serviços designados à equipe de serventes confere a mutabilidade requerida ao sistema. Além disso nota-se que o diagrama mostra a troca de frentes de trabalho, logo após o assentamento chegar até a altura máxima de parede, demonstrando mais uma vez a medida contra o esmagamento das juntas.

Também, planeja-se que, dentro da obra, as prioridades das tarefas mudem de acordo com a demanda definida pelo pedreiro. Também há a possibilidade de distribuir as tarefas que desgastam fisicamente o funcionário, preservando a equipe como um todo. É preferível que, para manter a execução ininterrupta, a equipe seja dimensionada com mais serventes do que pedreiro. Portanto, essas etapas demandam a contratação de aproximadamente três serventes para cada pedreiro, números esses sujeitos a mudanças devido as próximas etapas.

Por fim, a equipe de reboco começa os serviços de projeção após a execução de toda a alvenaria do empreendimento, respeitado o tempo de cura do painel de parede, e de maneira que o volume de argamassa encomendado na indústria não sobrecarregue o sistema de projeção. A logística nesse processo também muda, surgindo a necessidade de detalhá-la no Diagrama de Rede 2, da Figura 15.

Figura 15 – Diagrama de Rede 2



Nota: O diagrama segue o mesmo raciocínio que o anterior. Para melhor visualização as tarefas do revestimento externo foram suprimidas, sendo iguais aos de revestimento, externo acrescidas de verificação dos equipamentos de segurança. Também foram indicados os profissionais serventes e pedreiro, somente para correlacionar com a etapa anterior.

Nota-se que, já nas últimas etapas de execução de parede, de maneira prioritária começa-se a montagem do andaime fachadeiro. Essa tarefa, mesmo sendo feita por empresa terceirizada, é demorada. Portanto, o revestimento começa pela parte interna, concedendo maior tempo para a montagem do andaime, sem a parada da linha produtiva. Também, embora exista uma relação mandatória entre as tarefas de projeção e nivelamento, elas acontecem paralelamente, executadas por pedreiro e servente.

A prioridade de execução de reboco entre as paredes muda de acordo com a orientação solar, portanto, inicia-se pela parede onde não haja incidência direta de luz solar, e move-se o serviço de acordo. Esse fator deve estar inserido na equipe, pois é importante para evitar o retrabalho e desperdício, devido ao desprendimento e fissuração.

Visto isso, define-se que para essa etapa se fazem necessários de quatro a cinco funcionários, aproximadamente o mesmo número que analisado anteriormente. Assim, para todo o sistema produtivo, três serventes, mais o pedreiro, cumprem as necessidades, e no caso do revestimento havendo sobra de funcionários. Para evitar funcionário sem serviço, é realizado o levantamento de dados para posterior controle de produção e qualidade, e a limpeza final das áreas ocupadas pela empresa no canteiro, reforçando a necessidade de organização dentro do ambiente da obra.

Também é colocado que, como os serviços dados ao pedreiro possuem maior importância, outorga-se a ele a posição hierárquica acima dos demais, finalizando assim a dinâmica de obra das equipes, que compõem o cerne do planejamento a curto prazo da empresa.

Outro ponto que merece destaque é que, a integração de mais de uma equipe na mesma obra passa diretamente pelo volume de serviço disponível. Caso a obra justifique a atuação de várias equipes, planeja-se que elas trabalhem independentemente em pavimentos diferentes, para que não ocorra conflito entre elas. Também existe a oportunidade de contratar equipes de serventes independentes, que executem serviços como montagem de andaimes fachadeiros, ou serviços dentro de uma equipe específica, conforme requisitado.

Por fim, o planejamento considerou a execução somente de uma obra. Ainda há a chance de existirem várias obras sendo executadas ao mesmo tempo, demandando várias equipes em operação. Nessa perspectiva, haverá a provável possibilidade de realocação de equipes de trabalho entre as várias obras, flexibilizando ainda mais o gerenciamento da empresa.

