



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
COLEGIADO DE ENGENHARIA CIVIL
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

ANGÉLICA BERNARDO MENESES

***LEAN CONSTRUCTION: ANÁLISE E INFLUÊNCIA DO AUMENTO DA
TRANSPARÊNCIA E REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO NO PROCESSO
CONSTRUTIVO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS***

Vitória – ES

2022

ANGÉLICA BERNARDO MENESES

***LEAN CONSTRUCTION: ANÁLISE E INFLUÊNCIA DO AUMENTO DA
TRANSPARÊNCIA E REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO NO PROCESSO
CONSTRUTIVO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS***

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr^o. Milton Paulino da Costa Júnior.

Vitória – ES

2022

ANGÉLICA BERNARDO MENESES

***LEAN CONSTRUCTION: ANÁLISE E INFLUÊNCIA DO AUMENTO DA
TRANSPARÊNCIA E REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO NO PROCESSO
CONSTRUTIVO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS***

Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Milton Paulino da Costa Júnior
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Dra. Sayonara Maria de Moraes
Pinheiro
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Jheny Santos Borges
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinadora

Vitória – ES

2022

AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim de mais um ciclo, olho para trás e vejo que nada seria possível se eu estivesse sozinha. Tive pessoas maravilhosas ao meu lado nessa caminhada, que não foi nem um pouco fácil. Não posso deixar de agradecer a cada um.

Agradeço primeiramente à Deus, que acolheu minhas lágrimas em tantas noites de choro, me deu muita força diante das dificuldades pessoais e acadêmicas e por permitir que eu não desanimasse no decorrer da graduação e deste trabalho.

Aos meus pais, Antônio e Neuzi, pelo amor sem esperar nada em troca, apoio, carinho e sacrifícios que tiveram que fazer para eu estar aqui. Não existem palavras que mensurem a minha gratidão por vocês. Obrigada por sonharem comigo e por todo esforço investido na minha educação. Eu amo vocês mais que tudo e farei o possível para deixá-los sempre orgulhosos!

Ao meu parceiro de vida, melhor amigo e namorado, Lorenzo, por todo amor, paciência e por me encorajar a cada dia. Você que tem a habilidade de me fazer rir e me deixar confortável em qualquer situação, você que me mostrou um jeito muito mais legal de ver a vida. Deus foi muito generoso comigo quando cruzou nossos caminhos. Sou muito feliz com você e só tenho a agradecer por estar comigo em todos momentos, bons e ruins. Eu te amo!

À minha família, em especial aos meus avós, minha vizinha Maria que está no céu olhando por mim e que foi fundamental na minha formação, sempre me incentivando a seguir meus sonhos. Ao meu avô Daniel por ter sido um segundo pai, à minha avó Luzia por sempre me receber em sua casa com um sorriso.

À minha primeira animal de estimação, Paçoca, que agora está no céu dos animais. Ela que apareceu em um ano tão difícil e que sem falar ou demonstrar me fazia tão bem só por existir.

Aos meus amigos, em especial, ao grupo que tenho muito carinho desde o início da graduação: Bianca, Catarina, Mariana, Marcelly, Lenke, Ryan, David, João e Lincoln. Tenho muito orgulho das pessoas que nos tornamos! Aos meus amigos que apesar da distância e de tantos desencontros da vida sempre se fizeram presentes: Bruno e Yulo, vocês sempre serão muito especiais pra mim. Ao meu primo irmão e amigo, Felipe, por toda experiência de vida compartilhada, risadas, conselhos, é muito bom saber que você sempre estará comigo. À minha dupla de trabalhos da faculdade e de reflexões, Guilherme, obrigada por ser um amigo genuinamente maravilhoso e

pela sua companhia leve. À minha dupla, Amanda, não fizemos o mesmo trabalho, mas compartilhamos muitas angústias nesse fim de curso e você foi luz. Às minhas amigas gêmeas, Danielly e Gabriella, que são amigas incríveis. Ao meu amigo Luis, que me ajudou muito nessa reta final. E outros que não citei o nome, muito obrigada por tudo! Amo e admiro cada um de vocês.

Agradeço aos projetos de extensão dos quais fiz parte: CT Junior, SENG e Engenheiros Sem Fronteiras, que enriqueceram minha graduação, me fizeram aprender a lidar com minha timidez, liderar, vender, viajar, fazer projetos e principalmente me mostraram que a experiência da Universidade vai muito além do conhecimento técnico. Meu agradecimento também a todas pessoas maravilhosas que conheci nesses projetos e que me ensinaram tanto!

Minha gratidão a todos os professores que contribuíram com a minha formação ao longo destes anos e por todo conhecimento compartilhado. Em especial agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Milton Paulino, por toda paciência em me guiar na construção deste trabalho, pelo tempo e atenção dedicados nessa jornada, e por sempre me instigar a superar meus limites e alcançar o meu melhor.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo, por me proporcionar tantas experiências e oportunidades. Foram risos, choros, muitas noites acordada, mas nada se compara ao crescimento pessoal que adquiri nesse lugar e pelas pessoas excepcionais que conheci através dessa instituição. Serei eternamente grata.

“Mesmo quando tudo parece desabar, cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir.”

(Cora Coralina)

RESUMO

A indústria da construção civil é historicamente vista como um setor com inúmeras deficiências dentro de seu processo produtivo. Para se adequar ao mercado competitivo atual, as construtoras têm buscado alternativas para melhorar sua eficiência, qualidade e diminuir prazos e custos. Na busca por essas melhorias, a filosofia *Lean Construction* tem se destacado por propor uma nova maneira de pensar e produzir com ênfase na redução de desperdícios e otimização de processos. Diante disso, o presente trabalho objetiva analisar a aplicabilidade e influência do *Lean Construction* em uma empresa construtora com foco no processo construtivo de revestimentos cerâmicos, através da identificação do nível de aderência aos princípios do aumento da transparência e redução do tempo de ciclo contemplando as etapas de recebimento, armazenamento, transporte e execução. Para tal, foi feito um estudo de caso em um edifício residencial e comercial situado em Vitória – ES. Inicialmente, foi realizada a coleta de dados através de documentos, visita à obra, observação direta do canteiro, acompanhamento do processo de execução de revestimentos cerâmicos com registros fotográficos, entrevista, aplicação de questionário e cronoanálise. A partir dos dados coletados, foi identificado o nível de aderência dos dois princípios nas atividades do processo construtivo estudado. O nível de aderência ao princípio do aumento da transparência foi de 26,7% enquanto para a redução do tempo de ciclo foi de 71,1%. Assim, conclui-se que a obra em estudo apresentou um baixo nível de aderência do princípio do aumento da transparência devido ao fato de que o fluxo de operações era pouco visível e compreensível por todos desde a etapa de recebimento até execução de revestimentos cerâmicos. Ainda, relatou-se que os funcionários possuem opiniões e abordagens diversas sobre o processo produtivo como um todo. Com relação ao alto nível de aderência do princípio da redução do tempo de ciclo, este pode ser justificado pelo maior tempo gasto com atividades de processamento que representam atividades que agregam valor ao produto do que com atividades de fluxo que são consideradas atividades que não agregam valor.

Palavras-chave: Lean Construction, Construção Civil, Revestimentos Cerâmicos, Redução do Tempo de Ciclo, Aumento da Transparência.

ABSTRACT

The construction industry is historically seen as a sector with numerous deficiencies within its production process. In order to adapt to the current competitive market, construction companies have been looking for alternatives to improve their efficiency, quality and reduce deadlines and costs. In the search for these improvements, the Lean Construction philosophy has stood out for proposing a new way of thinking and producing with an emphasis on waste reduction and process optimization. Therefore, the present work aims to analyze the applicability and influence of Lean Construction in a construction company focused on the construction process of ceramic coatings, through the identification of the level of adherence to the principles of increasing transparency and reducing the cycle time, contemplating the steps receiving, storing, transporting and executing. To this end, a case study was carried out in a residential and commercial building located in Vitória - ES. Initially, data collection was carried out through documents, visit to the work, direct observation of the construction site, monitoring of the process of execution of ceramic tiles with photographic records, interview, application of a questionnaire and chronoanalysis. From the data collected, the level of adherence of the two principles in the activities of the construction process studied was identified. The level of adherence to the principle of increasing transparency was 26.7% while for the reduction of cycle time it was 71.1%. Thus, it is concluded that the work under study showed a low level of adherence to the principle of increasing transparency due to the fact that the flow of operations was barely visible and understandable by everyone from the receiving stage to the execution of ceramic tiles. Still, it was reported that employees have different opinions and approaches about the production process as a whole. Regarding the high level of adherence to the cycle time reduction principle, this can be justified by the greater time spent with processing activities that represent activities that add value to the product than with flow activities that are considered activities that do not add value.

Key words: Lean Construction, Civil Construction, Ceramic Tiles, Cycle Time Reduction, Increased Transparency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perdas em um sistema de valor.	18
Figura 2: Representação do Sistema Toyota de Produção.	19
Figura 3: Modelo de Conversão Tradicional.	24
Figura 4: Modelo de Processo do Lean Construction.	25
Figura 5: Cartões Kanban para produção de argamassa.	32
Figura 6: Sensores do Programa 5S.	33
Figura 7: Identificação de material no estoque de um canteiro de obras.	34
Figura 8: Andon instalado em um pavimento.	35
Figura 9: Andon por cartões.	35
Figura 10: Princípios para elaboração do Layout do canteiro de obras.	38
Figura 11: Dimensionamento dos dentes da desempenadeira em função das placas cerâmicas.	42
Figura 12: Procedimentos para assentamento de placas cerâmicas em ambiente interno.	43
Figura 13: Etapas da pesquisa realizada.	46
Figura 14: Processo adaptado de Planejamento da coleta de dados e evidências em estudos de casos.	48
Figura 15: Níveis de classificação do questionário.	49
Figura 16: Ficha de Cronoanálise.	53
Figura 17: Estrutura organizacional da obra.	58
Figura 18: Portão de acesso e local de recebimento de materiais.	61
Figura 19: Pallets de revestimentos cerâmicos próximos ao elevador de serviço. ...	64
Figura 20: Pallets de revestimentos cerâmicos estocados aleatoriamente pelo pavimento térreo.	64
Figura 21: Armazenamento de revestimentos cerâmicos de um dos apartamentos modificados.	65
Figura 22: Armazenamento de revestimentos cerâmicos na parede do escritório administrativo do canteiro.	66
Figura 23: Identificação de revestimentos de apartamentos modificados.	66
Figura 24: Armazenamento de revestimentos cerâmicos da área comum sem identificação do local que será assentado.	67

Figura 25: Armazenamento de argamassas de assentamento.....	67
Figura 26: Armazenamento de argamassas de assentamento.....	68
Figura 27: Layout do canteiro.....	69
Figura 28: Argamassa de assentamento para cerâmicas maiores do que 100x100cm.	70
Figura 29: Localização do elevador cremalheira e do elevador de serviços no canteiro de obras.....	73
Figura 30: Principais regiões em que os pallets de argamassas de assentamento e revestimentos cerâmicos são depositados.....	74
Figura 31: Carrinho porta-pallets.....	75
Figura 32: Colaborador transportando revestimentos cerâmicos no carrinho plataforma.....	75
Figura 33: Carrinho de mão.....	76
Figura 34: Exemplo de uma das plantas de paginação de paredes de um dos apartamentos analisados.....	79
Figura 35: Informações contidas em um dos projetos de paginação de uma das unidades.....	80
Figura 36: Exemplo de planta de paginação de piso de um dos apartamentos analisados.....	80
Figura 37: Equipamentos utilizados na etapa de revestimentos cerâmicos.....	81
Figura 38: Assentamento de peças cerâmicas maiores envolvendo mais de um colaborador (um oficial pleno responsável pela execução do apartamento e um auxiliar de obras).....	82
Figura 39: Projetos e especificações referentes à paginação de pisos e paredes expostos na unidade a ser executada.....	83
Figura 40: Materiais e equipamentos para produção de argamassas.....	84
Figura 41: Mistura de argamassa de assentamento e água.....	85
Figura 42: Nível a laser para verificar nível da fiada mestra nas paredes.....	86
Figura 43: Linha para marcação inicial dos revestimentos.....	86
Figura 44: Aplicação de argamassa na peça de revestimento.....	87
Figura 45: Aplicação da argamassa na parede para promover dupla colagem.....	88
Figura 46: Utilização do martelo de borracha no assentamento de revestimento cerâmico.....	89

Figura 47: Espaçadores plásticos.	89
Figura 48: Peças cerâmicas assentadas com espaçadores.	90
Figura 49: Apartamento analisado após término da etapa de assentamento de revestimento cerâmico e rejuntamento.....	91
Figura 50: Apartamento analisado após término da etapa de assentamento de revestimento cerâmico e rejuntamento, após etapa de inspeção e com serviços posteriores feitos.....	91
Figura 51: Fichas de Verificação de Serviço de revestimentos em piso e paredes. .	92
Figura 52: Resultados obtidos com a primeira pergunta da entrevista, referente às etapas de execução de revestimentos de pisos e paredes.	93
Figura 53: Resultados obtidos com a segunda pergunta da entrevista, referente às dificuldades no processo de revestimentos cerâmicos.	95
Figura 54:Comparativo de resultados da cronoanálise feita em dois apartamentos.	102
Figura 55: Planejamento semanal de atividades.	106
Figura 56: Evolução das unidades da obra.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de notas questionário.....	56
Tabela 2: Resultados obtidos para princípio de aumento da transparência.....	108
Tabela 3: Resultados obtidos para o princípio de redução do tempo de ciclo.	109

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
LC	Lean Construction
CE	Construção Enxuta
JIT	Just-In-Time
STP	Sistema Toyota de Produção
TQM	Total Quality Management (Controle da Qualidade Total)
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
1.3	OBJETIVOS.....	13
1.3.1	Objetivo Geral.....	13
1.3.2	Objetivos Específicos	13
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	14
2	REFERENCIAL TEORICO	15
2.1	A ORIGEM DA PRODUÇÃO ENXUTA E DO PENSAMENTO ENXUTO	15
2.1.1	O Sistema Toyota de Produção	15
2.1.2	<i>Lean Thinking</i> ou Pensamento Enxuto	21
2.2	<i>LEAN CONSTRUCTION</i> : ORIGEM, CONCEITOS E PRINCÍPIOS	23
2.2.1	O Pensamento Enxuto na Construção Civil	23
2.2.2	Os 11 princípios da filosofia <i>Lean Construction</i>	25
2.2.3	Ferramentas e técnicas para aplicação do <i>Lean Construction</i>	31
2.3	CANTEIRO DE OBRAS	36
2.3.1	Planejamento de canteiros de obra	37
2.3.2	<i>Layout</i> do canteiro de obras	37
2.3.3	Armazenamento de materiais	38
2.3.4	Movimentação de materiais	38
2.4	REVESTIMENTOS CERÂMICOS	39
2.4.1	Processo Construtivo.....	40
2.4.2	Controle de qualidade da execução.....	44
3	METODOLOGIA.....	45

3.1	Revisão Bibliográfica.....	47
3.2	Definição da amostra	47
3.3	Processo para coleta de dados	48
3.3.1	Questionário	48
3.3.2	Entrevistas.....	50
3.3.3	Coleta e análise de documentos e registros	51
3.3.4	Observação direta do canteiro e descrição do cenário observado	52
3.3.5	Cronoanálise	52
3.4	Análise de dados.....	53
3.4.1	Análise dos documentos.....	54
3.4.2	Identificação do nível de aplicação dos princípios Lean Construction ...	55
4	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	57
4.1	Caracterização da Unidade-Caso	57
4.2	Estrutura Organizacional da obra	57
4.3	Estudo do processo de execução de Revestimentos Cerâmicos	59
4.3.1	Recebimentos dos materiais.....	59
4.3.2	Armazenamento dos materiais	63
4.3.3	Transportes de materiais dentro do canteiro.....	72
4.3.4	Processo Construtivo para Execução de Revestimentos Cerâmicos	78
4.3.5	Nível de aplicação dos princípios <i>lean</i> no canteiro estudado	108
5	CONCLUSÕES.....	111
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115
7	ANEXOS.....	126

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em meados dos anos 50, inspirada no sistema de produção em massa do americano Henry Ford, surgiu no Japão um novo conceito de sistema de produção de automóveis, conhecido por Sistema Toyota de Produção, criado por Taiichi Ohno, o qual se baseia em estoques reduzidos, quantidades menores de mão de obra e materiais. Esse sistema foi desenvolvido para atingir de forma simultânea alta qualidade, baixo custo, flexibilidade, menor tempo de ciclo produtivo (LIKER, 2005).

Partindo desta premissa, surge o que se conhece por nova filosofia de produção, também conhecida como *Lean Production* ou Produção enxuta. Essa produção é “enxuta” por utilizar menores quantidades em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo (WOMACK; JONES; ROOS; 1992).

Fundamentado no Sistema Toyota de Produção, foi formulado no início da década de 90 o conceito de Mentalidade Enxuta ou *Lean Thinking*, como o novo paradigma de produtividade na manufatura, existindo muitas aplicações em vários setores industriais (KUREK, 2005). Pode-se citar como alguns objetivos do *Lean Thinking* a qualidade e a flexibilidade do processo, reforçando a sua capacidade de competir em um cenário cada vez mais exigente e globalizado (PINTO, 2012).

No que tange à construção civil, o precursor do estudo da aplicação do *Lean* foi o Finlandês Lauri Koskela, através de seu trabalho “*Application of the new production philosophy in the construction*” publicado em 1992 (LORENZON; MARTINS, 2006). Mediante onze princípios, diretrizes, processos e definição, o modelo *Lean Construction* abrange de uma forma geral as principais dimensões competitivas do mercado: qualidade, produtividade, confiabilidade, flexibilidade e custos (MACHADO e HEINECK, 2018).

De acordo com Formoso (2002), a filosofia *Lean Construction* posiciona-se, principalmente, para modificar o conceito tradicional de produção na construção civil e, em consequência, aumentar a eficiência global da produção dos empreendimentos

do setor. Conte e Gransberg (2002) afirmam que reduções médias na ordem de 20% a 30% do prazo inicialmente previsto são realidade de obras que aplicaram a *Lean Construction*. Os mesmos autores reforçam os dados com reduções de custos de produção com percentuais de 5% a 12% do valor total. Bernardes (2010) reforça essas informações afirmando que melhorias significativas foram atingidas por empresas do setor da construção civil que aplicaram os princípios da construção enxuta.

Para que tais resultados sejam alcançados, um importante conceito a ser aplicado é o princípio do aumento da transparência. O mesmo promove o aumento do controle do processo, tornando o fluxo de operações visível e compreensível a todos, do início ao fim. Por consequência, tal fato facilita a identificação dos desperdícios que ocorrem dentro da produção, destacando as oportunidades de melhoria na qualidade e desempenho produtivo (KOSKELA, 2000; MONDEN, 2011). Ademais, a compreensão do princípio da redução do tempo de ciclo também se mostra relevante, visto que este envolve um amplo conjunto de ações que propiciam a otimização dos processos e redução de custos: eliminação das atividades de fluxo, concentração do esforço de produção em lotes menores por meio de planejamento e controle da produção e eliminação das interdependências entre as atividades de forma que possam ser executadas em paralelo (FORMOSO, 2002).

Por outro lado, o processo construtivo no Brasil é caracterizado pela excessiva informalidade dos procedimentos e padrões construtivos, escassez de profissionais para desempenhar suas funções, e caráter artesanal de vários serviços, que dependem em grande parte dos funcionários que o executam. Essas características contribuem para ações de improvisação, que aumentam as atividades que não agregam valor ao produto final e tempo de ciclo da produção, elevam os custos e propiciam perdas por retrabalhos, transporte, armazenamento, estoque, dentre outros tipos de perdas que o *Lean Construction* auxilia a eliminar (DACOL, 1996; PÁDUA, 2014). Lima (2018) complementa que um dos processos construtivos que geram desperdícios de materiais, de tempo e execução de tarefas desnecessárias em obras é o de revestimentos cerâmicos. Theissen (2018) ressalta que o custo desse serviço representa aproximadamente de 3,5 à 5,0% do custo total de uma obra, apresentando-se como uma atividade que demanda um alto investimento, sendo

assim, é relevante monitorar e analisar o que pode ser feito para que haja uma maior eficiência da mesma.

Diante do exposto, é possível presumir que o desenvolvimento de trabalhos que contribuam para consolidação dos conceitos e princípios do *Lean Construction* pode fomentar melhorias significativas em obras. Com base nestas considerações iniciais também se destaca a questão desta pesquisa: “Como dois princípios da filosofia da Construção Enxuta influenciam no processo de revestimentos cerâmicos no que tange às etapas de recebimento, armazenamento, transporte e execução em obras de edificações?”

1.2 JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil detém grande importância no crescimento socioeconômico do Brasil. O Produto Interno Bruto (PIB) da construção cresceu 9,7% em 2021. A atividade da construção gerou R\$273,8 bilhões englobando 125,1 mil empresas ativas ao final de 2019. Além disso, o setor, em 2019, empregou 1,9 milhões de pessoas (IBGE, 2022).

Não obstante, essa indústria possui produtividade 30% menor quando comparada a outros segmentos da economia. Em 2014, por exemplo, a produtividade da construção civil no Brasil era 32,5% inferior à da indústria automobilística. Além disso, 90% das empresas construtoras tem procurado novos processos produtivos e apenas 5,6% delas estão totalmente satisfeitas com a própria produtividade (CBIC; FGV, 2014). Ademais, dados coletados pela *Construction Industry Institute* demonstram que 58% do tempo dentro de um canteiro não é produtivo (CBIC, 2022). Lorenzon (2008) cita que a baixa produtividade e o desperdício na construção civil são históricos, e as indústrias necessitam realizar modificações para poderem subsistir diante da situação atual de escassez de recursos.

As empresas construtoras buscam melhorar a eficiência dos seus processos produtivos, através da criação de um ambiente de transparência em seus canteiros de obras e da utilização de ferramentas e práticas de gerenciamento e controle da produção. Diante disso, a apresentação dos conceitos da Construção Enxuta contribui com a formulação de estratégias de melhoria e apoio gerencial para estas empresas

(KUREK, 2005). De acordo com Dennis (2008), devido às excessivas variabilidades e escassez de mão-de-obra qualificada nos processos de produção, assim como a grande quantidade de retrabalhos, imprevistos e desperdícios, os métodos *Lean* apresentam-se como eficientes para produzir mais rápido e com menos recursos importantes como dinheiro, materiais, pessoas e equipamentos.

Tomando como base essas informações, buscar estudos da aplicação de uma filosofia que reduza ao máximo os desperdícios em processos construtivos nos canteiros de obra se mostra relevante para tornar empresas construtoras mais competitivas dentro do cenário da construção civil brasileira, além de fomentar uma nova maneira de construir visando a melhoria no uso dos recursos materiais, mão de obra, redução do tempo de execução e, conseqüentemente, redução do capital utilizado sem deixar de considerar as necessidades e interesses do consumidor final (AZEVEDO; BARROS NETO; NUNES, 2010). Tendo isso em mente, pretende-se analisar como uma empresa construtora localizada na região de Vitória – ES está empregando ou não práticas que podem estar relacionadas com a construção enxuta.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicabilidade e influência do *Lean Construction* em uma empresa construtora com foco no processo construtivo de revestimentos cerâmicos, através da identificação do grau de aplicação dos princípios do aumento da transparência e redução do tempo de ciclo.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1. Analisar os processos de recebimento, armazenamento e transporte de materiais utilizados na instalação de revestimentos cerâmicos, à luz do princípio do aumento da transparência;
2. Analisar as práticas utilizadas pela construtora na execução de revestimentos cerâmicos com base no princípio do aumento da transparência;
3. Identificar o tempo de ciclo da produção de revestimentos cerâmicos através

da ferramenta cronoanálise e analisar cada atividade sob a perspectiva do princípio da redução do tempo de ciclo da filosofia *Lean Construction*;

4. Identificar o nível de aderência dos princípios do aumento da transparência e redução do tempo de ciclo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, na seguinte ordem: 1 – Introdução; 2 – Revisão Bibliográfica; 3 – Metodologia; 4 – Análise dos Resultados; e 5 – Conclusões.

O Capítulo 1 introduz o tema *Lean Construction* e sua contextualização na construção civil. Em seguida, são apresentados os objetivos e a justificativa dessa pesquisa, seguido pela estrutura do documento.

O Capítulo 2 representa a revisão bibliográfica da pesquisa, onde é apresentado um estudo teórico a respeito do surgimento e princípios da filosofia *Lean Construction*, e também um estudo detalhado sobre revestimentos cerâmicos, abordando os processos de recebimento, armazenamento, transporte e execução do serviço.

O Capítulo 3 trata do desenvolvimento da pesquisa, descrevendo a metodologia utilizada para coleta de dados, com detalhes sobre sua abordagem conceitual e as ferramentas empregadas para apresentação dos resultados.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos a partir dos dados coletados na pesquisa, e também breves análises sobre cada etapa do processo construtivo de revestimentos cerâmicos.

O Capítulo 5 é onde as conclusões obtidas são apresentadas, e sugere-se novos trabalhos relacionados ao tema estudado, e seguido do capítulo, serão exibidas as referências bibliográficas do estudo.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 A ORIGEM DA PRODUÇÃO ENXUTA E DO PENSAMENTO ENXUTO

2.1.1 O Sistema Toyota de Produção

Após Segunda Guerra Mundial, surge no Japão o Sistema Toyota de Produção (conhecido pela sigla em inglês TPS). Esse sistema, que objetivava aumentar a eficiência da produção através da eliminação constante dos desperdícios, foi idealizado por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo (MELO, 2010). Ohno (1997), engenheiro e chefe da Toyota Motor Company nesse período, estudou os sistemas de produção norte-americanos, e diante da realidade japonesa da época, a qual se encontrava escassa de recursos materiais, financeiros, humanos e de espaço físico, adaptou os conceitos do sistema norte americano aplicando novas abordagens para a produção industrial japonesa, consolidando na prática o Sistema Toyota de Produção ou Produção com Estoque Zero (CORIAT, 1994).

A implementação deste novo modelo de produção foi gradativa e demorou cerca de 10 anos para ser implantada em sua totalidade na Toyota Motors. O motivo disso vem do fato do STP não se referir somente à aplicação de um conjunto de ferramentas, mas para que haja o aproveitamento total e correto do sistema, é indispensável uma revolução na consciência da empresa e em sua maneira de enxergar o processo produtivo (OHNO, 1997).

Womack e Jones (1998) citam que o Sistema Toyota de Produção surgiu com o objetivo principal de cortar custos, produzir pequenos lotes de diversos modelos e eliminar desperdícios. O autor também cita que esse sistema apresentou uma elevada competitividade, e por isso despertou o interesse de estudiosos e empresas em compreendê-lo e aplicá-lo. Os mesmos autores, com a contribuição de Roos (2004) em sua obra “A máquina que mudou o mundo” citam que este fato não é surpreendente, já que a abordagem da Toyota tornou possível produzir a mesma quantidade de produtos com a metade do esforço e qualidade igual ou superior, quando comparados com o modelo de produção em massa praticados pelas indústrias automobilísticas ocidentais.

De forma concisa, o Sistema Toyota de Produção objetiva aumentar a eficiência da produção através da eliminação constante dos desperdícios (MELO, 2010). O

conceito de desperdício é a base da produção enxuta, ao passo que seu ideal é a eliminação total do desperdício em todos processos da produção (GOLDSBY; MARTICHENKO, 2005). Ohno (1997), ao explicar sobre o assunto, identifica sete tipos de desperdícios dentro da produção, Liker (2005) incluiu um oitavo tipo de desperdício:

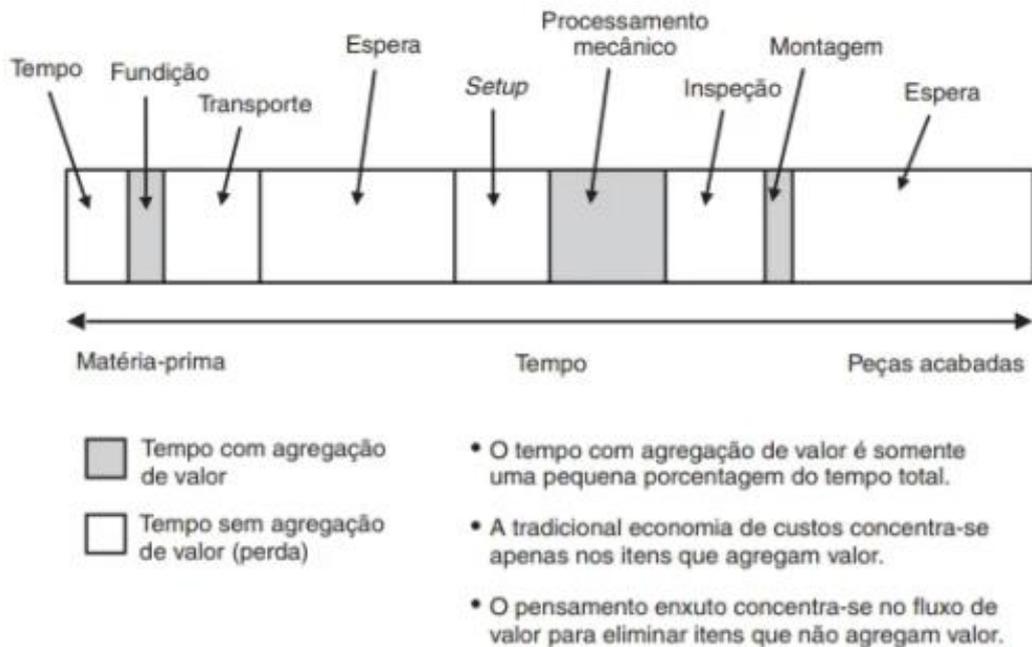
1. **Superprodução:** Shingo (1996) relata que existem dois tipos de superprodução, a quantitativa, que é fazer a mais do que necessita, e antecipada, que é antecipar a produção antes de se ter a necessidade de produzir. Refere-se principalmente à produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoque e com custos de transporte devido ao estoque excessivo.
2. **Espera:** Refere-se à funcionários que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc., ou que não tenha demanda de trabalho devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento e interrupção do funcionamento de equipamentos (LIKER, 2005).
3. **Transporte ou movimentação desnecessários:** Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos (LIKER, 2005).
4. **Processamento incorreto:** Passos desnecessários para processar as peças, processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária (LIKER, 2005).
5. **Excesso de estoque:** Segundo Liker (2005), esse tipo de perda é caracterizado por excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando tempos de ciclos mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Os estoques denominam-se desperdícios, pois não adicionam valor ao produto e inferem em gastos. (BORNIA, 2002).

6. **Movimentação:** Liker (2005) cita esse tipo de perda sendo qualquer movimento sem utilidade que os funcionários tem que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Caminhar também é um tipo de perda.
7. **Defeitos:** Refere-se à produção de peças defeituosas ou correção de peças. Consertos ou retrabalhos, descartes ou substituição da produção e inspeção significam perdas de manuseio, tempo e esforço. (LIKER, 2005).
8. **Desperdício da criatividade dos funcionários:** esse tipo de perda foi acrescentado por Liker (2005) e diz respeito à perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir os funcionários.

De acordo com Koskela (1992), Womack e Jones (1998) e Liker (2005) é possível visualizar três tipos de atividades em um processo: as atividades que não agregam valor e podem ser eliminadas na sua totalidade; as atividades que não agregam valor e não podem ser eliminadas, reduzindo-as ao máximo; e as atividades que agregam valor ao produto e por isso devem ser realizadas de forma mais eficiente o possível.

Liker (2005) cita que as melhorias, pela ótica da produção enxuta, são resultado da redução de vários passos que não agregam valor, visto que, na maioria dos processos, poucas atividades de fato incorporam valor ao produto. Na Figura 1 pode-se observar tal fato, que mostra a linha de tempo das atividades que agregam e não agregam valor em um processo de fundição, processamento mecânico e montagem.

Figura 1: Perdas em um sistema de valor.



Fonte: Liker (2005).

No que tange à difusão do Sistema Toyota de Produção para além do Japão, houve necessidade de uma fórmula capaz de disseminar, comunicar e treinar fornecedores e operários, de forma rápida, com relação às partes mais importantes de suas melhores práticas (HOEFT, 2016). Devido a isso, Ohno (1997) apresenta a “Casa do STP” criada por Fujio Cho, conforme Figura 2, fazendo alusão à uma casa, onde os sistemas estruturais que a compõe precisam ser fortes para ela se sustentar. Uma conexão fraca fragiliza todo o sistema. (LIKER, 2005). Os pilares que sustentam esse sistema são os princípios do just-in-time e da autonomia, ou automação com um toque humano (OHNO, 1997).

Figura 2: Representação do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Liker (2005).

Liker (2005) descreve a Casa do STP da seguinte forma: o telhado refere-se às metas a serem alcançadas com o sistema (melhor qualidade, menor custo, menor tempo). O pilar à esquerda é chamado de JIT e significa remover, tanto quanto possível, o estoque utilizado para caso ocorra problemas na produção. O fluxo ideal é produzir uma unidade por vez a partir da demanda do cliente, visto que utilizar estoques menores significa que problemas como defeitos de qualidade tornam-se imediatamente aparentes. Isso reforça a autonomação (qualidade no setor), pilar mais à direita, que interrompe o processo de produção, isto é, os problemas devem ser resolvidos com urgência para retomar a produção. No pilar central, têm-se as pessoas, que se encontram no centro, pois somente através da melhoria contínua a operação pode chegar à estabilidade necessária. As pessoas devem ser treinadas para encontrar a causa dos problemas e eliminá-los. Na base da casa, têm-se o

nivelamento da produção, o qual significa nivelar a programação de produção tanto em volume quanto em variedade. Uma programação nivelada é necessária para manter a estabilidade do sistema e permitir um mínimo de estoque. O gerenciamento visual permite ao sistema comunicar-se com os colaboradores e supervisores, aumentando a habilidade dos mesmos para descobrir problemas e corrigi-los antes que esses problemas parem o sistema. Os processos estáveis e padronizados contribuem com o aumento da eficiência no trabalho, já que todos sabem o que fazer e como proceder em casos de desvios.

Em suma, Liker (2005) ao concluir a explanação sobre a representação do Sistema Toyota de Produção, afirma que o mesmo se concentra em apoiar e estimular as pessoas para que continuamente melhorem os processos com que trabalham, isto é, é um sistema em que todas as partes contribuem para o todo.

1.1.1.1 *JUST-IN-TIME*

O conceito de *Just-in-time* (JIT) traz a ideia de produzir somente o que o cliente quer, e no tempo que ele quer. Algo além disso se torna um desperdício, como por exemplo os estoques finais ou intermediários em uma linha de produção (MELO, 2010). Em suma, o JIT é um sistema baseado na produção de somente o necessário, quando requerido pelo cliente, sem uso de estoques (KOSKELA, 1992).

Segundo Shingo (1996), o estoque é visto durante muito tempo como uma fonte visível de desperdício, além disso, a origem e necessidade deles derivam de processos ou operações ineficientes. Schonberger (1992) cita que os custos intrínsecos aos estoques implicam em custos que em nada agregam valor ao produto, tais como despesas relacionadas ao transporte dos produtos, à própria manutenção física do estoque, aluguel ou amortização de armazéns, entre outros.

O *just-in-time* é um instrumento para o aumento da qualidade, tornando a configuração de fluxo do processo linear, equilibrada e sincronizada. Além disso, é capaz de engajar o colaborador, visto que é capaz de o fazer visualizar o processo como um todo e perceber sua importância dentro dele (MONDEN, 2011).

1.1.1.2 AUTONOMAÇÃO

O conceito de autonomia está mais vinculado com autonomia do que com

automação. Isso porque, a ideia principal da automação é conceder ao operador ou a máquina a autonomia de bloquear o processo sempre que detectar qualquer anormalidade (GHINATO, 1996).

Ohno (1996) cita que a automação no STP está associada diretamente a eliminação da superprodução e a eliminação de produtos defeituosos, dois desperdícios muito significativos na manufatura. A superprodução quantitativa é eliminada a partir dos controles de quantidades planejadas que evita o excesso de produção, já a eliminação de produtos defeituosos na automação é combatida com a interrupção do processamento em casos de anormalidades detectadas.

É fato que um dos procedimentos chaves para a eliminação dos defeitos nos produtos concentra-se na imediata pesquisa de levantamento e correção das causas quando há paralisação de uma máquina ou da linha de produção (WOMACK, et al., 1992; MONDEN, 1984). No caso da Toyota Motors, foi adotada a prática de parar um segmento da linha de produção sempre que fosse identificado uma anomalia, e reunir imediatamente a equipe para averiguar o problema. Ohno (1997) cita que tal prática possibilita que o problema seja visualizado por todos os funcionários da linha de montagem, contribuindo para rápida solução. Além disso, o autor afirma: “Uma linha de produção que não para ou é perfeito, ou tem enormes problemas.”

De acordo com Monden (2011) e Liker (2005), a automação aumenta o controle da qualidade já que partes defeituosas não passam despercebidos e favorece a melhoria contínua, visto que investiga a origem dos problemas que surgem e sua rápida correção. Ademais, a possibilidade de todos os níveis de hierarquia da empresa se engajarem é maior, uma vez que, todos podem contribuir para o controle da qualidade.

2.1.2 *Lean Thinking* ou Pensamento Enxuto

O Sistema Toyota de Produção deu origem ao *Lean Thinking* – do inglês, pensamento ou mentalidade enxuta. Esse novo termo, refere-se à um novo modelo de produção, o qual utiliza menor esforço dos operários, menor espaço de fabricação, menor gasto com equipamentos e tempo de planejamento para novos produtos. Por isso é chamado de “enxuto” (MELO, 2010). Esse termo “enxuto” foi adotado por Womack e Roos (1992), visando caracterizar esse novo paradigma de produção, para

contrapor ao paradigma tradicional da produção em massa.

Assim como no Sistema Toyota de Produção, a base da mentalidade enxuta é eliminação de desperdícios (OHNO, 1997). Segundo Hopp e Spearman (1996), a essência da mudança observada na Produção Enxuta não está nos conceitos, mas na forma de pensar a produção, tendo como base desse pensamento a eliminação de desperdícios. Desperdício, para Womack e Jones (1998), representa qualquer atividade humana que absorve recursos, mas não agregam valor ao produto. Valente e Aires (2017) acrescentam que as perdas e desperdícios podem ser de caráter humano, material ou ferramental, atrelados ao processo de produção de um produto. Womack et al. (1998) propôs cinco princípios para aplicação dessa mentalidade, os quais estão explicados a seguir.

- 1 Valor do produto:** especificar e melhorar o valor do produto em questão. A ênfase deste princípio é que o valor deve ser identificado a partir da ótica do cliente. Isto é, entender o que o cliente está disposto a pagar, e trabalhar de forma sistemática para aumentar o valor agregado dos produtos sem desperdícios.
- 2 Cadeia de valor:** identificar a cadeia de valor. A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico (seja ele um bem, um serviço, ou, cada vez mais, uma combinação dos dois) a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas, que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia, a tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma, e a tarefa de transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente. Comumente, diversas empresas participam desta cadeia de valor, com visão restrita a suas atividades, e por isso não conseguem visualizar os enormes desperdícios que ocorrem considerando a cadeia como um todo.
- 3 Fluxo:** fazer com que as etapas que criam valor, fluam. Do ponto de vista da Mentalidade Enxuta, a produção ideal é um fluxo contínuo, isto é, sem estoques intermediários e nem paradas durante o processamento. Pode-se citar como

alguns dos benefícios do fluxo contínuo: menores tempos de produção e eliminação de vários tipos de desperdícios (como, por exemplo, movimentos e transportes desnecessários).

- 4 Produção Puxada:** a superprodução é a cultura mais difundida pela produção em massa. A produção puxada é justamente produzir na quantidade certa, na hora certa, somente para atender à demanda. Em suma, este quarto princípio afirma que o ritmo de produção deve ser “puxado” pelo cliente, evitando a superprodução.
- 5 Perfeição:** buscar sempre o aperfeiçoamento do sistema de produção e da qualidade dos produtos. À medida que as organizações começarem a especificar valor com precisão, identificarem a cadeia de valor como um todo, e à medida que fizerem com que os passos para criação de valor referentes fluam continuamente, e deixem que os clientes puxem o valor da empresa, a melhoria contínua acontecerá.

2.2 LEAN CONSTRUCTION: ORIGEM, CONCEITOS E PRINCÍPIOS

2.2.1 O Pensamento Enxuto na Construção Civil

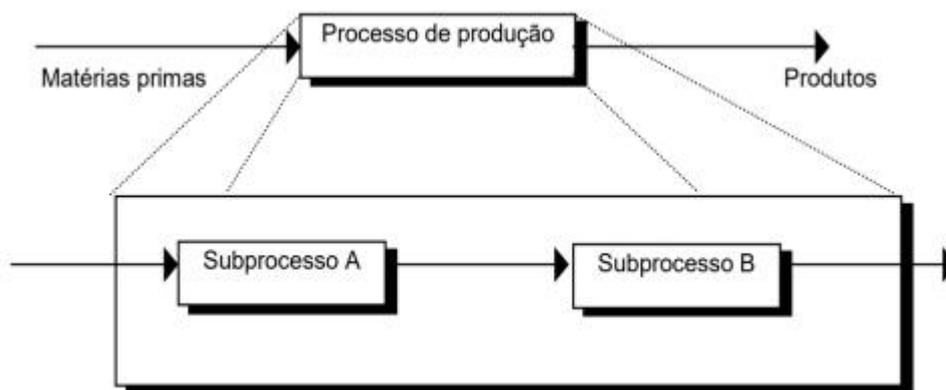
Os resultados positivos de crescimento do *Lean Thinking* fizeram com que esses conceitos da filosofia se expandissem para outros setores do mercado, entre eles, a construção civil. Em 1992, por meio do trabalho “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, publicado por Lauri Koskela, surge a filosofia *Lean Construction* (construção enxuta). Em seu artigo, Koskela (1992) critica o modelo tradicional de produção da construção civil, propõe uma nova forma de visualizar a produção, e estabelece onze princípios para que os conceitos da produção enxuta possam fazer parte do canteiro de obras, os quais serão aprofundados posteriormente neste item.

Segundo Martins (2011), a aplicação dos conceitos do *lean* começou a se destacar no setor da construção civil em meados dos anos 90, após notar que as práticas poderiam ter grande potencial quando aplicada em outras áreas. O precursor da Construção Enxuta, Koskela (1992), cita que apesar da grande complexidade do tema, as inovações desta filosofia podem ser resumidas em três pontos principais:

1. Abandono do conceito de processo, como transformação de *inputs* (matérias-primas) em *outputs* (produtos), passando a designar um fluxo de materiais e informações;
2. Análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais (processo) e o outro o fluxo de operários (operação);
3. Consideração do valor agregado sob o ponto de vista de clientes internos e externos, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passa a incluir também, as atividades que não agregam valor ao produto, que são elas: transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho.

O modelo de conversão, também chamado de modelo tradicional, visualiza a construção como uma atividade de conversão pura (input (materiais e serviços) – processamento – output (produto final)), sem avaliar os fluxos (chamados de subprocessos). A Figura 3 ilustra esse modelo, uma visão convencional da produção como processo de conversão que pode ser dividido em subprocessos.

Figura 3: Modelo de Conversão Tradicional.

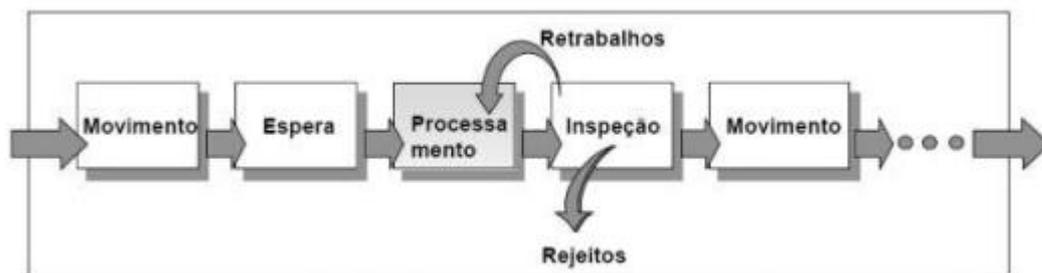


Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Sendo assim, em outras palavras, o modelo convencional define que a construção é composta por um conjunto de atividades de conversão que transformam insumos (pessoas, materiais, equipamentos e informação) em produtos intermediários ou finais (KOSKELA, 1992). Contudo, ainda de acordo com Koskela (1992), o modelo tem sido interpretado de forma que as atividades de fluxo não fossem consideradas

no processo de produção, e que todas as atividades são atividades de conversão, sendo isso um grande erro e impactando diretamente na eficiência global do empreendimento. Como consequência do fato da filosofia tradicional não considerar os fluxos, têm-se um acréscimo das atividades que não agregam valor ao produto final, já que em sua grande maioria, os fluxos são atividades que não agregam valor. Logo, podem ser eliminados ou reduzidos. A Figura 4 demonstra o novo modelo de processo proposto por Lauri Koskela.

Figura 4: Modelo de Processo do *Lean Construction*.



Fonte: Koskela (1992).

De acordo com Pozzobon et al. (2004), o conceito de fluxo para a Produção Enxuta está associado a um obstáculo, os quais podem ser a presença de atividades de inspeção, espera e transporte no empreendimento. O desafio de pesquisadores e profissionais da construção é a necessidade de adaptação dos conceitos e princípios da produção enxuta para aplicação na indústria da construção, com o objetivo de obter um melhor desempenho no processo de produção. Assim sendo, a Construção Enxuta é o esforço de adaptar os conceitos da Produção Enxuta, tais como a eliminação de desperdícios, controle total da qualidade e da quantidade produzida, melhoramento contínuo, envolvimento do funcionário, a gestão visual, entre outros, para a realidade da construção civil (TOMMELEIN, 2015).

2.2.2 Os 11 princípios da filosofia *Lean Construction*

Koskela (1992) apresenta um conjunto de princípios para gestão de processos e diversos autores (ISATTO et al., 2000; BERNARDES, 2003; POZZOBON et al., 2004) apresentam exemplos de aplicação dos princípios e benefícios proporcionados, no sistema de produção, com modificações simples e ferramentas de baixo custo. A

filosofia é orientada pelos princípios abaixo.

2.2.2.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor:

Este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, visto que a eficiência dos processos pode ser melhorada e suas perdas reduzidas, através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo e eliminação de algumas atividades de fluxo (ISATTO et al., 2000).

De acordo com Koskela (1992), as atividades podem ser definidas como: a) atividades que agregam valor ou atividades de transformação/conversão de material ou informação, na direção do que é requerido pelo consumidor; b) atividades que não agregam valor, também denominadas de desperdícios; atividades que consomem tempo, recursos e espaço, mas que não acrescentam valor ao produto.