Também, as obras podem ou não estar em diferentes estágios de execução, ou contratarem somente um dos dois serviços disponibilizados pela empresa, demandando a compra de vários conjuntos de equipamentos, conforme a possibilidade financeira.

4.4 CONTROLE DE PRODUÇÃO E QUALIDADE

Quanto ao controle de produção e qualidade, é necessário colocar que, devido ao fato da empresa ainda estar em fase de idealização, é somente possível a realização de um primeiro planejamento de controle. Além disso a linha produtiva foi desenvolvida já pensando na eliminação de erros de execução como o esmagamento de juntas e a falta ou deficiência de vergas e contravergas.

Souza (2008) pondera a respeito da importância dos indicadores perdas na racionalização e controle de produção. Ele aponta que, apesar da dificuldade de estabelecer tais indicadores, perante a totalidade de procedimentos e insumos componentes em uma obra de edificação, a análise deles traz a possibilidade de direcionar as medidas corretivas, objetivando reduções de perdas.

Os principais indicativos para esse tipo de serviço são a produção por metro quadrado de parede. Portanto para a obtenção de dados na forma de linha de balanço, estabelece-se a emissão de formulários com início e término do assentamento de cada parede, seja ela executada em quantas partes forem necessárias. Também são colocadas as datas de início e término dos serviços do pavimento, ponto onde fecha-se o ciclo da produção. Com isso espera-se criar o indicador de produtividade de toda a equipe, e entre os vários pavimentos da obra, e compará-los um com os outros em busca de padrões de oscilação entre as várias obras da empresa.

Outra medida, esta específica para o pedreiro, é que durante o assentamento é disponibilizado um relatório, em conjunto com a planta de paginação. Com esse relatório ele indica a data e hora, de início e de término, e a altura até onde foi feita o assentamento antes da troca de frente, bem como qualquer alteração executada na

parede, em relação ao que foi estabelecido pela planta, e o porquê dessa diferença. Assim, blocos diferentes retirados ou adicionados à parede e a área assentada por período, são passados ao gestor, para que, em conjunto de outros dados, facilitem a aferição da produtividade do profissional pedreiro e da qualidade da parede executada por ele.

Também será feito no final de cada semana um relatório de controle de estoque, com a quantidade restantes de sacos de argamassa, de blocos separados por tipo, e a falta ou quebra de ferramentas ou equipamento. Isso é importantíssimo para fornecer ao gestor dados que possibilitem o planejamento a médio prazo.

Ainda, como a empresa trabalha somente com dois tipos de materiais por obra (bloco e argamassa), são colocados à disposição dos serventes dois contêineres para a separação dos resíduos. Em contrapartida a equipe de assentamento utiliza em grande escala blocos, enquanto a equipe de revestimento utiliza basicamente argamassa. Dessa forma, o volume de materiais residuais é tomado como um indicativo de racionalização de cada etapa, possibilitando direcionar melhor as medidas corretivas, caso necessárias.

Por último, os funcionários que durante a etapa de revestimento farão o levantamento de dados, devem aferir a espessura de juntas e desvios de prumo, posição ou nivelamento das paredes. Esse levantamento é feito na forma de amostragem, portanto desordenadamente, possibilitando o controle estatístico da qualidade do sistema.

É necessário que durante o treinamento sejam abordadas todas essas medidas, bem como a sua importância para a empresa. A importância da qualidade do sistema deve estar difundida por todo o conjunto de funcionários, para que se possa, através de sua conscientização, produzir padrões de resultados favoráveis à contratação da empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao desenvolver o trabalho conclui-se que, muito embora o estabelecimento desse tipo de empresa seja uma campanha desafiadora, caso seja bem-sucedida, traz os benefícios da boa técnica ao mercado. O descaso com o sistema traz inúmeros quadros patológicos, principalmente relacionados a fissuração dos painéis, que são inadmissíveis, visto que a tecnologia está ao alcance dos profissionais.