Bernardes (2003) ressalta um ponto importante, salientando que a eliminação das atividades de fluxo deve ser avaliada, de forma que não elimine atividades de importância no ciclo produtivo, já que algumas atividades não agregam valor de forma direta ao cliente final, porém são relevantes para eficiência do processo, tais como, treinamentos de mão de obra, inspeção de serviços, entre outros.

2.2.2.2 Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades do cliente:

O valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção. A aproximação prática a este princípio passa por sistematizar a projeção para os fluxos, onde o cliente é definido para cada estágio e suas necessidades analisadas (KOSKELA, 1992).

Para exemplificar uma aplicação desse princípio, Isatto et al. (2000) cita que as inspeções de qualidade nos serviços executados são um exemplo disso, pois um serviço que não está conforme pelas tolerâncias estabelecidas em norma, pode prejudicar a continuidade da produção e, por consequência, os clientes internos.

2.2.2.3 Reduzir a variabilidade:

A redução da variabilidade se faz importante no processo produtivo por alguns fatores: sob a perspectiva do cliente um produto uniforme é mais aceito e no que tange aos prazos de execução, a variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo, bem como o percentual de atividades que não agregam valor, causando interrupções no fluxo de

trabalho. Logo, reduzindo a variabilidade na produção, diminui-se atividades que não criam valor e aumenta a produtividade.

2.2.2.4 Reduzir o tempo do ciclo de produção:

Koskela (1992) define o tempo de ciclo como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A aplicação deste princípio está fortemente relacionada à necessidade de reduzir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo, otimizando as tarefas ao máximo.

Além disso, esse princípio possui uma relação direta com o *Just-in-Time*, já que as atividades são realizadas de forma contínua, sem interrupções, no momento que devem ser realizadas e com a quantidade solicitada pelo cliente, dessa forma evitando desperdícios.

Do ponto de vista do controle da produção o tempo de ciclo é importante, pois qualquer acréscimo no tempo de ciclo é um alerta, pois algo não está conforme. E a redução deste tempo melhora a produtividade, pois se elimina o desperdício inerente a todo processo produtivo (KOSKELA, 1992).

Segundo Valente e Aires (2017), planejar em lotes menores é uma ação prática para esse princípio, pois possibilita um controle maior e clareza das atividades que serão realizadas, impactando na qualidade do produto final e no tempo de ciclo da produção. Ademais, o planejamento das atividades em lotes menores nos canteiros de obras, com intuito de que sejam executadas e concluídas, facilita a diminuição do número de retrabalhos, da variabilidade e do tempo ocioso para retomada da atividade inacabada.

Silva (2010) cita que a elaboração de um layout de canteiro com foco na análise dos fluxos de materiais, mão de obra e equipamentos também é uma boa prática para redução de tempo de ciclo da produção. Koskela (1992) acrescenta que tempos de ciclos menores facilitam a implementação de inovações e flexibilidade do produto para o cliente.

Somado a isso, Isatto *et al.* (2000) apresenta algumas vantagens para redução do tempo de ciclo:

1. A gestão dos processos torna-se mais fácil: volume de produtos inacabados em estoque é menor, o que tende a diminuir frentes de trabalho, facilitando o controle da produção e o uso do espaço físico disponível.
2. Entrega mais rápida ao cliente: as equipes concentram-se em lotes de produção menores. Com isso, as unidades são entregues aos clientes mais cedo, reduzindo o custo financeiro do empreendimento.
3. Efeito de aprendizagem tende a aumentar: como os lotes são menores, os erros aparecem mais rapidamente, sendo que as causas dos problemas podem ser identificadas e corrigidas.
4. A estimativa de futuras obras são mais precisas: devido ao fato dos lotes de produção serem menores e concluídos com prazos mais reduzidos, a empresa trabalha com uma estimativa mais precisa da obra em construção, tornando o sistema de produção mais estável.

2.2.2.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes:

Segundo Isatto et al. (2000), através da simplificação pode-se eliminar atividades que não agregam valor ao processo de produção, visto que quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor.

2.2.2.6 Aumentar a flexibilidade de saída:

Este princípio refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar de forma relevante os custos dos mesmos. Porém, esse aumento da flexibilidade deve ser realizado de forma complementar a simplificação e redução de processos (KUREK, 2005).

2.2.2.7 Aumentar a transparência dos processos:

Transparência é a capacidade de um processo de se comunicar com as pessoas nele envolvido (FORMOSO et al., 2002). Segundo Koskela (1992), ao proporcionar maior transparência aos processos produtivos, obtém-se a diminuição na ocorrência de erros na produção. Isso ocorre porque à medida que o princípio é utilizado podem-se identificar problemas mais facilmente, no ambiente produtivo,

durante a execução dos serviços. A falta de informação no planejamento e durante a construção é uma das causas presentes para falhas na construção civil, que culminam em retrabalho e espera.

Formoso et al. (2002) ressalta que a construção civil possui diversas peculiaridades que tornam difícil, se comparada às outras indústrias, a implantação da transparência em seu ambiente de trabalho, pode-se citar: a) ambientes de produção com constante mudanças físicas do canteiro de obras; b) grande quantidade de equipes se movimentando continuamente, muitas vezes permanecendo em um local por um curto período de tempo; c) constante criação de barreiras visuais não removíveis, que são incorporadas conforme a construção avança; e canteiros de obra grande, com diferentes equipes espalhadas.

Essas dificuldades explicam o baixo nível de transparência dos processos na construção civil. Como consequência, tal fato diminui o controle do processo, ocasionando situações cotidianas em que os colaboradores gastam tempo procurando ou na espera por materiais, equipamentos ou informações (POWELL et al., 2002).

Algumas formas de aumentar a transparência no processo são: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e a aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S (ISATTO et al., 2000).

2.2.2.8 Focar o controle no processo global:

Bernardes (2003) afirma que apesar da importância de um sistema produtivo em subprocessos, o controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios, que venham a interferir no prazo de entrega da obra. Segundo Koskela (1992), são necessários no mínimo dois pré-requisitos para o controle do processo global: a) o processo completo tem de ser medido; b) deve haver uma autoridade para controlar o processo completo.

2.2.2.9 Introduzir a melhoria contínua no processo:

Os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. O princípio da melhoria contínua

pode ser alcançado na medida em que os demais vão sendo cumpridos (KOSKELA, 2002). Segundo Koskela (1992), existem métodos necessários para a implementação desse princípio, tais como:

1. Medição e monitoramento da produção;
2. Definição de metas claras para a melhoria contínua;
3. Estímulo à solução raiz dos problemas através da análise das causas reais dos desvios;
4. Dar a responsabilidade da melhoria para todos os funcionários;
5. Utilizar procedimentos padrões como hipótese de melhor forma para execução dos processos, e ser constantemente desafiado por maneiras melhores.

Melo (2010) acrescenta que esse princípio é extremamente relevante para o JIT e TQC (Controle de Qualidade Total), visto que a busca pela melhoria contínua diminui o índice de retrabalhos, e conseqüentemente, estabelece um fluxo contínuo da produção. Além de utilizar de procedimentos padrões para execução, e seu respectivo monitoramento.

2.2.2.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões:

Para Koskela (1992), no processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em suma, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos os benefícios nas melhoras do fluxo, em comparação com as melhorias na conversão.

O autor ainda complementa que a questão central é que melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas: a) melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão, e com isso, menores investimentos em equipamentos; b) fluxos mais controlados facilitam à implementação de novas tecnologias na conversão; c) novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, portanto, benefícios no fluxo. É necessário que exista um equilíbrio entre ambas nesse contexto.

2.2.2.11 Aprender com referências de ponta (Benchmarking):

De acordo com Isatto et al. (2000), o bechmarking consiste em um processo de aprendizado, a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos.

Os princípios básicos para realização de um benchmarking eficaz são: conhecimento dos processos, pontos fortes e fracos de cada subprocesso, conhecimento dos líderes de cada setor, identificando e comparando suas formas de atuação; adaptações e incorporações das melhoras práticas identificadas no processo produtivo (KOSKELA, 1992).

2.2.3 Ferramentas e técnicas para aplicação do Lean Construction

De acordo com Venturini (2015), o sistema de produção enxuta apresenta-se flexível no que tange a utilização de ferramentas e técnicas auxiliares para implementação da metodologia. Da mesma forma que compreender a filosofia enxuta é importante para sua implementação, é necessário conhecer as ferramentas que possibilitam sua implementação. (PÁDUA, 2014).

A construção civil apresenta grandes falhas de controle de produção. As soluções estratégicas das empresas não devem se basear somente em vender e lucrar, mas também em garantir procedimentos que possam agregar valor para empresa, garantindo desempenho a longo prazo e uma busca contínua de melhoria em seus processos (VENTURINI, 2015). Em vista disso, a seguir são apresentadas algumas ferramentas e técnicas utilizadas no setor da construção civil para aplicação do *Lean Construction*.

2.2.3.1 Kanban

Ohno (1997) ressalta que o *kanban* é uma ferramenta usada para operar o Sistema de Produção Enxuta, utilizada para implementação do *just-in-time*, sendo o meio pelo qual as necessidades dos clientes internos (colaboradores em geral) eram indicadas dentro do processo. Para Shingo (1996), um dos principais benefícios do sistema *kanban* é o ato de proporcionar autonomia à produção, de forma que os colaboradores trabalhem e tomem decisões por si próprios. Caso executado de forma correta, as informações contidas no cartão *kanban* não deixarão dúvidas sobre sua produção (MONDEN, 2011).

Segundo Barreto e Heineck (2012) tomando como exemplo a produção da argamassa em um canteiro de obras, um sistema *kanban* utilizado de forma correta dispõe ao colaborador que prepara a argamassa, exatamente qual será a quantidade

necessária de produção, o tempo em que ela deverá estar pronta e em qual local deverá ser destinada, evitando desperdícios em superprodução. A Figura 5 ilustra um exemplo de cartão *kanban*.

Figura 5: Cartões Kanban para produção de argamassa.



Fonte: Tezel *et al.* (2015).

2.2.3.2 Programa 5S

Segundo Luiz e Vito (2011), o 5S possui como base cinco palavras japonesas que formam o nome do programa através das suas iniciais: seiri, seiton, seiso, seiketsu e shitsuke, as quais em português, significam, respectivamente: separar (senso de utilização), classificar (senso de ordenação), limpar/inspecionar (senso de limpeza), padronizar (senso de saúde) e manter (senso de autodisciplina) (LIKER, 2005).

O programa 5S trata-se de um sistema de padronização e organização do local de trabalho, e tem como objetivo auxiliar os funcionários a identificarem situações fora do padrão e tomar medidas que sejam corretivas de forma simples e imediata (DENNIS, 2008). Estes 5 Sensos estão dispostos na Figura 6.

Figura 6: Sentos do Programa 5S.

Denominação		Conceito	Objetivo Particular
Português	Japonês		
Utilização/Seleção	Seiri	Separar os desnecessários	Eliminar do espaço de trabalho o que seja inútil
Ordem	Seiton	Situar os necessários	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz
Limpeza	Seiso	Suprimir os supérfluos	Melhorar o nível de limpeza
Saúde e Higiene	Seiketsu	Sinalizar as anomalias	Prevenir o aparecimento de doenças, supérfluos e a desordem
Disciplina	Shitsuke	Seguir melhorando	Incentivar esforços de aprimoramento

Fonte: Naves (2013).

A aplicação do 5S na construção civil pode ser dada de diversas maneiras. Segundo Tezel *et al.* (2010), podemos destacar algumas:

- 1 Identificação de equipes através de capacetes de cores diferentes;
- 2 Estocar materiais somente em locais especificados, que devem ser escolhidas de forma estratégica à operação;
- 3 Sinalizar o que está sendo estocado em determinado local por meio de placas contendo foto do material e especificação do mesmo;
- 4 Identificação visual dos meios de transporte (carrinhos de mão, jericas, elevador cremalheira, guincho de coluna, grua/minia grua) utilizados para cada material ou processo; e
- 5 Identificação visual das rotas de transporte (rotas de fluxo) ideais, através de sinalizações direcionais colocadas no chão ou em outra superfície;

A Figura 7 representa um exemplo de implementação dessas práticas.

Figura 7: Identificação de material no estoque de um canteiro de obras.



Fonte: Tezel *et al.* (2015).

2.2.3.3 Andon

Segundo Tezel *et al.* (2010), o sistema *andon* é um importante dispositivo visual que permite o imediato reconhecimento do *status* do processo. O objetivo final do *andon* é que os problemas sejam identificados na fonte e suas reais causas solucionadas, para que haja um melhoramento contínuo da produção.

O sistema indica três estados de produção, representadas por três cores: em trabalho (verde), em espera (amarelo) ou em impossibilidade de trabalhar (vermelho). Em suma, a luz verde indica uma situação normal de operação; a luz amarela indica que o colaborador está precisando de ajuda; e a luz vermelha representa o problema não corrigido, e que os processos anteriores àquela tarefa devem ser paralisados e os colaboradores devem discutir a solução do problema (MONDEN, 2011).

O sistema *andon* pode ser tecnológico através de um quadro de luzes indicando a situação da produção (sendo verde para produção normal, amarelo para espera e vermelho para impossibilidade de trabalhar), como também pode ser através de um sistema simples de cartões, visto que em canteiros de obras menores tal ferramenta atende às necessidades (MARTINS; GUIMARÃES, 2019). A Figura 8 e Figura 9 mostram esse sistema.

Figura 8: Andon instalado em um pavimento.



Fonte: Lobo (2019).

Figura 9: Andon por cartões.



Fonte: Tezel et al. (2010).

2.2.3.4 Sistema *poka-yoke*

O *poka-yoka* ou sistema a prova de erros é uma metodologia que também serviu como meio para implementação da *autonomação* na Toyota (LIKER, 2005). Dispositivos *poka-yoke* são dispositivos de detecção de anormalidades. O seu objetivo é viabilizar a inspeção na fonte e consequência eliminar as perdas pela fabricação de algum produto defeituoso. Esses dispositivos podem ser simples, mas são de suma importância em uma política de controle de qualidade. Sua principal função é garantir um processo livre de falhas, mas podem ser aplicados em outras atividades do processo como transporte e estocagem (GHINATO, 1996).

No que tange à construção civil, segundo Tommelein (2008), esses dispositivos não garantem por completo uma produção a prova de erros. Os dispositivos se

baseiam em garantias visuais de que o procedimento está sendo realizado da forma correta com o material correto, como colorir regiões dos projetos que possuem materiais diferentes.

2.2.3.5 Painel *heijunka*

Heijunka, também chamado de nivelamento da produção, se refere ao princípio do *just-in-time* de produzir de forma nivelada, em uma base regular, de maneira a atender eficientemente a demanda sem criar estoques (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2013).

De acordo com Tezel *et al.* (2015), o painel *heijunka* serve para guiar o plano e o nivelamento de produção, sendo uma ferramenta eficiente para a redução de desperdícios de superprodução.

2.2.3.6 Instruções Visuais de Trabalho

Essa ferramenta trata-se de utilizar dispositivos que auxiliam os colaboradores a realizarem suas tarefas por meio de demonstrações visuais de como são as práticas e técnicas padronizadas para determinada atividade (TEZEL *et al.*, 2015).

2.2.3.7 Operadores polivalentes

Refere-se à uma prática que consiste em capacitar operadores a executarem várias tarefas, ao contrário de se especializar em apenas um serviço específico. Essa prática torna a equipe e o sistema produtivo menos vulnerável a eventuais imprevistos que podem ocorrer e caso algum colaborador se ausente. A adoração de trabalhadores multiquificados em todos os níveis da organização torna-se uma técnica interessante para o desenvolvimento do *lean* no setor da construção civil, visto que diminui o tempo de ciclo e aumenta a transparência dos processos (SHINGO, 1996; WOMACK E JONES, 1998; PÁDUA, 2014).

2.3 CANTEIRO DE OBRAS

A NR-18 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (1996), define canteiro de obras como: “Área fixa e temporária onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra”. Por outro lado, para Souza (2000), o canteiro de obras é definido basicamente como uma área do terreno onde são organizadas e realizadas todas as atividades por trabalhadores e equipamentos para

o desenvolvimento de uma obra.

Segundo Limmer (2010), pode-se comparar o canteiro de obras a uma fábrica que tem como objetivo produzir um produto único. Porém, diferentemente de outras fábricas, que tem seus processos invariáveis e seus equipamentos fixos, para os canteiros de obra o produto permanece fixo enquanto a fábrica deve se moldar para atender às suas demandas em cada etapa.

A seguir, serão apresentados tópicos relevantes para o entendimento da importância de um canteiro de obras bem planejado e a sua influência nos processos construtivos de uma obra.

2.3.1 Planejamento de canteiros de obra

Goldman (2004) explana que a fase do planejamento do canteiro de obras é de extrema importância e deve ser elaborada antes do início da obra, analisando os pontos estratégicos a serem estudados para que se instale o canteiro de obras de maneira a se obter os melhores resultados no decorrer da obra.

Saurin e Formoso (2006) citam que é importante que se faça um estudo estratégico para definição do local onde será instalada cada área que compõe o canteiro de obras de maneira a obter a melhor utilização do espaço físico disponível e minimizar deslocamentos excessivos de pessoas e materiais, possibilitando assim que os trabalhadores e equipamentos possam trabalhar com eficiência e segurança.

2.3.2 Layout do canteiro de obras

De acordo com Rego (2010), para se ter um bom canteiro de obras é importante saber organizar o espaço disponível, para que ele comporte todas as instalações fixas, equipamentos e materiais de maneira organizada e que as máquinas e operários possam circular de forma rápida, eficiente e com segurança.

O projeto logístico de um canteiro influencia de maneira significativa os tempos de deslocamento e movimentação de materiais e na execução das atividades da obra, interferindo na produtividade da construção como um todo (VIEIRA, 2006).

Para Borba (1998), para que se elabore um *layout* que visa o melhor desenvolvimento das atividades e uma logística do canteiro mais eficiente, é importante que se respeite alguns princípios, descritos na Figura 10.

Figura 10: Princípios para elaboração do Layout do canteiro de obras.

Integração de todos os elementos e fatores	Entradas e saídas para operários distintos, para os clientes, disposição dos equipamentos etc.;
Mínima distância	O transporte nada produz, portanto deve ser minimizado e se possível eliminado;
Obediência do fluxo de operações	Evitar cruzamentos, retornos, interferências e congestionamentos;
Racionalização do espaço	Aproveitar as quatro dimensões (geométrica e temporal) – subsolo, espaços superiores para transportar, canalizações, depósitos pouco usados;
Satisfação e segurança do empregado	Um melhor aspecto das áreas de trabalho promove tanto a elevação da moral do trabalhador quanto a redução de riscos de acidentes;
Flexibilidade: possibilidade de mudança dos equipamentos.	Possibilidade de mudança dos equipamentos, quando evoluir ou modificar a linha de produtos – condições atuais e futuras.

Fonte: Borba (1998).

2.3.3 Armazenamento de materiais

As instalações que têm como função o armazenamento dos materiais, devem ser planejadas de acordo com o tipo, dimensões e quantidades dos materiais que serão abrigados. Na maior parte dos casos, devido à característica dinâmica das obras, ocorre-se mudanças de atividades ao longo da construção, devido a isso deve-se levar em consideração as mudanças de atividades ao longo da construção, verificando quantidades e tipo de material que será utilizado em cada etapa da obra, e a partir disso, planejar as instalações e suas possíveis alterações no decorrer do processo produtivo (SAURIN, 2006).

A localização dos locais de armazenamento no canteiro deve ser planejada com o objetivo de reduzir ao máximo a movimentação dos materiais no canteiro. Segundo Saurin (2006), o local de recebimento do material, a instalação que irá abrigá-lo e o local onde ele será utilizado devem estar próximos entre si.

2.3.4 Movimentação de materiais

Saurin (2006) cita que se deve sempre buscar a redução da movimentação dos

materiais e equipamentos no canteiro, porém em muitos casos essa movimentação se faz necessária para a execução das atividades. Os transportes necessários devem ser identificados e planejados de modo a evitar o cruzamento de fluxos que podem levar a interferência ou até mesmo interrupção de atividades, gerando perda de produtividade.

Os transportes de materiais podem ser feitos de forma horizontal com equipamentos que se deslocam em um mesmo nível do canteiro (carrinhos-de-mão, giricas, porta-pallets, veículos como tratores e caminhões), e na elaboração do *layout* do canteiro, é importante que sejam estabelecidas as vias em que irão circular cada tipo de equipamento de transporte, definindo sentido e direção de fluxo considerando os espaços de manobra destes equipamentos (SAURIN, 2006).

Outra forma de realizar os transportes de materiais é de maneira vertical (elevador de carga, guincho e grua) com equipamentos que se deslocam apenas no plano vertical, e por se tratar de equipamentos de grandes dimensões e de difícil instalação e desmobilização, a sua localização deve ser bem planejada em locais estratégicos que poderão permanecer fixos no decorrer de toda obra ou na maior parte dela, e por isso, devem ser instalados em locais estratégicos, de forma que interfira na menor quantidade possível de serviços que deverão ocorrer ao longo da obra, para que evite atrasos no cronograma. Além disso, devem estar localizados próximo dos postos de produção de argamassa e também do estoque de materiais. É recomendado que a posição da sua instalação também seja baseada nos equipamentos de transporte horizontal, de forma que se evite ao máximo percorrer longas distâncias (SAURIN, 2006).

2.4 REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Para a construção de uma edificação utiliza-se de várias etapas e processos construtivos nos quais pode haver desperdícios. De acordo com Lima (2003), quando pensa em desperdício não se deve pensar apenas em perdas de matérias, mas também no fator tempo, por exemplo, o gasto de um funcionário parado à espera de um material que está sendo transportado até seu posto de trabalho, também é considerado desperdício. Dentre muitas atividades realizadas em um canteiro de

obras e que podem causar grandes desperdícios, destaca-se a atividade de aplicação de revestimentos cerâmicos, a qual está presente em muitas obras de edifícios residenciais e comerciais.

É importante ressaltar que a escolha dos materiais, a preparação da área de aplicação, fluxo de materiais, equipamentos e colaboradores responsáveis pelo serviço, escolha de argamassas e equipamentos utilizados são pontos relevantes que devem ser observados para que se atinja o melhor desempenho e produtividade na execução desse serviço.

2.4.1 Processo Construtivo

De acordo com Lima (1998), deve-se analisar o uso que se deseja fazer em determinado ambiente e escolher o material adequado para aquela situação, durante a execução deve-se atentar ao uso das técnicas corretas para aplicação, e posteriormente, ao longo da utilização do ambiente deve-se tomar os devidos cuidados com a manutenção do revestimento.

Assim sendo, para que se alcance um bom desempenho do revestimento cerâmico e os retrabalhos sejam minimizados, algumas etapas devem ser executadas, seguindo-se a ordem correta de execução.

2.4.1.1 Término dos serviços predecessores

Os serviços predecessores são os serviços que antecedem o serviço que se deseja executar, de tal forma que para que o serviço de revestimento cerâmico se inicie, os serviços de instalações elétricas, hidráulicas, gás e lógica sob piso ou paredes a serem revestidos estejam concluídos e inspecionados, isto é, de acordo com as normas correspondentes. Os ensaios de estanqueidade nas tubulações devem ser finalizados, como também o contrapiso precisará estar com tempo de execução superior a 14 dias. É necessário fazer a verificação da quantidade de peças cerâmicas necessárias para ser finalizado o serviço e com uma margem de segurança para imprevistos e cortes (mas estes devem ser evitados). É de extrema importância que as placas cerâmicas estejam secas e que seu tardo (o verso da placa) esteja isento de pó e partículas para não prejudicar a aderência (ROSA, 2020). A não conformidade ou observação adequada desses serviços podem levar a retrabalhos, tais como remoção ou recorte de placas cerâmicas já assentadas para adequação de

instalações, ou por correção da impermeabilização (SILVA *et al.*, 2015).

2.4.1.2 Superfície de aplicação dos revestimentos cerâmicos

Deve-se fazer a verificação da superfície de aplicação antes do início do assentamento do revestimento cerâmico. Para o caso de paredes, verifica-se a planicidade, prumo e ausência de irregularidades no emboço. Para pisos, verifica-se também a planicidade, ausência de irregularidades no contrapiso, e certifica-se de que há caimento para os ralos da maneira especificada em projeto. Quando as verificações são negligenciadas pode ocorrer um consumo muito maior de argamassa colante e falta de planicidade e alinhamento no assentamento das peças cerâmicas (REBELO, 2010).

É necessário atentar-se para o tempo de cura da base, que de acordo com a NBR 13754: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento, é de no mínimo 7 dias sobre o emboço e de 14 dias sobre os demais substratos. A aplicação da placa cerâmica só pode ocorrer após esses dias estabelecidos por norma. De acordo com Campante (2003), a limpeza do substrato também é de extrema relevância, já que pode afetar prejudicialmente na aderência entre a argamassa de assentamento e o substrato.

2.4.1.3 Preparo e aplicação da argamassa colante

A mistura do pó da argamassa com a água deve seguir as indicações do seu fabricante, de modo que atinja a consistência adequada e se torne trabalhável. A consistência ideal da mistura poderá ser observada aplicando-se um pouco de argamassa sobre o substrato a desempenadeira dentada. Os cordões resultantes deverão estar bem aderidos, não devendo fluir ou abater-se. Além disso, deve-se ter cuidado para não se adicionar água após a mistura inicial (REBELO, 2010).

Ainda de acordo com Rebelo (2010), em geral os fabricantes de argamassa colante recomendam que, após a mistura, deve-se aguardar 15 minutos de descanso para se iniciar os procedimentos de aplicação. Recomenda-se também que a utilização da argamassa ocorra em até duas horas e trinta minutos depois do tempo de pega ter iniciado para que se garanta a aderência desejada, sendo vedada a adição de maior volume de água ou outros produtos (ROSA, 2020).

Segundo Campante e Baía (2003), os fabricantes recomendam que as

argamassas devem ser aplicadas inicialmente utilizando o lado liso da desempenadeira de aço, formando uma fina camada. Posteriormente deve-se passar o lado dentado formando os cordões com um ângulo de 60º graus em relação a base da placa cerâmica, sendo que a altura dos cordões irá variar de acordo com a desempenadeira utilizada.

O método de aplicação da argamassa colante depende da área da placa cerâmica a ser assentada. Para peças cerâmicas com área igual ou menor do que 900 cm², a aplicação da argamassa pode ser feita pelo método convencional, ou seja, a aplicação da argamassa é somente na parede, estando a peça cerâmica limpa e seca para o assentamento. O posicionamento da peça deve ser tal que garanta contato pleno entre seu tardo e a argamassa. Para áreas maiores do que 900 cm², a argamassa deve ser aplicada tanto na parede quanto na própria peça (método da dupla colagem). Os cordões formados nessas duas superfícies devem se cruzar em ângulo de 90º, e a cerâmica deve ser assentada de tal forma que os cordões estejam perpendiculares entre si. (ABNT, 1996).

O tipo de desempenadeira a ser utilizada também dependerá da área da placa cerâmica a ser assentada (CAMPANTE; BAÍA, 2003). A Figura 11 apresenta a relação entre a área superficial da placa cerâmica e os formatos da desempenadeira e procedimentos indicados.

Figura 11: Dimensionamento dos dentes da desempenadeira em função das placas cerâmicas.

Área da superfície das placas cerâmicas A (cm ²)	Formato dos dentes da desempenadeira (mm)	Procedimento
$A < 400$	Quadrados 6 x 6 x 6	Convencional
$400 \leq A \leq 900$	Quadrados 8 x 8 x 8	Convencional
$A > 900$	Quadrados 8 x 8 x 8	Dupla colagem

Fonte: Campante; Baía, 2003. (Adaptado)

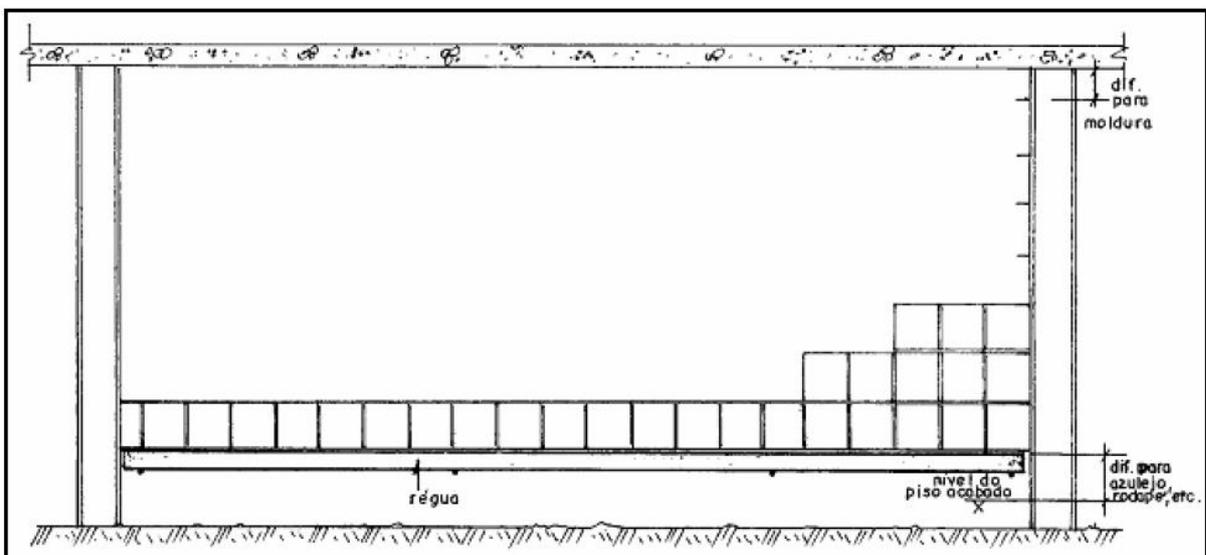
2.4.1.4 Assentamento do revestimento cerâmico

Chaves (1997) destaca que o processo de assentamento dos revestimentos

cerâmicos deve ser iniciado marcando o alinhamento da fiada de assentamento, utilizando réguas de alumínio, linhas de Nylon ou níveis a laser. O objetivo destas marcações é orientar o operador no assentamento das cerâmicas e garantir o alinhamento após a aplicação do revestimento.

Após essa marcação, dá-se início ao processo de assentamento dos revestimentos. O tardo das placas cerâmicas a serem assentadas deve estar limpo, isento de pó, gorduras, ou partículas secas e não deve ser molhado antes do assentamento (REBELO, 2010). A colocação das placas cerâmicas deve ser feita de baixo para cima, uma fiada de cada vez a partir de uma régua colocada de nível para alinhamento e galga da primeira fiada de assentamento conforme Figura 12 abaixo.

Figura 12: Procedimentos para assentamento de placas cerâmicas em ambiente interno.



Fonte: Chaves, 1997 (Adaptado).

A melhor forma para garantir um bom contato superficial da peça cerâmica com a argamassa colante e, conseqüentemente a máxima aderência, é aplicando-a a cerca de 2 cm das peças já assentadas e arrastando a peça até o local correto. Com o auxílio do martelo de borracha e das juntas niveladoras, que devem obedecer às dimensões mínimas indicadas pelo fabricante da placa cerâmica na caixa, tem-se o alinhamento da peça, de forma que haja uniformidade do espaçamento e nivelamento entre a peça que está sendo assentada e as peças vizinhas (REBELO, 2010).

2.4.1.5 Rejuntamento

Com a etapa de assentamento finalizada, deve-se aguardar no mínimo 72 horas para que seja feita a aplicação da argamassa de rejuntamento, com intuito de evitar o surgimento de tensões pela retração de secagem da argamassa colante (REBELO, 2010). Rosa (2020) pondera sobre o assunto apontando que antes de iniciar o rejuntamento, é importante verificar se alguma peça cerâmica apresenta som cavo. Esse teste é feito por meio de percussão com instrumento, e em caso positivo, a peça deverá ser retirada e reassentada, uma vez que o som cavo indica má aderência. As juntas precisam estar limpas, livres de sujidades, resíduos e poeiras para a correta penetração do material de modo a assegurar a aderência necessária.

A argamassa de rejuntamento deve ser preparada conforme indicações do fabricante e deve ser aplicada com desempenadeira de borracha, seguindo ângulo de 45° com a superfície. Após a aplicação da argamassa de rejunte, as juntas deverão ser frisadas com um pequeno bastão de madeira recurvado, para que haja uma maior compacidade da argamassa de rejuntamento, diminuindo sua porosidade superficial (REBELO, 2010).

2.4.2 Controle de qualidade da execução

De acordo com Rebelo (2010), para alcançar o máximo de qualidade possível no serviço executado, é importante conhecer os resultados que se deseja alcançar e quais tolerâncias e limites para cada um deles, além de ser relevante que tenha os registros de todas inspeções realizadas.

A determinação dos itens que devem ser observados durante o processo de cada atividade é fundamental para que se alcance os padrões desejados. Fichas de verificação auxiliam e orientam os profissionais que executarão os serviços, pontuando os resultados que devem ser alcançados em cada etapa da atividade (CAMPANTE, BAÍA, 2003).

3 METODOLOGIA

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa científica deve ser sistemática, metódica e crítica. “O planejamento de uma pesquisa depende tanto do problema a ser estudado, da sua natureza e situação espaço-temporal em que se encontra, quanto da natureza e nível de conhecimento do pesquisador.” (KOCHE, 2007, p. 122). Podem existir vários tipos de pesquisas, cada tipo possui um núcleo comum de procedimentos e suas peculiaridades próprias. Deste modo, utilizando os conceitos estabelecidos por Prodanov e Freitas (2013), o presente trabalho foi classificado como:

Quanto à natureza: pesquisa aplicada, a qual objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dos conceitos Lean Construction no canteiro de obra analisado.

Quanto ao objetivo: caracteriza-se como pesquisa exploratória, e de acordo com Gil (2007), estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições, a qual possui em geral um planejamento flexível, o que permite o estudo do tema sob diversos ângulos e aspectos. Este trabalho busca através de um levantamento bibliográfico, entrevistas, análise de documentos e análises visuais estimular a compreensão do tema proposto.

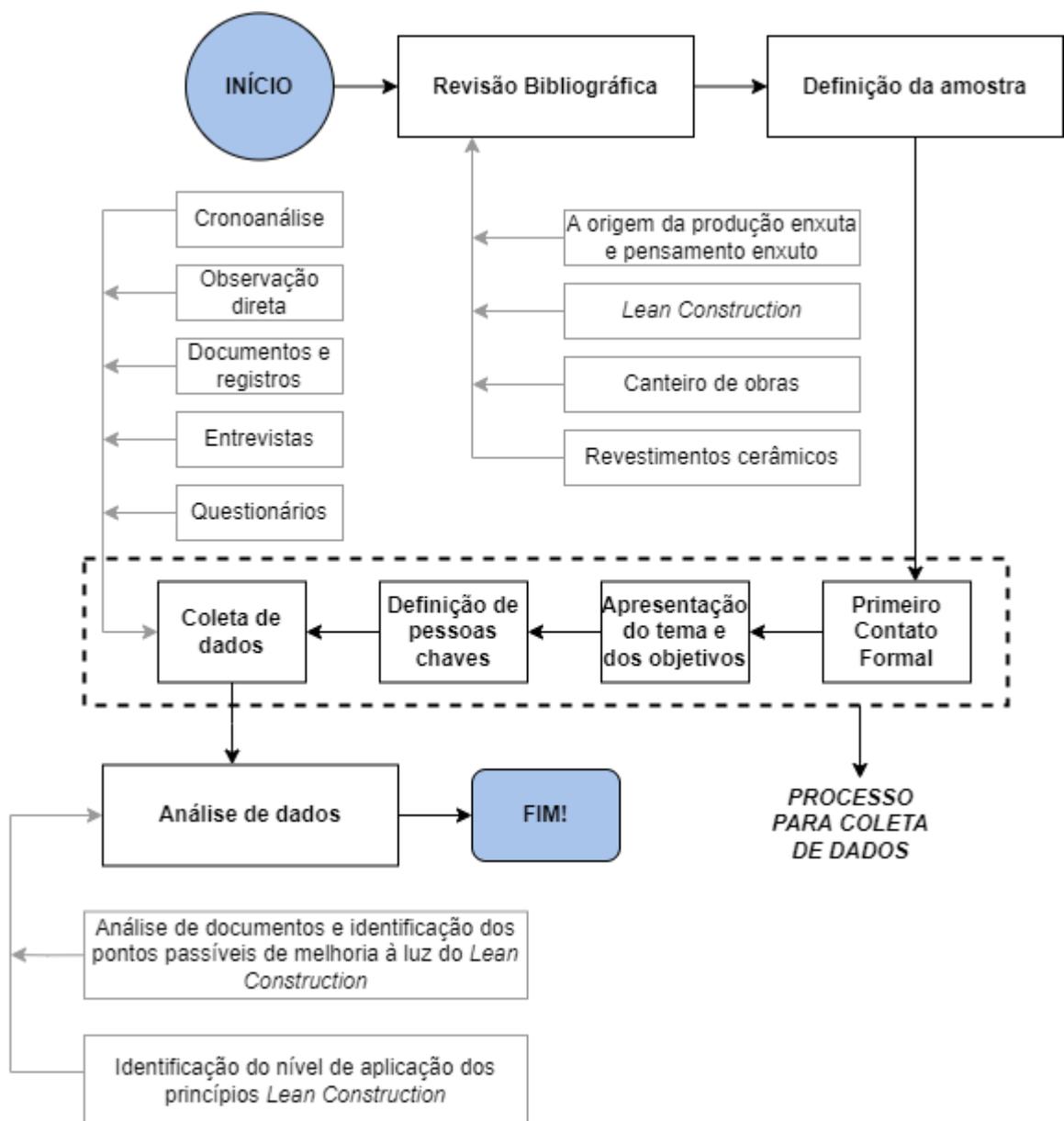
Quanto aos procedimentos técnicos: este trabalho foi realizado através dos procedimentos de um estudo de caso. Segundo Yin (2001), nos estudos de caso o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e, essencialmente, busca responder às questões relacionadas a “como” e “por que os eventos ocorrem”. A unidade de análise do estudo foi uma empresa construtora utilizando-se de observações diretas, entrevistas, questionários e análises de documentos.

Quanto à forma de abordagem do problema: apresenta abordagem qualitativa e quantitativa. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), no desenvolvimento da pesquisa de natureza quantitativa, deve-se formular hipóteses e classificar a relação entre as variáveis para garantir precisão dos resultados, já na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos dados, isto é, o pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo. Para o presente trabalho, a abordagem será majoritariamente qualitativa, visto que a finalidade

principal do estudo é de explicar e descrever diversos fenômenos, para entender a unidade-caso como um todo. Além disso, por não ter uma amostragem significativa que gerem dados suficientes para que seja feita uma análise quantitativa, opta-se por proceder como uma análise predominantemente qualitativa (GODOY, 1995). Porém, a parte da abordagem quantitativa será realizada através de uma análise de dados coletados por meio de questionário.

A metodologia utilizada para a pesquisa se encontra na Figura 13.

Figura 13: Etapas da pesquisa realizada.



Fonte: Própria.

3.1 Revisão Bibliográfica

A etapa da revisão bibliográfica tem como objetivo estabelecer uma base teórica para facilitar a compreensão do tema estudado. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a Revisão Bibliográfica é a parte de um trabalho científico que tem o objetivo de contextualizar a proposta de estudo.

Para o presente trabalho, essa etapa foi dividida em 3 tópicos principais, sendo eles:

- Tópico 2.1 – A origem da produção enxuta e do pensamento enxuto;
- Tópico 2.2 – *Lean Construction*: origem, conceitos e princípios;
- Tópico 2.3 – Canteiro de obras;
- Tópico 2.4 – Revestimentos Cerâmicos.

3.2 Definição da amostra

A definição da amostragem refere-se à seleção de uma obra de uma empresa construtora para a realização do estudo de caso, e é necessário que a empresa cumpra aos seguintes critérios:

- A empresa deve ser de pequeno porte (com 20 a 99 funcionários empregados na empresa conforme classificação do SEBRAE, 2017);
- A empresa deve permitir visitas ao canteiro de obras durante a realização do trabalho, e deve ter interesse em participar da pesquisa;
- O empreendimento ser um edifício residencial ou comercial;
- A empresa deve permitir consulta a documentos e projetos que se apliquem ao tema estudado;
- A obra deve ser localizada na região metropolitana da grande Vitória, a fim de facilitar as visitas ao local de estudo;
- O empreendimento deve estar realizando a etapa de execução de revestimentos cerâmicos;
- Os responsáveis pela obra demonstrarem disponibilidade para fornecer dados e/ou informações para contribuir com o desenvolvimento do trabalho.

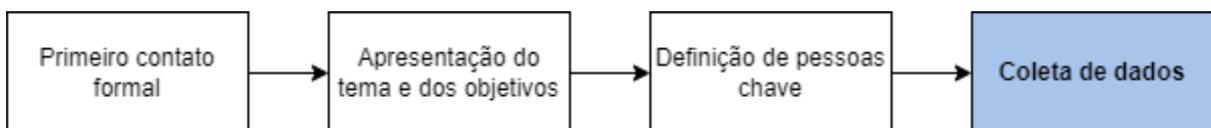
Por questões de preservação da privacidade da empresa escolhida, a empresa analisada será denominada de Empresa A. Seu nome e localização exata da obra

estudada não serão informados neste trabalho.

3.3 Processo para coleta de dados

Yin (2001) destaca que para que seja garantida a qualidade dos resultados obtidos no estudo de caso é primordial que haja ligações explícitas entre as questões feitas, os dados coletados e as conclusões realizadas. Em vista disso, o presente trabalho utilizará o planejamento operacional de coleta de dados de Freitas e Jabbour (2010), de forma adaptada, conforme Figura 14 a seguir:

Figura 14: Processo adaptado de Planejamento da coleta de dados e evidências em estudos de casos.



Fonte: Adaptado de Freitas e Jabbour (2010).

A primeira etapa refere-se ao contato formal com a empresa escolhida a fim de obter a autorização para a realização da pesquisa, seguida da explanação dos objetivos do estudo e apresentação breve e clara do tema Construção Enxuta. Feito isso, foi conhecida a estrutura organizacional da empresa e da unidade-caso, e então a definição das pessoas a serem entrevistadas. A coleta de evidências será feita por meio de aplicação de questionários referentes ao princípio do aumento da transparência e da redução do tempo de ciclo, entrevistas para avaliar o nível de transparência dos processos e o tempo das atividades, análise de documentos solicitados à empresa, observação direta do canteiro de obras com ênfase na etapa de execução de revestimentos cerâmicos e registros fotográficos.

3.3.1 Questionário

O questionário aplicado neste trabalho, o qual está apresentado no ANEXO A, é uma adaptação do questionário proposto por Tonin e Schaefer (2013) e Kurek (2005). Para os princípios estudados neste trabalho foram elaboradas perguntas, que envolvem práticas, ações e comportamentos nos quais a aplicação apresenta evidências da utilização da filosofia da Construção Enxuta. No presente trabalho, ao término do questionário será obtida uma nota relacionada ao nível de aplicação de cada item referente aos princípios do aumento da transparência e redução do tempo

de ciclo, podendo variar entre zero (não aplicável), um (aplicado com deficiência), dois (aplicado parcialmente), três (aplicado totalmente). A Figura 15 detalha a referência para classificação da pontuação.

Figura 15: Níveis de classificação do questionário.

Nota atribuída	Classificação da pontuação
0	Não aplicável - A prática não está presente
1	Aplicado com deficiência - A prática está presente, mas há grandes inconsistências em sua aplicação
2	Aplicado parcialmente - A prática está presente, mas há pequenas inconsistências na sua aplicação
3	Totalmente aplicável - A prática está totalmente presente e efetivamente implementada

Fonte: Própria.

O questionário (ANEXO A) será dividido em duas partes, sendo a primeira parte com perguntas referentes ao princípio do aumento da transparência, e a segunda parte referente à redução do tempo de ciclo.

De acordo com Vergara (2011), esse modelo de questionário classifica-se como questionário de modelo fechado, no qual o responsável por respondê-lo fará escolhas diante das alternativas apresentadas, isto é, as opções de resposta serão fixas.

O questionário será realizado apenas com o coordenador de obras responsável pela obra, visto que para a coleta dessas informações só é necessário um indivíduo que tenha uma visão sistêmica da obra. A fim de que o entrevistado tivesse um entendimento maior antes de responder as questões, foi feito um esclarecimento sobre a filosofia *Lean Construction*, explanando a existência de 11 princípios dessa filosofia e a autora definiu apenas 2 deles para elaboração do questionário (ANEXO A) e posterior análise dos dados coletados. Estes dois princípios foram escolhidos porque produzem questionamentos ligados às etapas de recebimento, movimentação, armazenamento, e aplicação de revestimentos cerâmicos, promovendo análises sobre a produtividade no canteiro de obras.

No fim do questionário serão descritos os seguintes pontos: ferramentas e técnicas utilizadas que se relacionam com a transparência e o tempo de ciclo; o nível

de transparência e de redução do tempo de ciclo analisado do canteiro de obras.

3.3.2 Entrevistas

Silva (2010) aborda que a entrevista proporciona ao entrevistador compreender fatos intrínsecos, permitindo encontrar e superar resistências por parte do entrevistado. Logo, para obter mais informações, outra forma de coleta de dados se dará por meio da realização de entrevistas. De acordo com Yin (2001) e Vergara (2011), a entrevista pode ser do tipo focal, a qual o respondente é entrevistado por um curto período, através de uma conversa de caráter informal, seguindo um conjunto de perguntas com foco em um assunto.

Essa entrevista está descrita no ANEXO B, e vai ser realizada com o engenheiro responsável pela obra, o colaborador responsável pelo setor de planejamento, o técnico de edificações da obra, o encarregado/empreiteiro do setor de revestimentos cerâmicos, o oficial pleno e polivalente envolvido no processo de execução de revestimentos cerâmicos, quatro auxiliares de obra diretamente envolvidos no processo de execução de revestimentos cerâmicos, os quais representam aproximadamente 50% do total de colaboradores da obra e 100% do total de colaboradores da obra envolvidos na execução do serviço em estudo.

Os objetivos principais dessa entrevista são identificar três pontos principais: a) nível de conhecimento e assertividade dos funcionários quanto ao entendimento da sequência executiva referente ao processo de execução de revestimentos cerâmicos; b) relacionar a opinião dos funcionários sobre qual é a atividade mais difícil de ser realizada dentro do processo de execução de alvenaria em blocos cerâmicos; c) relacionar a opinião dos funcionários sobre qual é a atividade que pode ocasionar o maior número de problemas ou imprevistos dentro do processo de execução de revestimentos cerâmicos.