O sucesso da empresa passa, também, por fatores como o tamanho do mercado ao qual está inserida, necessitando, portanto, de um estudo de viabilidade e de certa intuição empresarial. Mais especificamente, em cidades pequenas onde não há grandes volumes de obras, a empresa não tem campo de trabalho suficiente para a sua implementação. Mesmo assim, é possível concluir que a empresa, se bem planejada, além de cumprir com o intuito de preencher a deficiência da boa técnica, traz uma opção empreendedora atrativa ao profissional atuante.

O planejamento se apresentou definitivo para fundamentar a empresa, e desenvolver sua primeira estruturação. A produção dos diagramas de rede contribuiu muito para a organização das tarefas, e para a visualização das equipes. A viabilidade da empresa só é clara a partir do momento em que se analisa seu planejamento, e insere as ideias por traz dele dentro do contexto local de mercado.

Por outro lado, os custos iniciais da empresa com equipamentos e treinamento da mão de obra, mesmo que relativamente altos, são certamente absorvidos pela produtividade do sistema. Toda empresa possui um custo inicial relacionado a sua implementação, cabendo a parte fundadora arcar com eles da melhor maneira possível, mesmo que isso culmine na evolução lenta do processo produtivo, progredindo até chegar ao idealizado.

Também, é possível perceber que firmada a empresa, a gestão dela precisa acompanhar as necessidades das obras, sendo o planejamento apresentado no trabalho passível de mudanças. Logo, mais uma vez, evidencia-se a importância do controle de obra e aplicação do ciclo PDCA na linha produtiva única. Observa-se que os pontos prescritos no estabelecimento da linha de produção encaminham exatamente sua melhora contínua e racionalização.

Ainda, a empresa possui grande oportunidade nos maiores centros, devido ao firmamento da NBR 15575, que trouxe novas preocupações à comunidade de profissionais. As tendências lançadas por ela correm exatamente em direção aos

fundamentos de boas práticas de empresa. Isso, conjuntamente com a necessidade do mercado de alta produção, contribui positivamente para atratividade da empresa.

Por fim, a fundação da empresa especializada, por parte do profissional empreendedor pode ser realizada, desde que tenha o nível de planejamento necessário ao sucesso. Com o planejamento e controle de produção adequados, é possível padronizar os resultados produzidos por ela, dando-lhe confiança profissional e técnica perante a comunidade local.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Manual de revestimentos de argamassa, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136:2016, Versão Corrigida; Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118:2016 Versão Corrigida; Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270:2017; Componentes cerâmicos, Partes 1, 2 e 3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013; Desempenho de edificações habitacionais, Parte 3.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961:2011; Alvenaria estrutural – blocos de concreto Parte 1: Projeto.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15961:2011; Alvenaria estrutural – Blocos de concreto parte 2: execução e controle de obras.

ARAUJO. Alexandre Feller. A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor de construção civil; Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

ARAÚJO SILVA, Margarete M. Diretrizes para o controle de alvenarias de vedação; Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

EMPRESA BOSCH; Catálogo online de ferramentas elétricas profissionais e acessórios.

Disponível em: https://www.bosch-professional.com/br/pt/especiais/destaques/sua-nivelacao-em-um-clique/?utm_source=google&utm_medium=search_niveladores1_br&utm_campaign=mt_br_nova&gclid=CjwKCAjw04vpBRB3EiwA0lieatC7rKsU9XBejlMKwm_JeRJltHgucmGhcSdWDmrGlw902lw2TXkk7hoCIHMQAvD_BwE.

Acessado em: 25 de junho de 2019.

CERÂMICAS PAULUZZI; Caderno Pauluzzi para alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.