Por fim, a entrevista contribuirá para levantar pontos em que seja possível fazer uma análise se os funcionários entendem sobre o processo de execução de revestimentos cerâmicos, isto é, sua sequência executiva, suas particularidades e seus gargalos, dessa forma, identificando se os colaboradores possuem uma compreensão de como o processo funciona como um todo e se há congruência nas

respostas obtidas pelos colaboradores envolvidos diretamente na execução da atividade e pelos cargos de supervisão. Com isso, será possível identificar se a percepção dos principais problemas ocorrentes no processo executivo de revestimentos cerâmicos é diferente para o nível hierárquico entrevistado.

Destaca-se que obtendo uma conformidade nas respostas independente do cargo do funcionário, pode-se considerar um indicador de que o princípio da transparência na obra em estudo é aplicado, visto que todos conheceriam o procedimento de execução de serviços da empresa, e estariam cientes das dificuldades que ocorrem no decorrer do processo.

3.3.3 Coleta e análise de documentos e registros

Destaca-se que a análise dos documentos em conjunto com as observações diretas que foram feitas em campo, foram a principal fonte de dados para obter uma maior compreensão dos elementos constituintes do canteiro e os procedimentos, materiais e controle dos serviços utilizados no processo de revestimentos cerâmicos. Portanto, foi solicitado à empresa documentos que fornecessem informações e registros relacionados às atividades de aplicação dos revestimentos cerâmicos. Os documentos solicitados foram os seguintes:

1. Projeto e layout do canteiro de obra: Identificar o posicionamento do armazenamento de revestimentos cerâmicos e analisar a disposição e organização dos elementos.
2. Cronograma de atividades da obra: Conhecimento das atividades que estão ocorrendo na obra durante a execução de revestimentos cerâmicos.
3. Registro da retirada e recebimento de materiais no almoxarifado: Análise do fluxo de materiais e equipamentos no decorrer da obra.
4. Ficha de verificação de materiais: Verificação do controle de qualidade de materiais e recebimento deles.
5. Ficha de verificação de serviços de revestimento cerâmico: Verificação das conformidades da execução do serviço.
6. Procedimento executivo do serviço de revestimentos cerâmicos: Verificação se os operadores são previamente orientados no que se refere às etapas de

revestimentos cerâmicos.

7. Planta de paginação de piso: Analisar se o que está sendo projetado está sendo executado.
8. Organograma: Identificar a estrutura organizacional da empresa.

3.3.4 Observação direta do canteiro e descrição do cenário observado

Durante a pesquisa vão ser realizadas observações diretas. Alguns comportamentos relevantes ou condições ambientais podem ser avaliados por esse tipo de fonte de dados (YIN, 2001). Ainda, segundo o mesmo autor, as observações diretas podem variar de atividades formais a atividades informais de coleta de dados. Nas formais pode-se verificar a incidência de certos tipos de comportamento, como por exemplo, acompanhamento de reuniões e trabalhos de fábrica. De maneira informal podem-se realizar esse tipo de coleta de dados durante a coleta de outras evidências, como entrevistas (YIN, 2001). Assim, durante essa pesquisa serão realizadas observações diretas das atividades no canteiro de obra escolhido relacionadas ao recebimento, transporte, armazenamento e execução de revestimentos cerâmicos.

Em suma, para o presente trabalho, esse tipo de coleta de dados será realizado de maneira informal e dirigida, com a intenção de observar os processos de recebimento, armazenamento, transporte e execução de revestimentos cerâmicos. Ademais, será guiada por meio do roteiro estabelecido no ANEXO C, citando as características dos locais de armazenamento, equipamentos de transporte, do fluxo dos materiais utilizados e das atividades de instalação dos revestimentos cerâmicos. Foram feitos registros fotográficos dos cenários observados no canteiro de obra em estudo.

3.3.5 Cronoanálise

De acordo com Barnes (2013), a cronoanálise não só traz benefícios para os processos produtivos das empresas como também para os seus funcionários, pois através da observação direta das atividades é possível fazer uma avaliação ergonômica, avaliação do layout de fábrica, dos equipamentos que estão sendo utilizados e aplicar melhorias. Diante de tais benefícios e com o objetivo de estudar o princípio da redução do tempo de ciclo, optou-se por utilizar essa ferramenta para

fazer um estudo dos tempos referentes ao processo de execução de revestimentos cerâmicos.

A coleta de dados é feita em um documento denominado, ficha de cronoanálise, conforme ANEXO D. Além da folha, foram utilizados: um cronômetro, uma prancheta para fixação das folhas, caneta para realizar anotações e uma câmera para registros das atividades. Cada atividade da ficha, que corresponde à uma atividade ligada ao processo de execução de revestimentos cerâmicos, é cronometrada, marcando-se a hora de início e fim de cada atividade. Essa ficha é adaptada da metodologia utilizada por Piper (2016), conforme mostrada na Figura 16.

Figura 16: Ficha de Cronoanálise.

FICHA DE CRONOANÁLISE				
Serviço Analisado:				
Equipe Envolvida:				
Nome colaboradores:				
Local de Execução:				
Data Inicial:			Horário Inicial:	
Data Final:			Horário Final:	
Tempo Total:			Dias:	
ATIVIDADES	Hora Início	Hora Fim	Min	% dia

Fonte: Própria.

Destaca-se que serão analisados dois apartamentos distintos utilizando a ferramenta de “Cronoanálise”, para que seja possível realizar um comparativo do tempo de ciclo utilizado para aplicação de revestimentos cerâmicos e a partir dessa análise dos tempos, verificar se existem alternativas que promovam a redução do tempo de ciclo da produção. Vale ressaltar também que os tempos cronometrados não consideraram tempos ociosos dos colaboradores, isto é, apenas o tempo produtivo foi utilizado para estudo, objetivando identificar qual seria o tempo de ciclo do processo de aplicação de revestimentos cerâmicos.

3.4 Análise de dados

Gil (2010) relata que a análise dos dados coletados busca reunir as informações relevantes dentro do contexto da pesquisa com o objetivo de obter uma resposta para a problemática estabelecida. Além disso, a posterior interpretação deles tem como objetivo correlacionar os dados analisados com outras informações expostas na pesquisa, possibilitando o entendimento em um sentido mais amplo. Logo, após a coleta dos dados deve ser feita uma análise e interpretação deles. Abaixo, têm-se os subtópicos que explicam como será realizada a análise dos dados.

3.4.1 Análise dos documentos

A análise documental durante as visitas possibilitou identificar no processo de revestimentos cerâmicos as causas e consequências das deficiências na aplicação dos princípios do aumento da transparência e da redução do tempo de ciclo estudados para este trabalho.

Descrito todos os dados qualitativos do estudo e obtido um panorama completo da unidade-caso, prossegue-se para análise desses dados. A análise à luz do aumento da transparência foi feita separadamente para cada etapa do processo de revestimentos cerâmicos, referentes ao recebimento, armazenamento e transporte de materiais e execução do serviço. Essa análise dos dados foi feita utilizando-se as observações diretas em campo, registros fotográficos, procedimentos executivos de serviços, fichas de verificação de serviços, documentos relativos ao controle do fluxo de materiais e equipamentos, cronogramas de atividades da obra e projeto e *layout* do canteiro. A abordagem qualitativa para a identificação do grau de transparência na obra objeto de estudo será obtida através da análise dos gráficos de pizza resultantes dos dados coletados nas entrevistas. Objetiva-se que através desses gráficos seja possível perceber se há concordância entre a percepção dos funcionários quanto ao processo produtivo de revestimentos cerâmicos.

Sob a perspectiva do princípio da redução do tempo de ciclo, foi feita a análise das etapas de recebimento, armazenamento e transporte de materiais de forma conjunta, e a análise da execução do serviço através da ferramenta “Cronoanálise”, e a partir dessa ferramenta e dos dados obtidos dos tempos cronometrados das atividades necessárias para realização completa do serviço, objetiva-se identificar o

tempo de ciclo do processo de revestimentos cerâmicos e analisar se cada etapa está em conformidade com o princípio estudado, baseando-se principalmente em reflexões da literatura. Além disso, também foram utilizados os documentos para esse estudo: procedimento de execução de serviços, fichas de verificação de serviços, cronograma de atividades da obra, projeto e *layout* do canteiro.

3.4.2 Identificação do nível de aplicação dos princípios Lean Construction

A definição do nível de aplicação dos princípios Lean no canteiro de obras é feita após a realização da coleta de dados por meio de questionários, apresentando uma pequena abordagem quantitativa no presente estudo.

De posse dos dados levantados pela aplicação do questionário do ANEXO A, foi proposto uma análise do nível de aplicabilidade dos princípios do aumento da transparência e da redução do tempo de ciclo na obra. Para quantificar cada item do questionário, foi atribuída as seguintes pontuações: “ZERO” sendo classificado como “não aplicável”, ou seja, a prática não está presente; “UM” como “aplicado com deficiência”, sendo que a prática está presente, mas há grandes inconsistências em sua aplicação; “DOIS” como “aplicado parcialmente”, sendo que a prática está presente, mas há pequenas inconsistências na sua aplicação; “TRÊS” sendo “totalmente aplicável”, isto é, a prática está totalmente presente e efetivamente implementada.

O nível de aplicação dos dois princípios escolhidos para estudo foi definido contabilizando as pontuações como segue abaixo:

$$NP (\%) = \frac{\sum TP_i}{MP} \times 100$$

Onde:

NP (%) = Nível de aplicabilidade do Princípio *i*

TP_{*i*} = Pontuação obtida para princípio *i*

MP = Máxima pontuação possível para o princípio *i*

Tonin e Schaefer (2013) estabeleceram uma escala de nota para aplicação do Lean no canteiro obras, a qual será utilizada no presente estudo e que está descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Escala de notas questionário.

Legenda	Escala de Notas - Questionário			
% Obtida	0%	Até 50%	Até 75%	100%
Parecer	Princípio não aplicado	Aplicado com deficiência	Aplicado parcialmente	Aplicado totalmente
Nota	0	1	2	3

Fonte: Tonin e Schaefer, 2013 (adaptado).

O método proposto por Tonin e Schaefer (2013) inclui também o cálculo do percentual de melhoria em relação aos princípios *Lean* estudados. Isso contribui para obter um direcionamento de quais princípios demandam uma atenção maior e prioridade na definição de propostas de melhorias.

$$\text{Potencial de melhoria (\%)} = 100\% - \text{Porcentagem alcançada}$$

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Caracterização da Unidade-Caso

A empresa estudada neste trabalho atua no mercado de Vitória, no Espírito Santo, há 5 anos, com empreendimentos de alto padrão. Foi escolhida como unidade-caso a obra de um edifício residencial e comercial. O empreendimento em questão possui dois pavimentos com terraços descobertos e quatro pavimentos tipo, cada um possuindo 5 apartamentos de aproximadamente 84 m². Ademais, o pavimento térreo possui quatro lojas cada uma com aproximadamente 40 m².

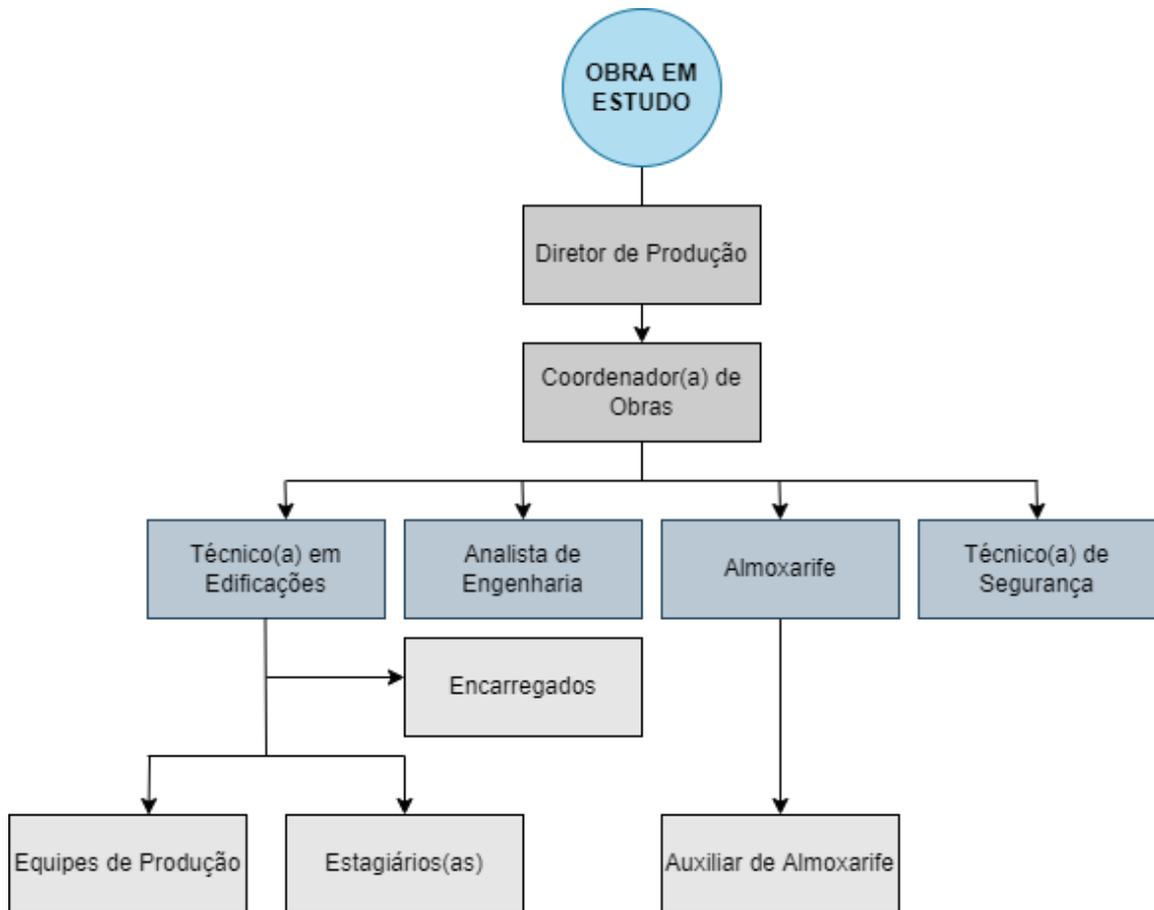
No geral, o empreendimento possui área total de 3555,80 m², sendo que cada pavimento tipo possui uma área de aproximadamente 500 m². No momento do estudo de caso, a obra possuía um total de 45 funcionários e 6 equipes subcontratadas, sendo separadas em equipes para execução das instalações elétricas, instalações hidráulicas, impermeabilização, emassamento e pintura, forro de gesso, e serviços gerais relacionados com alvenaria e revestimentos cerâmicos.

A empresa que constrói o empreendimento foi fundada em 2018 e atualmente dois edifícios estão em construção, se enquadrando como empresa de pequeno porte, sendo que possui um total de 30 funcionários, conforme classificação do SEBRAE (2017).

4.2 Estrutura Organizacional da obra

O quadro de funcionários que atuam na obra é composto por uma engenheira, uma técnica de edificações, auxiliares de engenharia, estagiários, almoxarifes, encarregados, pedreiros, auxiliares de obra, pintores, operadores de máquinas, entre outros. A obra objeto de estudo possui estrutura organizacional representada na Figura 17.

Figura 17: Estrutura organizacional da obra.



Fonte: Própria.

O cargo de coordenador de obras é ocupado por uma engenheira experiente, responsável por gerir todos os processos realizados na obra. O técnico de edificações tem como função planejar a execução juntamente com o coordenador de obras, orçar e providenciar suprimentos e supervisionar a execução dos serviços.

Por outro lado, o encarregado tem como função principal coordenar suas equipes, assumindo a responsabilidade por organizar as frentes de trabalho e inspecionar os serviços executados, de maneira a garantir a qualidade deles.

Com ênfase na equipe do encarregado responsável pela execução de revestimentos cerâmicos, a equipe é composta por um auxiliar de obras e quatro oficiais plenos, sendo que um deles realiza somente o rejuntamento da cerâmica.

Com relação à obra, seu início foi no início de 2021 e tem finalização prevista para dezembro de 2022. Nos dias em que foi realizada a coleta dos dados, 75% dos serviços já haviam sido realizados, e grande parte das atividades que estavam sendo

realizadas eram relacionadas ao assentamento de revestimentos cerâmicos.

4.3 Estudo do processo de execução de Revestimentos Cerâmicos

O presente estudo compreende as etapas de recebimento, armazenamento e transporte de materiais relacionados ao processo de revestimentos cerâmicos, bem como a aplicação do revestimento cerâmico de pisos e paredes. Por meio desse estudo, foi possível observar o funcionamento dos processos existentes na unidade-caso, identificar desperdícios que ocorrem nesse processo e expor a importância da redução do tempo de ciclo e do aumento da transparência para aumentar o desempenho da produção.

Com relação à caracterização dos materiais, houve muitos apartamentos com plantas que não seguiam o padrão proposto inicialmente pela construtora, e com isso, foram feitas substituições dos revestimentos padrões por outros da escolha dos condôminos. Os apartamentos que seguiam o mesmo padrão da construtora utilizaram para os pisos um porcelanato retificado acetinado, com o nome de “Marmo Egeu Satin” de dimensões 90 x 90 cm. Nas paredes das cozinhas e banheiros foram aplicados o mesmo tipo de revestimento retificado, com acabamento acetinado e de dimensões 32 x 60 cm. Uma das paredes do banheiro dos apartamentos padrões era denominada “parede decorativa” e utilizava-se um porcelanato retificado com acabamento polido de dimensões 120 x 120 cm. O mesmo acontecia para o banheiro dos lavabos, porém utilizava-se de um porcelanato retificado com acabamento polido de dimensões 82 x 82 cm.

Para o assentamento das cerâmicas aplicadas nos pisos das áreas secas e molhadas dos apartamentos com dimensões superiores a 80 x 80 cm era utilizada argamassa do tipo ACIII. Para as paredes das cozinhas e banheiros dos apartamentos que utilizavam cerâmicas com dimensões menores que 80 x 80 cm era utilizada a argamassa do tipo ACII.

4.3.1 Recebimentos dos materiais

4.3.1.1 Descrição da etapa de recebimento dos materiais

O recebimento das peças cerâmicas e argamassas de assentamento, que seriam utilizadas na aplicação de revestimento de piso e paredes dos apartamentos e

áreas comuns do edifício, acontecia próximo ao portão principal de veículos do canteiro. O colaborador responsável pelo almoxarifado ou seu auxiliar recebiam o material, conferindo através da nota fiscal, se o mesmo estava conforme as especificações do que foi pedido, verificando principalmente a quantidade e o seu tipo. A inspeção da qualidade dos materiais de revestimentos e argamassas é realizada através da conferência visual se há algum saco rasgado, molhado ou com outras avarias ou também se haviam lotes de placas cerâmicas quebradas. Caso houver, eram devolvidos ao fornecedor. Após a inspeção de chegada do material, iniciava-se o descarregamento.

O processo de descarregamento dos revestimentos e argamassas não ocorriam de forma semanal ou mensal, acontecia conforme os pedidos eram feitos. Inicialmente foram pedidos os lotes para todos os apartamentos que tinham plantas padrões, porém como o empreendimento contava com muitas unidades modificadas pelo cliente, os materiais que chegavam muitas vezes não seguiam um padrão. Os revestimentos cerâmicos e argamassa específicas para os apartamentos modificados chegavam à medida que o cliente liberava o projeto de paginação específico da unidade. Devido ao fato do material muitas vezes não ser o mesmo dos apartamentos que não passaram por modificações, a arquiteta responsável pelo setor de unidades modificadas liberava as especificações para a equipe de obra e o almoxarife ou seu auxiliar recebiam e faziam a inspeção através da análise dessa nota fiscal, conferindo a quantidade e o tipo de material recebido. De acordo com o colaborador responsável pelo controle de materiais do almoxarifado da obra, o descarregamento desses materiais na maioria das vezes era feito pela própria empresa de transporte e às vezes os funcionários da obra auxiliavam nessa atividade.

A Figura 18 indica o local de recebimento dos revestimentos cerâmicos e das argamassas. Na obra em estudo, por ser de pequeno porte, existia apenas um portão de acesso, no qual todos materiais são recebidos por ele.

Figura 18: Portão de acesso e local de recebimento de materiais.



Fonte: Própria.

4.3.1.2 Análise da etapa de recebimento dos materiais à luz do aumento da transparência

Através da observação direta em campo foi constatado que não há um procedimento de inspeção de materiais no momento do recebimento, que garanta a qualidade dos mesmos ao serem recebidos. Além disso, a obra em estudo não faz uso de nenhum documento contendo quais inspeções são necessárias para cada material.

No que tange ao aumento da transparência, Formoso, Santos e Powell (2002) ressaltam que esse princípio tem como um de seus principais benefícios antecipar a ocorrência de problemas na produção, podendo ser uma medida para a mitigação de falhas envolvendo a falta ou o excesso de estoque de determinado material. Monden (2011) de forma similar, resalta a importância de identificar falhas que possam vir a ocasionar produtos defeituosos que atrasem os processos. Em vista disso, para minimizar essas falhas de materiais, observa-se que a etapa de recebimento se mostra relevante nesse aspecto, principalmente no que concerne à qualidade do

material recebido, a qual pode ser verificada através do aumento da transparência no processo. Tezel *et al.* (2015) confirma isso quando comenta que as atividades de inspeção podem ser auxiliadas por medidas que visam a transparência, tais como, instruções expostas próximas ao local de recebimento de quais inspeções são necessárias para cada material, indicadores de qualidade dos fornecedores, entre outros.

Outro ponto que foi evidenciado refere-se ao estoque em excesso de revestimentos cerâmicos do tipo padrão. Como foram pedidos os lotes para todos os apartamentos que tinham plantas padrões, as datas de entrega dos materiais já haviam sido previamente acordadas com os fornecedores, e esses lotes de revestimentos chegaram todos de uma vez muito antes do início do serviço. Isso impacta de forma negativa na obra, visto que tal fato caracteriza desperdício em espera e estoque, conforme explanado por Shingo (1996), tais desperdícios são ocasionados por processos e operações ineficientes, que não possuem produção nivelada para controlar o fluxo produtivo.

Foi identificado através do questionário aplicado à coordenação de obra, que os colaboradores responsáveis pelo recebimento de materiais tinham pouco controle sobre a situação de estoque, assim como a própria coordenação também não tinha esse controle efetivo. A coordenadora de obras relatou que as demandas de solicitação de materiais chegavam até ela muitas vezes de forma tardia, e conseqüentemente, não conseguia verificar se havia necessidade de acelerar ou retardar a programação de entrega de materiais junto ao fornecedor, com base no estoque existente.

Por fim, observou-se a inexistência de qualquer dispositivo visual ou ferramentas aplicáveis à etapa de recebimento de argamassas e revestimentos cerâmicos, tais como, *kanban*, *andon*, *poka-yokes*, painel *heijunka*, entre outros. Tezel *et al.* (2015) afirma que ferramentas e dispositivos visuais podem desempenhar papéis relevantes em diferentes partes do processo. O autor complementa que o uso da gestão visual nos canteiros de obras é bastante limitado, visto que a informação visual compartilhada com os funcionários do canteiro é basicamente restrita a informações genéricas sobre saúde e segurança do trabalho. A prática de gestão visual contribui

com o princípio do aumento da transparência, pois conforme elucidado por Formoso, Santos e Powell (2002), a transparência de processos é definida como a habilidade do processo de produção (ou suas partes) de se comunicar com as pessoas, sendo a gestão visual uma ferramenta pra isso acontecer.

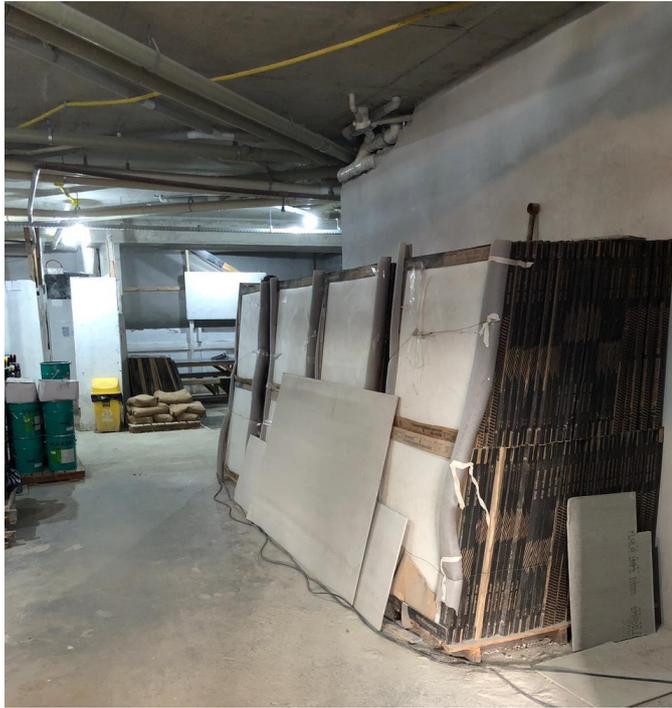
Portanto, os responsáveis por receberem os materiais que chegavam à obra não tinham um procedimento visível em algum painel para executar a tarefa de recebimento, não tinham métodos para inspecionar o que chegava e não tinham controle sobre o que iriam receber e o que precisavam solicitar. Tais fatos corroboram com uma baixa aderência do princípio da transparência nesse processo.

4.3.2 Armazenamento dos materiais

4.3.2.1 Descrição da etapa de armazenamento dos materiais

Referente ao armazenamento de revestimentos cerâmicos e argamassas colantes, verificou-se que não existe um local fixo destinado a esse armazenamento. Inicialmente, o planejamento da obra era usar o pavimento subsolo como local para armazenamento em geral, porém com imprevistos que ocorreram, por exemplo, espera em modificações do projeto do pavimento subsolo para dar continuidade na concretagem do mesmo, no momento da coleta de dados o subsolo ainda não estava pronto para ser depósito de materiais. Por este motivo os revestimentos cerâmicos e argamassas eram armazenados no pavimento térreo do edifício. Devido ao excesso de estoque desses materiais comprados em lotes com antecedência, estes se encontravam dispersos por todo o pavimento, conforme pode ser observado na Figura 19 e na Figura 20.

Figura 19: Pallets de revestimentos cerâmicos próximos ao elevador de serviço.



Fonte: Própria.

Figura 20: Pallets de revestimentos cerâmicos estocados aleatoriamente pelo pavimento térreo.



Fonte: Própria.

No momento em que foi realizada a coleta de dados, grande parte dos apartamentos padrões já haviam sido executados, e devido a isso a maioria dos materiais armazenados eram personalizados para os apartamentos modificados. Esses materiais eram porcelanatos de primeira linha e ficavam na sala técnica da obra, posicionados em uma das paredes. Esse foi o local escolhido pela administração da obra para armazená-los devido ao fato de serem materiais de um custo mais elevado e exigirem também um maior cuidado, já que os próprios condôminos compraram e entregaram para obra executar o serviço.

O funcionário responsável pelo almoxarifado não fazia o controle dos materiais de revestimentos cerâmicos que saíam do local de armazenamento para o local de aplicação, visto que foram solicitados documentos referentes a esse controle e ele relatou que não existia.

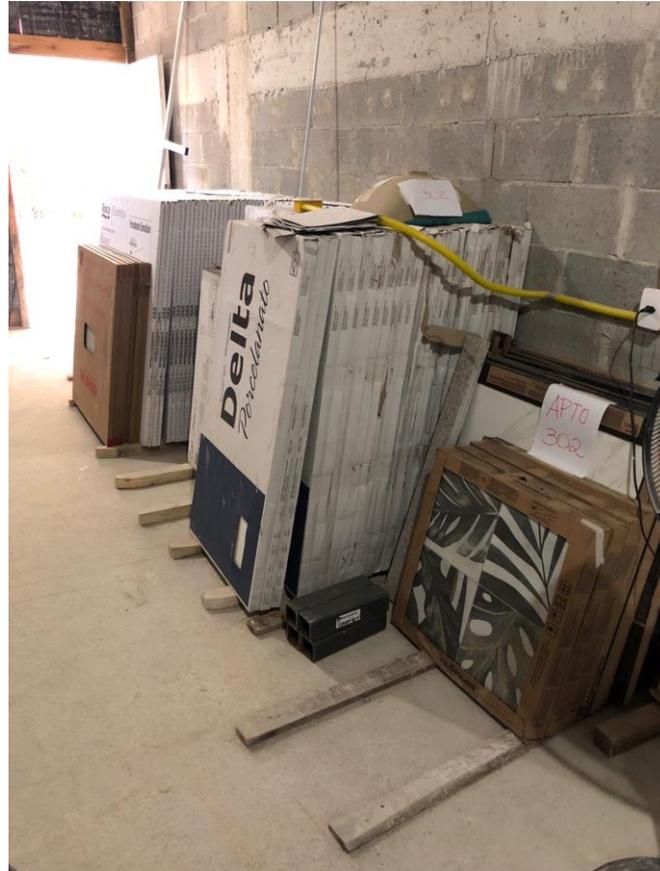
As pilhas de cada um dos revestimentos estavam devidamente identificadas com placas que indicavam somente o local onde seriam aplicados, mas isso se observava para o caso de apartamentos modificados, pois os revestimentos dos apartamentos padrões da construtora e as áreas comuns não tinham essa identificação. A Figura 21, Figura 22 e Figura 23 ilustram essa identificação, e a Figura 24 representa revestimento utilizado na área comum sem identificação.

Figura 21: Armazenamento de revestimentos cerâmicos de um dos apartamentos modificados.



Fonte: Própria.

Figura 22: Armazenamento de revestimentos cerâmicos na parede do escritório administrativo do canteiro.



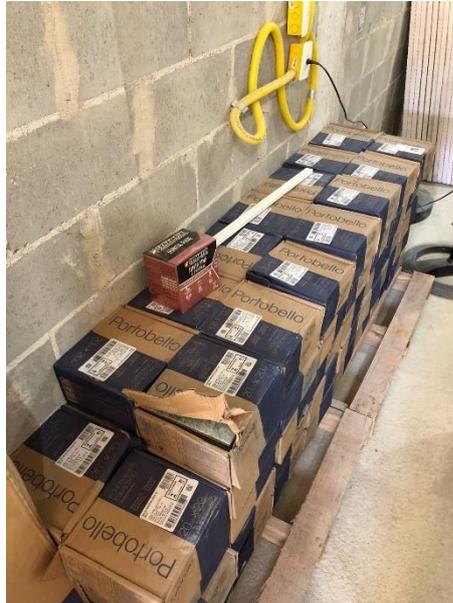
Fonte: Própria.

Figura 23: Identificação de revestimentos de apartamentos modificados.



Fonte: Própria.

Figura 24: Armazenamento de revestimentos cerâmicos da área comum sem identificação do local que será assentado.



Fonte: Própria.

Diferente do que foi observado para os revestimentos cerâmicos, o local de armazenamento das argamassas de assentamento é bem definido, como é mostrado na Figura 25 e na Figura 26. O local de armazenamento da argamassa foi posicionado de maneira estratégica, próximo à betoneira, a poucos metros do local onde foi previsto o elevador cremalheira e ao elevador de serviços onde ocorre o transporte da argamassa.

Figura 25: Armazenamento de argamassas de assentamento.



Fonte: Própria.

Figura 26: Armazenamento de argamassas de assentamento.

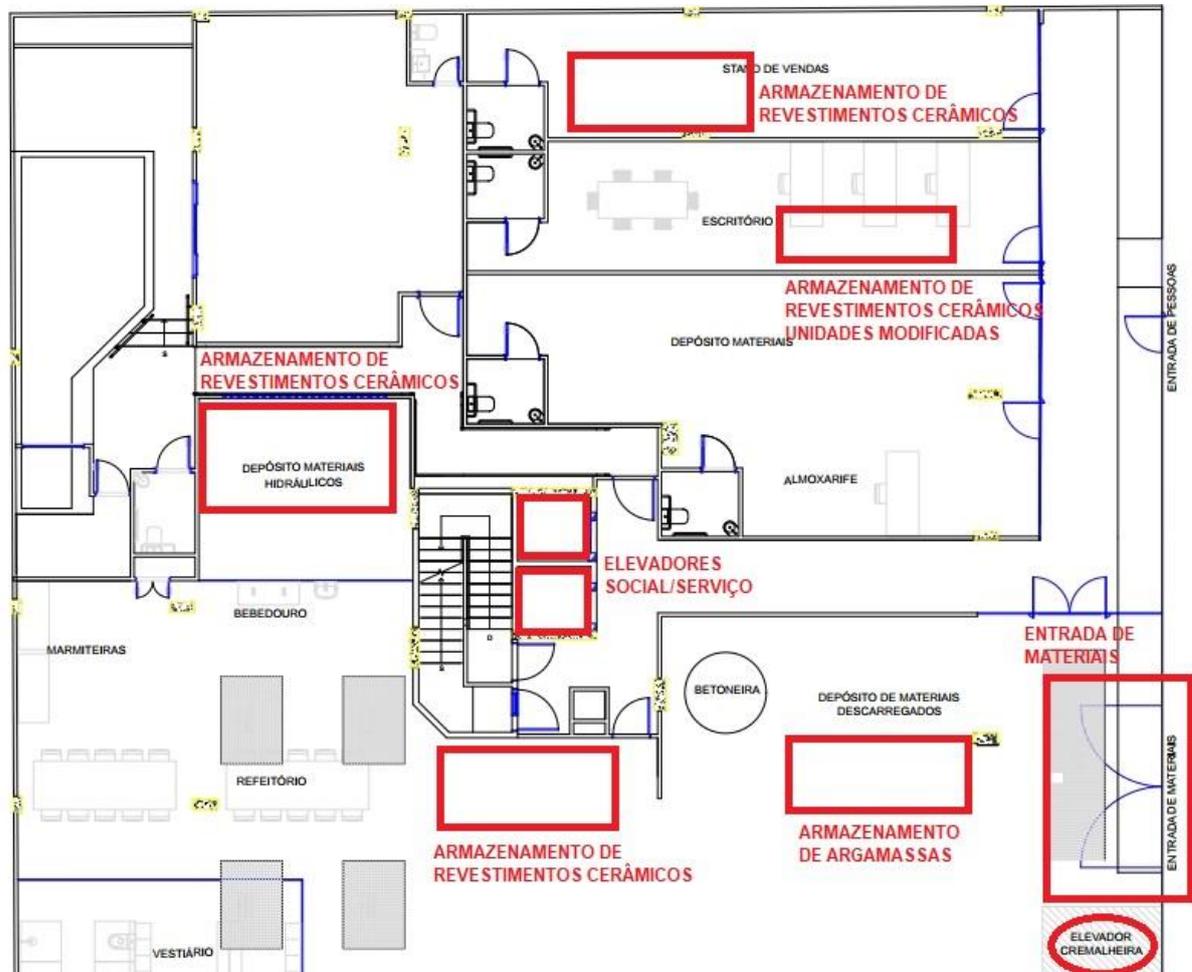


Fonte: Própria.

De forma geral, a empresa não utiliza de outros recursos visuais para delimitar ou identificar os locais de armazenamento dos materiais além das placas de identificação do local que será assentado (para os casos de apartamentos modificados), nem instruir como esses materiais devem ser armazenados e transportados.

A Figura 27, representa o Layout do canteiro de obras e indica os locais de armazenamento de revestimentos cerâmicos e argamassas de assentamento, também indicando os locais onde esses materiais são recebidos e transportados.

Figura 27: Layout do canteiro.



Fonte: Própria.

Foram utilizados 2 tipos diferentes de argamassas de assentamento na obra em estudo, sendo que a argamassa ACIII possuía duas variações. Isso ocorreu devido à variação de tamanho e especificação das peças cerâmicas. Em alguns apartamentos modificados, devido ao fato de os porcelanatos terem dimensões maiores do que 100 x 100 cm, houve a necessidade de acrescentar um novo tipo de argamassa de assentamento para essas cerâmicas especiais. Isso foi percebido após executar um apartamento que havia essa cerâmica, com dimensões de 120 x 120 cm e não houve aderência, além de problemas na execução do assentamento. Para esses casos era utilizada argamassa do tipo ACIII Duo Tech. O lote dessa argamassa foi pequeno, por isso o local de armazenamento se manteve próximo à sala técnica, pois o material foi transportado para o apartamento que seria aplicado e utilizado

assim que chegou, não produzindo estoques no canteiro. A Figura 28 representa essas argamassas armazenadas.

Figura 28: Argamassa de assentamento para cerâmicas maiores do que 100x100cm.



Fonte: Própria.

Pode-se constatar que mesmo havendo variações nos tipos de argamassa, não há qualquer demarcação, sinalização ou identificação visual que venha a demonstrar e separar locais específicos para o armazenamento de cada tipo de argamassa.

Relativo à forma de armazenamento dos revestimentos cerâmicos, estes são colocados sobre pallets, para evitar que a umidade do chão entre em contato com as caixas, conforme indicado por fabricante, o qual também recomendava formas de empilhamento, que eram respeitadas na obra em estudo. Os revestimentos cerâmicos de tonalidade e tamanhos diferentes não foram separados, ficando todos no local destinado ao armazenamento desses materiais. As argamassas de assentamento do tipo ACII e ACIII ficavam armazenadas sobre pallets, mas isso não ocorreu com a argamassa especial do tipo ACIII Duo Tech, que era armazenada diretamente em contato com o chão.

4.3.2.2 Análise da etapa de armazenamento de materiais à luz do aumento da transparência

Foi constatado que, apesar de no início do empreendimento a empresa ter realizado um *Layout* do Canteiro de Obras, este não foi consultado pela equipe de obra no decorrer da execução, visto que a própria administração da obra não tinha clareza da existência desse projeto, descobrindo no momento da coleta de dados da existência do mesmo, quando foi solicitado. Percebe-se que tal fato reflete no armazenamento de materiais de diferentes tipos em um mesmo local, como foi o caso dos revestimentos cerâmicos dispostos aleatoriamente no pavimento térreo.

A obra em estudo apresentou inicialmente algumas preocupações quanto ao posicionamento dos elementos do canteiro, por exemplo, o posicionamento de argamassas próximo ao elevador cremalheira e ao portão de acesso onde seriam descarregadas, constatado após análise do *Layout* de canteiro. Observou-se por esse projeto de layout de canteiro e registros fotográficos que apesar do local estratégico da argamassa, isto é, próximo aos locais que o material seria transportado, não houve essa atenção com os revestimentos. No momento da coleta de dados existia uma grande variabilidade no estoque de materiais, principalmente revestimentos cerâmicos, e segundo Koskela (2000), tal fato é um motivo para geração de desperdícios, visto que ele afirma que o *layout* de um canteiro é um dos fatores que mais ditam a quantidade de desperdícios associadas à movimentação de materiais, já que os locais de estoque de cada material devem ser pensados de forma estratégica a fim de eliminar perdas com movimentação.

Liker (2005) esclarece que o ato único de padronizar um local e demonstrá-lo por meio de um *layout* não é suficiente para alcançar a transparência no canteiro. Tezel *et al.* (2010) citam algumas ferramentas que fomentam a transparência no canteiro: demarcação e identificação do local de estoque de determinado material; identificações visuais dos meios de transportes a serem utilizados para cada material; sinalização contendo a especificação do material estocado; e demarcação visual das rotas preferenciais para o transporte dos materiais.

No que tange ao armazenamento dos materiais estudados, verificou-se que não há identificação de todos de forma clara, de forma que estes sejam identificados

com suas especificações e o local de aplicação. Conforme foi evidenciado por observação direta do canteiro, a identificação é feita apenas para os materiais dos apartamentos modificados, e a única informação que dispõe nessa identificação é o local que o revestimento será assentado.

Foi observado também que a falta de um documento com instruções de como os materiais deveriam ser armazenados refletia na armazenagem de forma incorreta. Pode-se citar como exemplo, as argamassas especiais do tipo ACIII Duo Tech, que mesmo momentaneamente, não ficaram sobre pallets como as demais e sim em contato direto com o chão. O responsável pelo almoxarifado e controle de materiais relatou que foram armazenados dessa forma devido ao fato de os lotes serem menores e de utilização rápida. Porém, de acordo com a ABNT NBR 14081 (2012), o armazenamento desses materiais deve ser efetuado em local seco e protegido da ação de intempéries e sem contato direto com pisos e paredes, para preservação da sua qualidade.

Kurek (2005) ressalta que a identificação do local de armazenamento de materiais, com instruções sobre os empilhamentos máximos também são formas de aumentar a transparência. Lobo (2019) complementa que a identificação dos materiais estocados com etiquetas padronizadas contendo o nome, informações com especificação técnica do material e local que será utilizado, contribui para uma maior transparência no canteiro, conseqüentemente, uma rápida identificação de falhas que possam vir a atrapalhar o processo produtivo. Sendo assim, na obra estudada, o princípio da transparência também possui baixa aderência no processo de armazenamento de materiais.

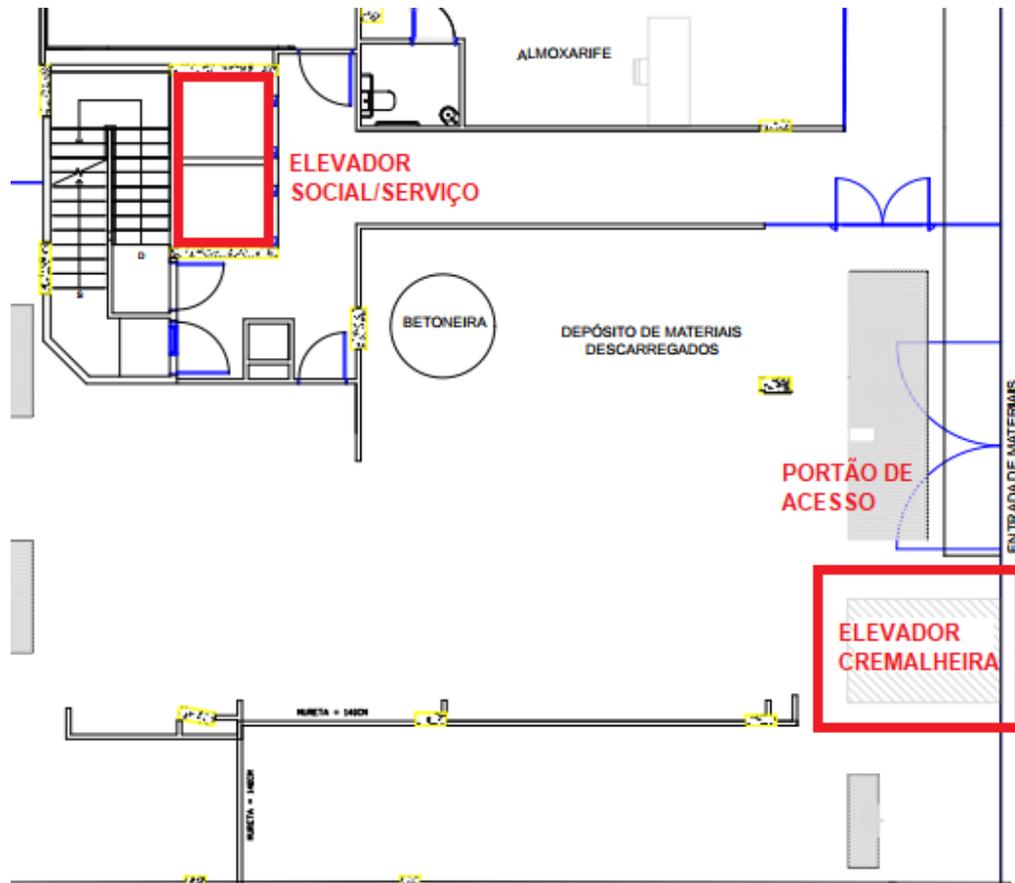
4.3.3 Transportes de materiais dentro do canteiro

4.3.3.1 Descrição da etapa de transportes de materiais

Observou-se que a unidade-caso possuía dois equipamentos para transporte vertical dos materiais estudados: um elevador cremalheira e elevadores sociais e de serviços. No momento de visita à obra, o elevador cremalheira já havia sido desmobilizado, e, portanto, os equipamentos utilizados para o transporte vertical eram somente os elevadores social e de serviço. Estes elevadores também se encontravam

próximos aos locais de armazenamento dos revestimentos cerâmicos e argamassas que seriam utilizados na obra. A Figura 29 mostra a localização desses equipamentos utilizados para transporte de acordo com o *layout* de canteiro.

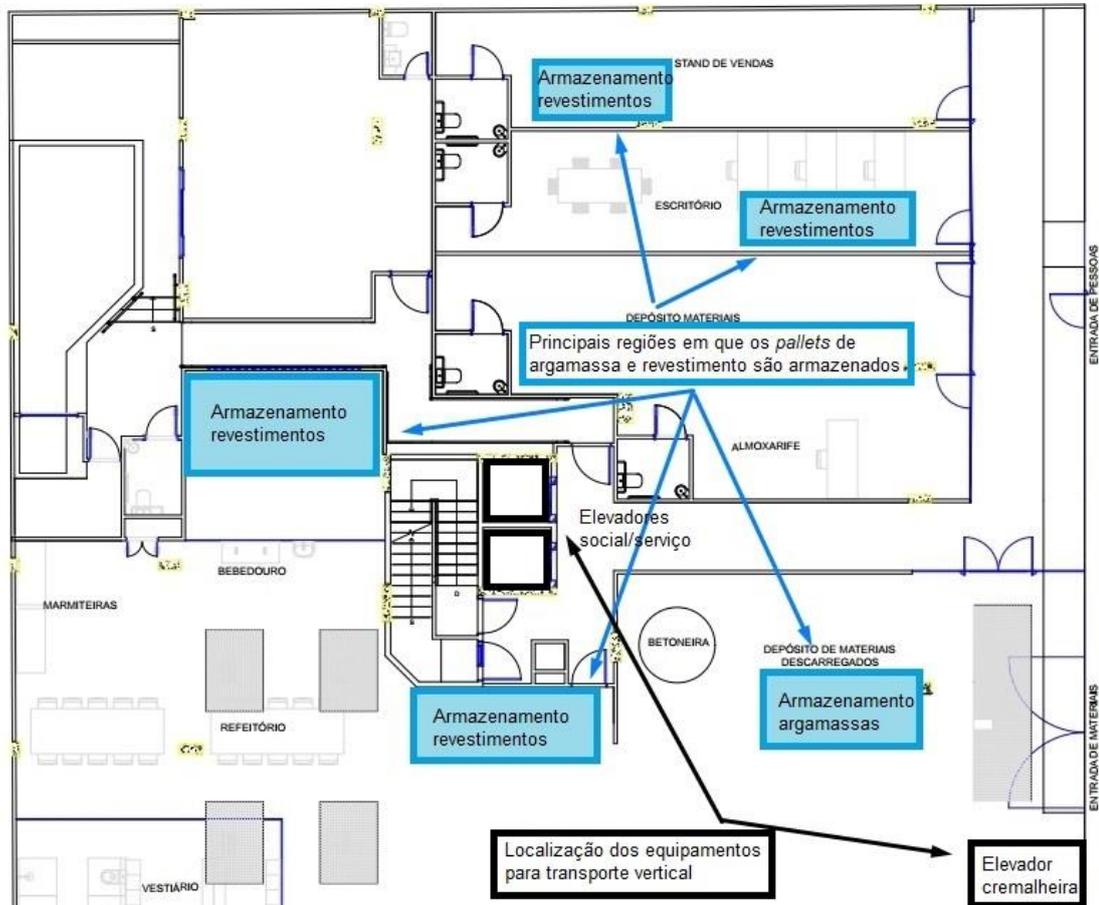
Figura 29: Localização do elevador cremalheira e do elevador de serviços no canteiro de obras.