Disponível em: <https://pauluzzi.com.br/downloads/>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

CORDOVIL, Luiz Augusto B. L. Estudo da ABNT NBR 15575 – “Edificações habitacionais – Desempenho” e possíveis impactos no setor da construção civil na cidade do Rio de Janeiro. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

EMPRESA ANVI. Catálogo de projetores de argamassa.

Disponível em: <http://www.anvi.com.br/projetor-argamassa-linha-anvijet>. Acessado em: 01 de julho de 2019.

EMPRESA LYNUS; Catálogo online de vendas.

Disponível em: <https://lynus.com.br/produto/mp-600a-carrinho-plataforma>.

Acessado em: 15 de junho de 2019.

EMPRESA ROTTERMAN; Catálogo online de vendas;

Disponível em: <http://www.rotterman.com.br/produto/carro-gaiola-para-transporte-de-blocos-rll-6804/>

Acessado em: 15 de junho de 2019.

FIORITO, Antonio, J. S. I.; Manual de Argamassa e Revestimento: Estudos e Procedimentos de Execução; 2º Edição, 2010.

FONSECA, Augusto V. M.; MIYAKE, Dario I. Uma análise sobre o ciclo PDCA como um método para solução de problemas da qualidade. Monografia (XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção), Fortaleza, 2006.

FRANCO, Luiz Sérgio; O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção. Monografia (Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais 1), 1998.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Código de Práticas nº 1; Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, São Paulo, 2009

KLIPPEL FILHO. Sérgio; Henrique S. LABRES; Fernanda PACHECO; Maria F. OLIVEIRA; Bernardo F. TUTIKIAN; Influência da espessura de revestimentos de argamassa no desempenho acústico de alvenarias de blocos cerâmicos; Monografia, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2018.

KOSKELA, Lauri; Application of the new production philosophy to construction; Monografia, Stanford University; Stanford1992.

MACHADO, Adson M. Gestão do escopo da produção de edificações verticais: decomposição e controle entre os níveis de planejamento; Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MANZIONE, Leonardo. Projeto e execução de alvenaria estrutural, 1ª Ed. 2004.

MATTOS, Aldo D. Planejamento e controle de obras, 1ª Ed. 2010.

MELO, Michelle K. C. Discussões sobre impactos em produtividade e consumo de materiais a partir do processo de aferição do SINAPI; Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade de Brasília, Brasília, 2016

MENDES JUNIOR, Ricardo; Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos; Dissertação (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA SOCIAL. NR-35 - Trabalho em altura, Portaria MTb n.º 1.113, 2016.

MOHAMAD, Gihad. Construções em alvenaria estrutural: Materiais, projeto e desempenho; 1ª Ed. 2015.

MOURA, Camile B; FORMOSO Carlos T. Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção: impactos do Sistema Last Planner e fatores que afetam a sua eficácia. Monografia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009;

NETO, Maria de Fátima F; BERTOLI, Stelamaris Rolla; BARRY, Peter J. Diferença entre testes de desempenho acústico em laboratório e campo em paredes de alvenaria; Monografia (XXIII Encontro Da Sociedade Brasileira De Acústica), Salvador, Bahia, 2010.

PASTRO, Rodrigo Z. Alvenaria estrutural: sistema construtivo; Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade São Francisco; Itatiba. 2007.

PENÃ, Monserrat D; FRANCO, Luiz S. Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria, Monografia, 2006.

PRONTOMIX; Manual de Alvenaria de Blocos de Concreto.

Disponível em: www.prantomix.com.br/site/sites/default/files/downloads/manual_blocos.pdf. Acessado em: 2 de maio de 2019

ROMAN, Humberto; PARIZOTTO FILHO, Sérgio. Manual de Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos; Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

ROSEMANN, Fernando. Resistência ao fogo de paredes de alvenaria; Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil); Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, 2010.

SOUZA, Ubiraci E. L. S. Como reduzir perdas nos canteiros, 1ª Ed. 2008.

TAUIL, Carlos A; NESSE, Flávio J. M. Alvenaria estrutural 1ª Ed. 2010.