Fonte: Própria.

Não foi realizado nenhum planejamento mais aprofundado sobre quais são as rotas ideais para o transporte dos materiais. Também não há identificação visual do local final para o qual os materiais devem ser transportados, essa identificação existia apenas para os materiais destinados aos apartamentos modificados que ficavam armazenados no escritório administrativo da obra, feitas com placas identificando o apartamento que seriam colocados. Em geral, os locais de armazenamentos ficavam próximos aos locais de transporte, visto que o canteiro não tinha grandes dimensões. Tal fato é mostrado na Figura 30.

Figura 30: Principais regiões em que os pallets de argamassas de assentamento e revestimentos cerâmicos são depositados.



Fonte: Própria.

O trajeto do material do portão de acesso até o local de armazenamento foi feito através dos equipamentos de transporte horizontal, entre eles, carrinho de mão, carrinhos porta-pallets e carrinhos plataforma. Esses equipamentos também foram utilizados para transportar os materiais dos apartamentos modificados, juntamente com os elevadores. Para revestimentos cerâmicos utilizava-se carrinhos plataforma ou carrinhos porta-pallets, conforme mostrado na Figura 31 e Figura 32. No caso de revestimentos cerâmicos menores, como os de 32 x 60 cm, utilizava-se os carrinhos de mão. Para argamassas colantes utilizava-se os carrinhos de mão, conforme mostrado na Figura 33. Além disso, não existe uma padronização ou definição do tipo de equipamento a ser utilizado na movimentação de cada tipo de material ao decorrer do processo.

Figura 31: Carrinho porta-pallets.



Fonte: Própria.

Figura 32: Colaborador transportando revestimentos cerâmicos no carrinho plataforma.



Fonte: Própria.

Figura 33: Carrinho de mão.



Fonte: Própria.

Não existe um controle de revestimentos cerâmicos e argamassas que saem do local de armazenamento para o local de aplicação, visto que o material quando chega à obra não é registrado em nenhum sistema ou planilha. Observou-se que a falta desse controle de materiais que serão transportados corrobora com a dificuldade de identificar a quantidade de material presente no canteiro, visto que não dão baixas de todos materiais que eram retirados dos depósitos ou almoxarifado. A quantidade de materiais que serão transportados é determinada por orientações gerais do encarregado de acabamentos, enquanto o posicionamento dos revestimentos e argamassas no pavimento é determinado pelos próprios colaboradores que transportam o material.

No que tange à comunicação para solicitação dos materiais a serem deslocados do local de armazenamento até o de aplicação, o oficial pleno responsável por executar a unidade solicita ao auxiliar de obras através de comunicação falada.

4.3.3.2 Análise da etapa de transporte de materiais à luz do aumento da transparência

O sistema de comunicação da obra em estudo é bem pouco transparente, visto que foi observado que não dispõe de rádios ou dispositivos análogos para

comunicações à distância, isto é, para demandas de materiais por exemplo, é utilizada a comunicação falada. De acordo com Formoso *et al.* (2002), para obter-se transparência é necessário depender pouco ou nada da linguagem falada para a transmissão de informações. Galsworth (2017) complementa que um ambiente de trabalho eficiente deve ser de tal maneira que qualquer informação relevante para o funcionário possa ser obtida sem que seja necessário realizar sequer uma pergunta, porém, para que isso seja possível, é imprescindível que haja um controle visual efetivo que indique o que precisa ser feito, como, quando e em qual quantidade. Observou-se na obra em estudo que o processo para etapa de transportes é muito pouco transparente, visto que não fica claro a quantidade de materiais que devem ser transportados até o local de aplicação e nem existe um padrão referente a como eles devem ser transportados, visto que os mesmos eram solicitados por comunicação falada.

Embora haja um projeto de *Layout* de canteiro, o mesmo não foi planejado considerando os fluxos referentes à materiais, equipamentos e circulação de pessoas. Esses fluxos se modificam conforme o andamento da obra, e para o caso da obra em estudo, através da análise do cronograma, verificou-se que muitas atividades ocorriam de maneira simultânea no momento da coleta de dados, corroborando com fluxos intensos de transporte. Barbosa *et al.* (2013) relata que a implementação de um *layout* que representasse de fato o real estado do canteiro é de extrema importância para a visibilidade do processo como um todo. Logo, o aumento da transparência nessa etapa torna-se relevante para que os colaboradores estejam cientes dos fluxos de transportes que devem seguir ao deslocar o material até o local de aplicação para que não haja desperdícios de transporte e movimentação nessa etapa. Em vista disso, na obra em estudo, não se constatou a aplicação do princípio da transparência no processo de transporte de materiais.

Ademais, o canteiro analisado não possuía qualquer tipo de sinalização ou indicação de sentido e direção de fluxo. Observou-se também que pela visão dos colaboradores isso não era um problema, pois não é algo comum que se observa em obras. Porém, de acordo com Saurin (2006) obstruções no fluxo de transporte, levando a interrupções e atrasos nas atividades pode ocorrer devido à ausência de

sinalização e indicação de direção e sentido de movimentação.

Para melhoria da etapa de transporte, Tezel *et al.* (2015) recomendam a utilização de sistema *kanban* alinhado com painel *heijunka*, de forma que nesse quadro *heijunka* tenha colunas representando cada pavimento e linhas indicando os horários em que o material deverá estar disponível em tal pavimento. Percebe-se que para o caso da obra em estudo, isso poderia facilitar o controle da quantidade de materiais a serem transportados e também quando deveria ocorrer esse transporte.

4.3.4 Processo Construtivo para Execução de Revestimentos Cerâmicos

4.3.4.1 Descrição do processo construtivo

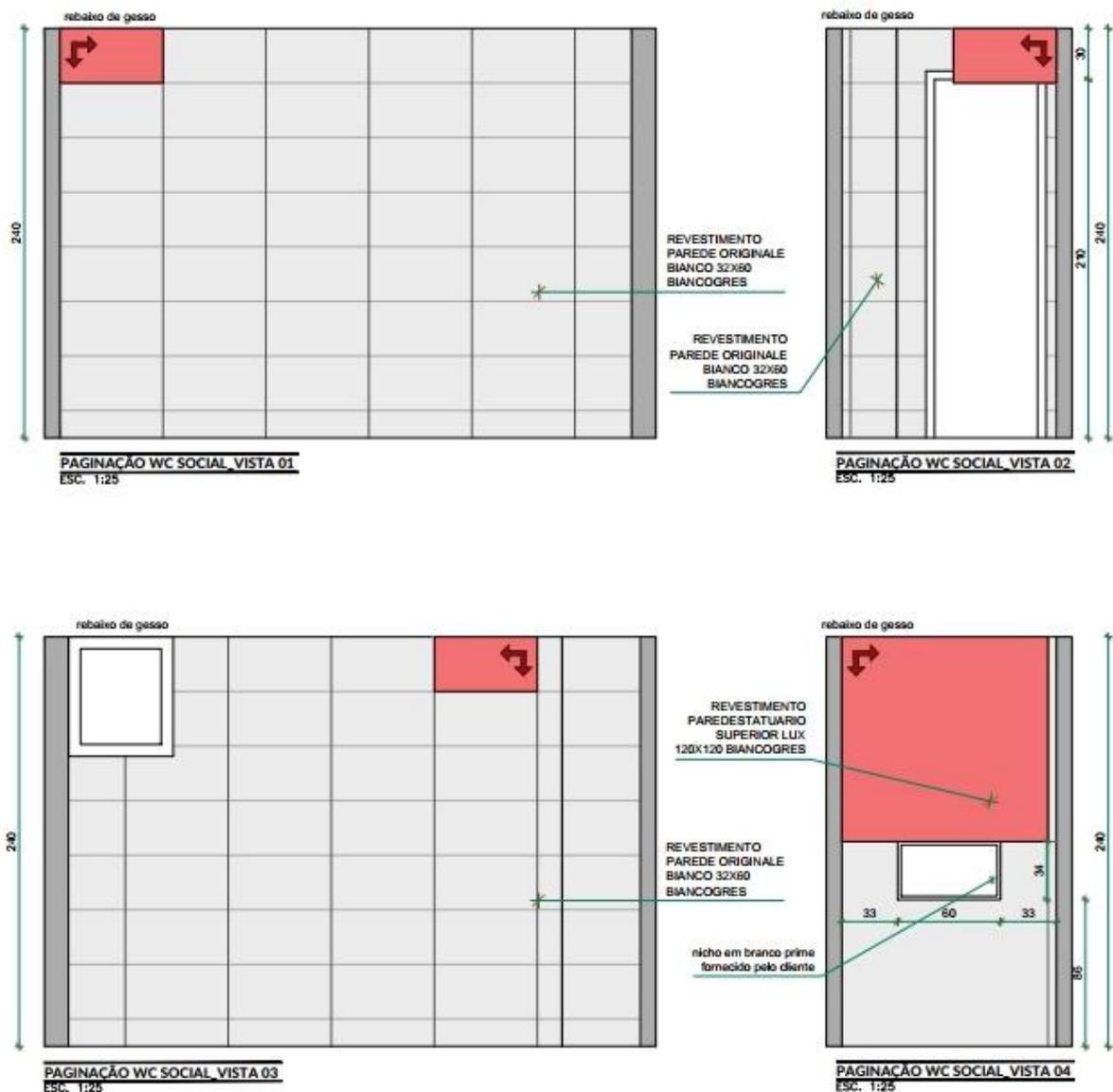
A obra analisada possui procedimentos padrões para execução de revestimentos cerâmicos. Antes da instalação dos revestimentos, o analista técnico da obra, estagiários ou a técnica de edificações orienta aos colaboradores de acordo com o “PES 7.5.1-30 - Revestimento Interno e Externo de Piso e Paredes Cerâmicas”, exibido no ANEXO E. Tais procedimentos abordam os pré-requisitos do serviço, os documentos de referência e a descrição do método de execução. Esses treinamentos dos procedimentos são feitos antes do início dos serviços com o objetivo principal de manter a padronização das atividades e assegurar a qualidade dos serviços executados.

O PES – Procedimento de Execução de Serviços (ANEXO E) não apresenta os métodos de inspeção e critérios de aceitação. As informações referentes à inspeção do serviço estão contidas na “FVS 7.5.1-30 – Revestimento Interno e Externo de Cerâmica em Piso e Paredes” (ANEXO F). O responsável técnico da obra, que é o diretor de produção da empresa estudada, esclareceu que o objetivo a longo prazo é que a empresa seja certificada pela ISO 9001 e um dos requisitos para a certificação é a existência de instruções técnicas de serviços. Portanto, essa prática de aplicar treinamentos dos procedimentos de serviços e inspecionar o serviço fazendo registros é executada pela empresa de forma experimental, com os procedimentos elaborados de acordo com a norma correspondente à cada serviço, mas sujeitos às revisões constantes e melhoria contínua, pelo fato de o processo estar no início de sua implementação.

Foi acompanhada a aplicação de revestimentos cerâmicos em duas unidades

que tiveram o padrão modificado pelos proprietários, visto que as unidades padrões já haviam sido executadas. As cerâmicas utilizadas foram de primeira linha, que correspondem à classificação tipo A. Cada apartamento possuía um projeto de paginação de revestimentos definido, fornecido pelo proprietário. As plantas de algumas paginações dos apartamentos analisados estão mostradas nas Figuras 34, Figura 35 e Figura 36.

Figura 34: Exemplo de uma das plantas de paginação de paredes de um dos apartamentos analisados.



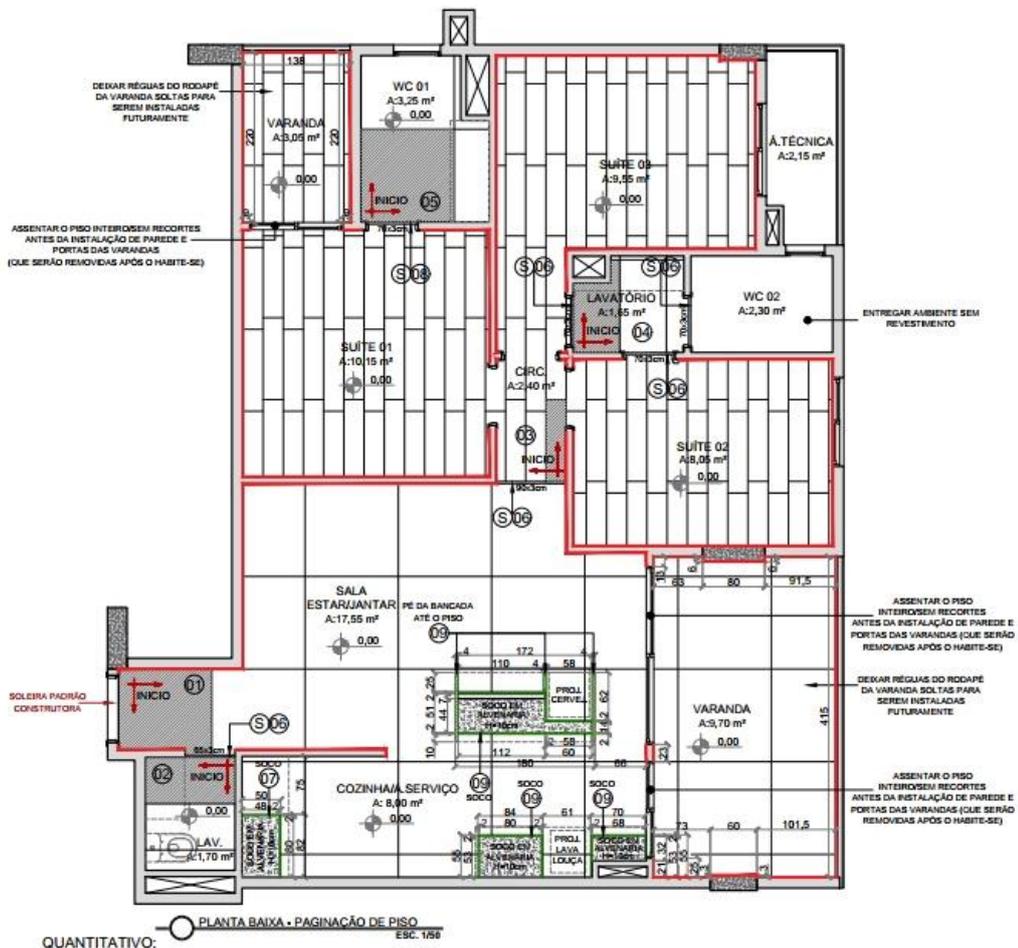
Fonte: Empresa A.

Figura 35: Informações contidas em um dos projetos de paginação de uma das unidades.



Fonte: Empresa A.

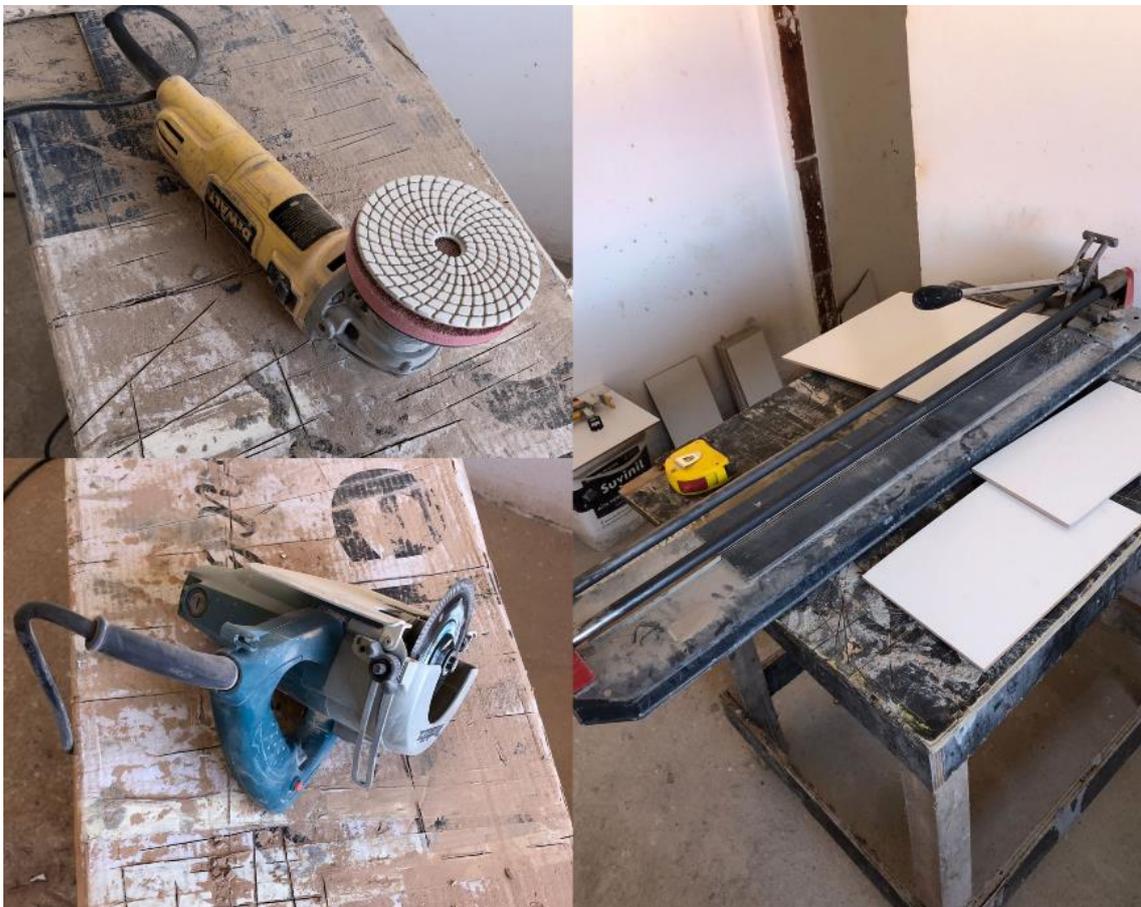
Figura 36: Exemplo de planta de paginação de piso de um dos apartamentos analisados.



Fonte: Empresa A.

Os materiais utilizados para o assentamento da cerâmica são: água, argamassa colante ACII ou ACIII, dependendo da peça, placas de revestimento cerâmico e rejunte flexível industrializado. Com relação aos equipamentos, pode-se citar: caixote plástico ou balde para mistura da argamassa colante, colher de pedreiro, desempenadeira metálica dentada (com dente 6 mm x 6 mm e 8 mm x 8 mm), desempenadeira de borracha, escova broxa, espaçadores plásticos, espátula, esponja, martelo de borracha, misturador mecânico para argamassa, riscadeira mecânica, serra mármore, trena e vassoura. Alguns equipamentos citados estão mostrados na Figura 37.

Figura 37: Equipamentos utilizados na etapa de revestimentos cerâmicos.



Fonte: Própria.

O encarregado recebia a liberação da técnica em edificações dos apartamentos que podiam ser executados e ele locava a equipe adequada para executar. Essa equipe era composta por um colaborador que tinha a função específica de

assentamento de revestimentos cerâmicos e um auxiliar para ajudá-lo com serviços referentes ao transporte de materiais até o local e assentamento de peças maiores que precisam de mais de uma pessoa para assentá-la, conforme mostra a Figura 38. Vale ressaltar que os dois apartamentos analisados foram executas por colaboradores distintos.

Figura 38: Assentamento de peças cerâmicas maiores envolvendo mais de um colaborador (um oficial pleno responsável pela execução do apartamento e um auxiliar de obras).



Fonte: Própria.

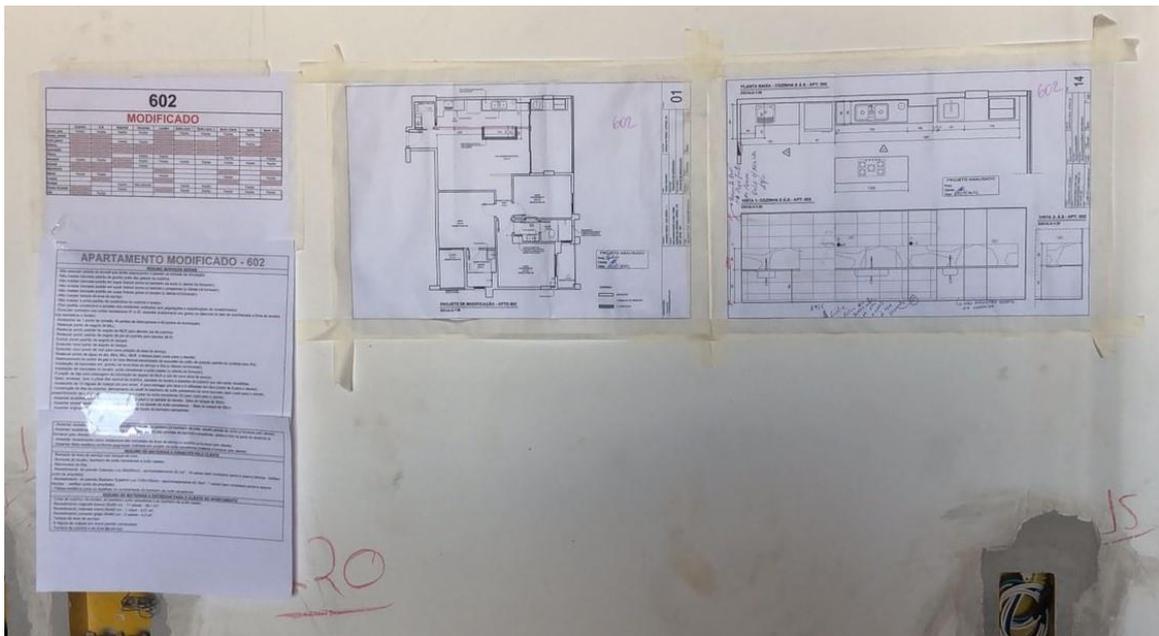
Foi verificado pelo encarregado com a técnica em edificações ou analista de engenharia qual argamassa deveria ser utilizada para o revestimento que será assentado no apartamento. Essa verificação era feita antes da saída do local de armazenamento, e era verificado pelo colaborador responsável pela execução se havia defeitos de fabricação ou ocorridos no transporte do material ao chegar no local de aplicação. Caso houvesse, utilizariam as peças para recortes ou rodapés ou dependendo do defeito identificado a peça seriam descartadas.

Para assentar a cerâmica no local, o colaborador verificava previamente se

existia alguma parede fora do esquadro para o caso da aplicação de cerâmica em paredes, e se o contrapiso estava oco para o caso da aplicação em pisos. Também era verificado se a impermeabilização havia sido feita nos locais de áreas molhadas, que de acordo com a *NBR 15575 (ABNT, 2013)*, tem a exigência de serem pisos estanques, tais como cozinhas, áreas de serviço, varandas e banheiros. A aplicação do revestimento cerâmico só era liberada caso houvesse o cumprimento desses pré-requisitos.

Os projetos de paginação de cada apartamento eram impressos e colados nas paredes da unidade, conforme mostra a Figura 39. O intuito era o colaborador entender como será o desenho da peça cerâmica dos cômodos, pois a partir disso, foi possível montar uma estratégia para fazer o assentamento da melhor forma, criando uma direção para que as peças se encaixem de forma adequada, de forma a evitar arremates.

Figura 39: Projetos e especificações referentes à paginação de pisos e paredes expostos na unidade a ser executada.

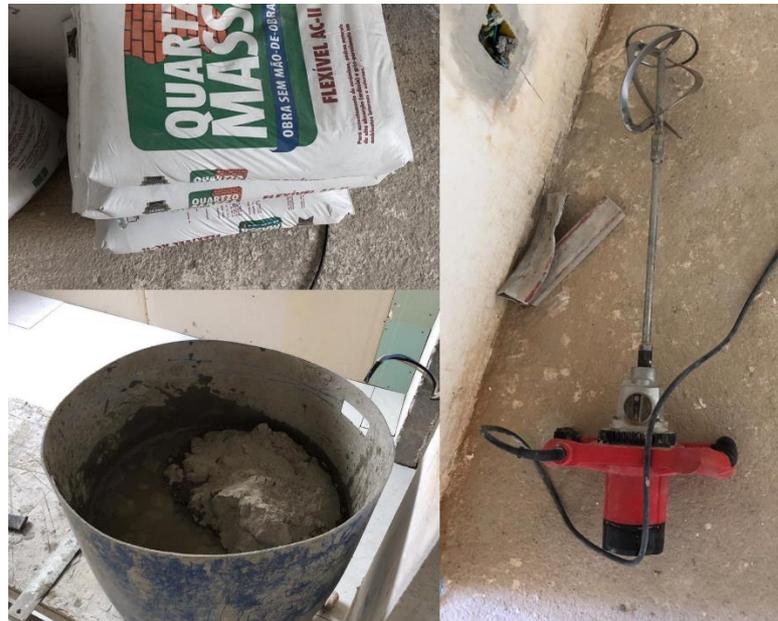


Fonte: Empresa A

A argamassa utilizada para assentamento dos pisos dos apartamentos em estudo foi a ACIII. A argamassa é misturada com uma misturador mecânico em um balde ou caixa devidamente limpo. O colaborador ressaltou através da entrevista que a quantidade de água colocada deve ser obedecida conforme indicado pelo fabricante,

e mistura-se até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente. Essa mistura era feita com o misturador mecânico, a fim de obter uma argamassa mais homogênea, com os aditivos da argamassa devidamente diluídos. Os materiais e equipamentos utilizados para produção da argamassa estão exibidos na Figura 40.

Figura 40: Materiais e equipamentos para produção de argamassas.



Fonte: Própria.

Um dos colaboradores citou que a argamassa deveria descansar por, aproximadamente, 10 minutos antes de iniciar a aplicação, o outro colaborador não relatou isso nas entrevistas, porém através das visitas observou-se que ele também seguia tal prática. A argamassa em repouso é ilustrada na Figura 41. Durante o uso da argamassa, os colaboradores mexiam ocasionalmente para manter a mistura trabalhável, porém sem adição de água. A argamassa colante era utilizada, no máximo, até 2h30min após a mistura mencionada. As argamassas com tempo vencido não eram reutilizadas.

Figura 41: Mistura de argamassa de assentamento e água.



Fonte: Própria.

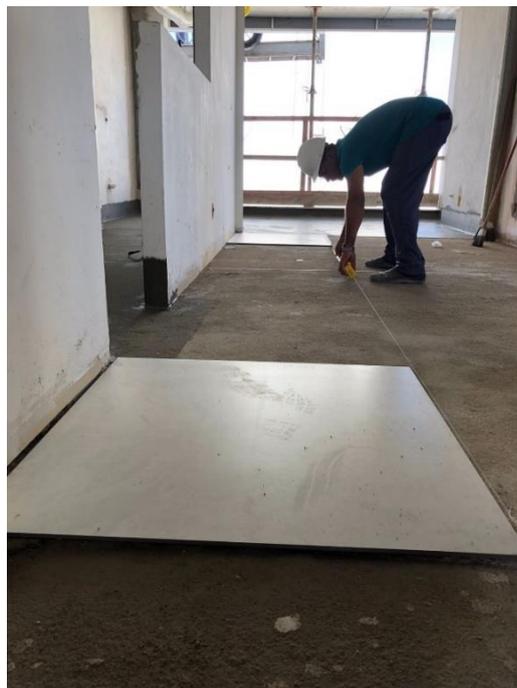
Iniciava-se com assentamento de cerâmicas nas paredes, começando a partir da segunda fiada de marcação, pois de acordo com o colaborador responsável pela execução, se começasse a partir da primeira fiada não conseguiria o acabamento perfeito já que teria que colocar o piso posteriormente fazendo recortes nas peças. O colaborador verificava o nível da fiada mestra marcado para o outro extremo da parede utilizando nível laser e esticava uma linha de nylon entre os pontos marcados definindo a posição da fiada mestra. Para o assentamento de cerâmica no piso, esticava-se a linha de nylon nos dois sentidos do ambiente, demarcando a partida do assentamento conforme projeto de paginação de piso. As duas práticas estão evidenciadas na Figura 42 e Figura 43.

Figura 42: Nível a laser para verificar nível da fiada mestra nas paredes.



Fonte: Própria.

Figura 43: Linha para marcação inicial dos revestimentos.



Fonte: Própria.

Observou-se que antes de assentar a cerâmica limpava-se o tardo de peça com uma escova broxa, para retirar possíveis excessos de faixas brancas ali contidas. As peças cerâmicas só eram utilizadas caso o tardo estivesse limpo, isento de pó, gorduras ou partículas secas. Foi informado pelos colaboradores nas entrevistas que o tardo devem estar limpos, isentos de pó ou partículas secas e que não poderia assentar as peças cerâmicas molhadas, mas não souberam explicar o motivo. Foi questionado à coordenadora de obras no momento da sua entrevista sobre isso, e ela informou que o motivo é devido à argamassa colante de assentamento ser composta de aditivos que controlam a perda de água da argamassa para a cerâmica. Se a cerâmica estiver molhada não ocorrerá aderência da argamassa à peça. Foi observado que nem todos envolvidos no processo dispõem dessa informação.

O colaborador umedecia o contrapiso ou parede antes de assentar a peça cerâmica para obter uma melhor aderência. A técnica utilizada para aplicação da cerâmica foi de dupla colagem, pois as peças cerâmicas possuíam área superior a 900 cm², logo, a argamassa colante era aplicada no piso ou parede e no tardo de peça, primeiro com o lado liso da desempenadeira e depois com o lado dentada da desempenadeira, promovendo a dupla colagem. A Figura 44 e Figura 45 representam a técnica de dupla colagem.

Figura 44: Aplicação de argamassa na peça de revestimento.



Fonte: Própria.

Figura 45: Aplicação da argamassa na parede para promover dupla colagem.



Fonte: Própria.

O revestimento cerâmico é aplicado sobre a argamassa colante de forma que o colaborador realiza pressão com as mãos até a argamassa fluir nas bordas da peça, batendo levemente usando um martelo de borracha, conforme mostrado na Figura 46. Para o alinhamento das peças e com intuito de preservar as juntas de dilatação, foram utilizados espaçadores plásticos, a espessura das juntas seguia especificações do fabricante da cerâmica, mostrados na Figura 47 e Figura 48.

Figura 46: Utilização do martelo de borracha no assentamento de revestimento cerâmico.



Fonte: Própria.

Figura 47: Espaçadores plásticos.



Fonte: Própria.

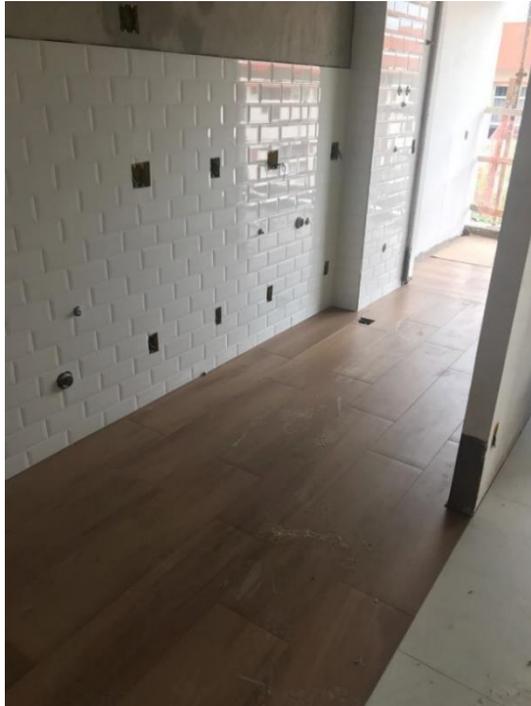
Figura 48: Peças cerâmicas assentadas com espaçadores.



Fonte: Própria.

Foi informado pelo colaborador que não é permitido pisar nas peças cerâmicas recém assentadas durante, pelo menos, dois dias após o término do serviço. Ademais, a coordenadora de obras confirmou que se espera no mínimo 72h para iniciar o rejuntamento das peças cerâmicas. Os apartamentos que não tiveram modificações pelos condôminos utilizaram de um mesmo tipo de rejunte, geralmente nas cores branco, palha, cinza platina ou cinza outono, a depender do revestimento que será rejuntado. Para apartamentos que sofreram as modificações, o rejunte era especificado de acordo com detalhamento fornecido no projeto de paginação feito pelo condômino. Os apartamentos com o processo de revestimentos cerâmicos finalizado e com rejuntamento concluído estão mostrados na Figura 49 e Figura 50.

Figura 49: Apartamento analisado após término da etapa de assentamento de revestimento cerâmico e rejuntamento.



Fonte: Própria.

Figura 50: Apartamento analisado após término da etapa de assentamento de revestimento cerâmico e rejuntamento, após etapa de inspeção e com serviços posteriores feitos.



Fonte: Própria.

Após término da aplicação das peças, procedeu-se com a inspeção do serviço de revestimento assentamento. Para cada apartamento, é preenchida uma ficha de verificação de serviço. Essa ficha está representada na Figura 51.

Figura 51: Fichas de Verificação de Serviço de revestimentos em piso e paredes.

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO		PS 7.3.1-58	FOR 1.1 - 01	Rev. 00 Data Revisão: 14/07/2022
OBRA/TORRE:	LOCAL: ARTO 602	SERVIÇO/ATIVIDADE: PVS 7.3.1-58 - REVESTIMENTO INTERNO/EXTERNO DE CERÂMICA EM PISO E PAREDE	EMPRESA RESPONSÁVEL EXECUÇÃO:	
ETAPA CONSTRUTIVA: REVESTIMENTO INTERNO/EXTERNO EM PISO E PAREDES		PROJETOS ANALISADOS: (PRANCHAS E REVISÃO):		INÍCIO: 03/06/2022 TÉRMINO: 20/06/2022
Descrição dos critérios de avaliação		Tolerância	Inspeção	Observações
Paredes		INÍCIO: 03/06/2022	TÉRMINO: 05/06/2022	
1	Integridade e homogeneidade das peças cerâmicas (fissas, flocos, trincas, manchas, verificar se as tonalidades das peças não estiverem variando)	-	NC	BANHEIRO SUÍTE
2	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Cerâmica	<= 3mm	C	
3	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Porcelanato retificado	<= 1mm	C	
4	Nivelamento (substituir as peças com defeito de nivelamento no assentamento ou trechos onde houver saliências ou reentrâncias)	-	C	
5	Alinhamento das juntas (deverá estar perfeitamente alinhadas)	-	NC	SUÍTE ANARENSE
6	Acabamento da interface rodapé/parede	-	C	
7	Aplicação conforme projeto	-	NC	
8	Equipamento, alinhamento e limpeza das juntas (O espaçamento das juntas deverá ser uniforme. As juntas deverão estar alinhadas e limpas)	Avaliar in-loco	C	
9	Adesão (ausência de som seco - após 48 horas do assentamento, bater na superfície com bastão de madeira)	-	C	
10	Limpeza (ausência de resto de argamassa nos pisos, equipamento limpos em todo final de expediente)	-	C	
Piso		INÍCIO: 19/06/2022	TÉRMINO: 20/06/2022	
11	Integridade e homogeneidade das peças cerâmicas (fissas, flocos, trincas, manchas)	-	C	
12	Verificação da argamassa de assentamento (especificações do material. Atentar-se especialmente para unidades modificadas)	-	C	
13	Teste de remoção de peças	-	NA	
14	Porta-janela instalado no nível e esquadro, se aplicável	-	NC	
15	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Cerâmica	<= 3mm	C	
16	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Porcelanato retificado	<= 1mm	C	
17	Nivelamento (substituir as peças com defeito de nivelamento no assentamento ou trechos onde houver saliências ou reentrâncias)	-	C	
18	Cimento para se jogar (deve estar com água. O nível deverá estar para o piso. Ao jogar água não pode formar poças. O acabamento próximo ao ralo deverá ficar bem ajustado)	-	NC	ÁREA DE SERVIÇO SEM CHUVEIRO
19	Acabamento da interface rodapé/parede	-	C	
20	Aplicação conforme projeto	-	C	
21	Equipamento, alinhamento e limpeza das juntas (O espaçamento das juntas deverá ser uniforme. As juntas deverão estar alinhadas e limpas)	Avaliar in-loco	C	
22	Proteção dos raios	-	C	
23	Adesão (ausência de som seco - após 48 horas do assentamento, bater na superfície com bastão de madeira)	-	C	
24	Limpeza (ausência de resto de argamassa nos pisos, equipamento limpos em todo final de expediente)	-	C	

Fonte: Própria.

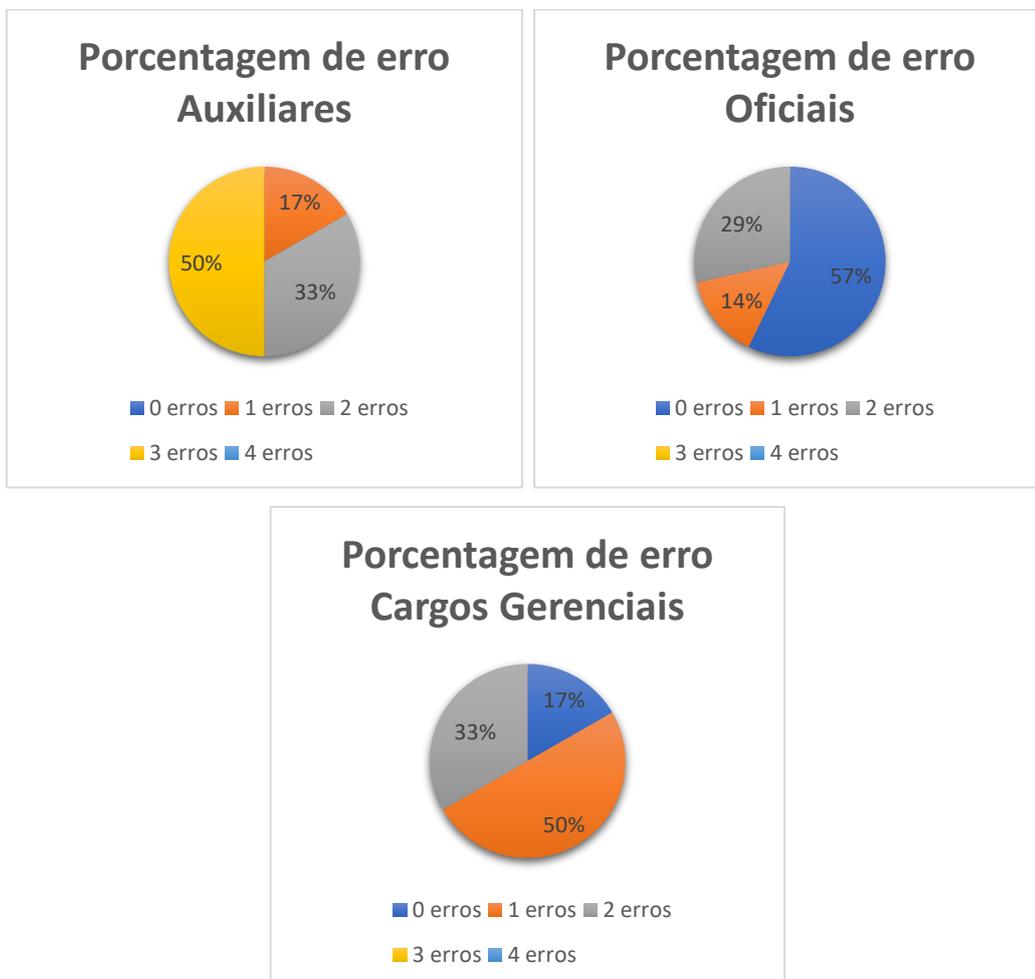
A inspeção do serviço era feita pelo analista de engenharia ou a técnica em edificações com auxílio dos estagiários. Caso houvesse itens reprovados na Ficha de Verificação do Serviços, estes itens eram registrados em um documento chamado “Controle de Não-Conformidades”. Essa folha foi criada com o intuito de facilitar a identificação de itens que não estão conformes a fim de que sejam analisados pela coordenadora de obras para posterior solução do problema, registrando a reinspeção desses itens após aplicar solução estabelecida.

4.3.4.2 Análise da etapa de execução à luz do aumento da transparência

Analisou-se através da primeira pergunta da entrevista o entendimento dos funcionários envolvidos no processo de revestimentos cerâmicos, desde o

conhecimento fornecido pela coordenadora de obras até o auxiliar de obras, sobre as etapas necessárias para a execução do serviço. Foi utilizado como base para essa análise o Procedimento de Execução de Serviços da construtora, logo, as etapas mencionadas nas respostas em desacordo com o procedimento contavam como erro e as etapas que deixam de ser mencionadas também contam como um erro. A análise foi feita comparando o número de erros obtidos para cada grupo de funcionários, isto é, a quantidade de etapas executivas que estão no procedimento executivo do serviço que o entrevistado deixou de mencionar durante a entrevista ou que estava em desacordo com o procedimento. A Figura 52 representa esses resultados.

Figura 52: Resultados obtidos com a primeira pergunta da entrevista, referente às etapas de execução de revestimentos de pisos e paredes.



Fonte: Própria.

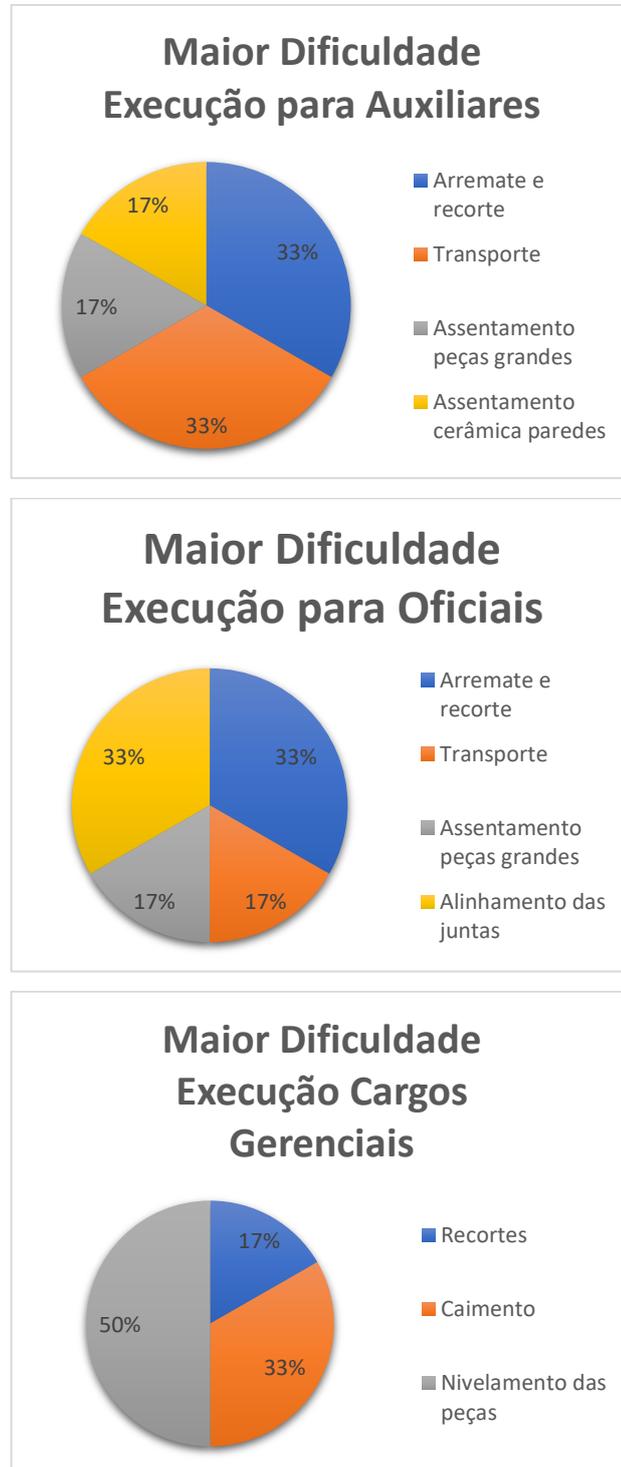
Observa-se que os oficiais plenos foram os que demonstraram compreender melhor sobre as etapas de serviço, apresentando uma maior porcentagem de colaboradores que não erraram as etapas (representando 57%). É possível verificar também que uma pequena parte dos funcionários com cargos gerenciais soube citar todas as etapas para execução do serviço de revestimentos cerâmicos (totalizando apenas 17% os que não tiveram erros de acordo com o as etapas descritas no procedimento executivo). Segundo Formoso *et al.* (2002), até mesmo em ambientes de trabalho com modelo de gestão tradicional espera-se que os cargos gerenciais detenham conhecimento profundo do processo, portanto, percebe-se que esse desalinhamento entre esses cargos gerenciais demonstra uma falha no nível de informação existente.

Os auxiliares de obra obtiveram uma maior porcentagem de erros nas etapas executivas (50% com 3 erros), e demonstraram inicialmente receio ao responder, com medo de errar e insegurança quanto a sua própria resposta. Galsworth (2017) diz que quanto menos a informação é transparente, menos os funcionários confiam neles mesmos, gerando insegurança e fazendo com que passem a ter preocupação acerca de cometer um erro. Tal fato não é positivo para o processo, visto que ter a participação dos funcionários é importante para identificar quais melhorias podem ser feitas e identificar o que ainda precisam conhecer sobre o processo é fundamental para minimização dos erros.

Embora os oficiais tenham demonstrado através da entrevista mais entendimento das etapas do processo do que os próprios cargos gerenciais, os auxiliares demonstraram ter pouco conhecimento das etapas do processo. De acordo com Greif (1991) o que torna um processo transparente é a existência de uma rede de informações independente da estrutura hierárquica, sendo possível observar uma inconformidade com o princípio *Lean Construction*.

A seguir, foi realizada a comparação entre as respostas referentes as dificuldades no processo de revestimentos cerâmicos visualizadas pelos oficiais, auxiliares e os cargos gerenciais. A análise está disposta na Figura 53.

Figura 53: Resultados obtidos com a segunda pergunta da entrevista, referente às dificuldades no processo de revestimentos cerâmicos.

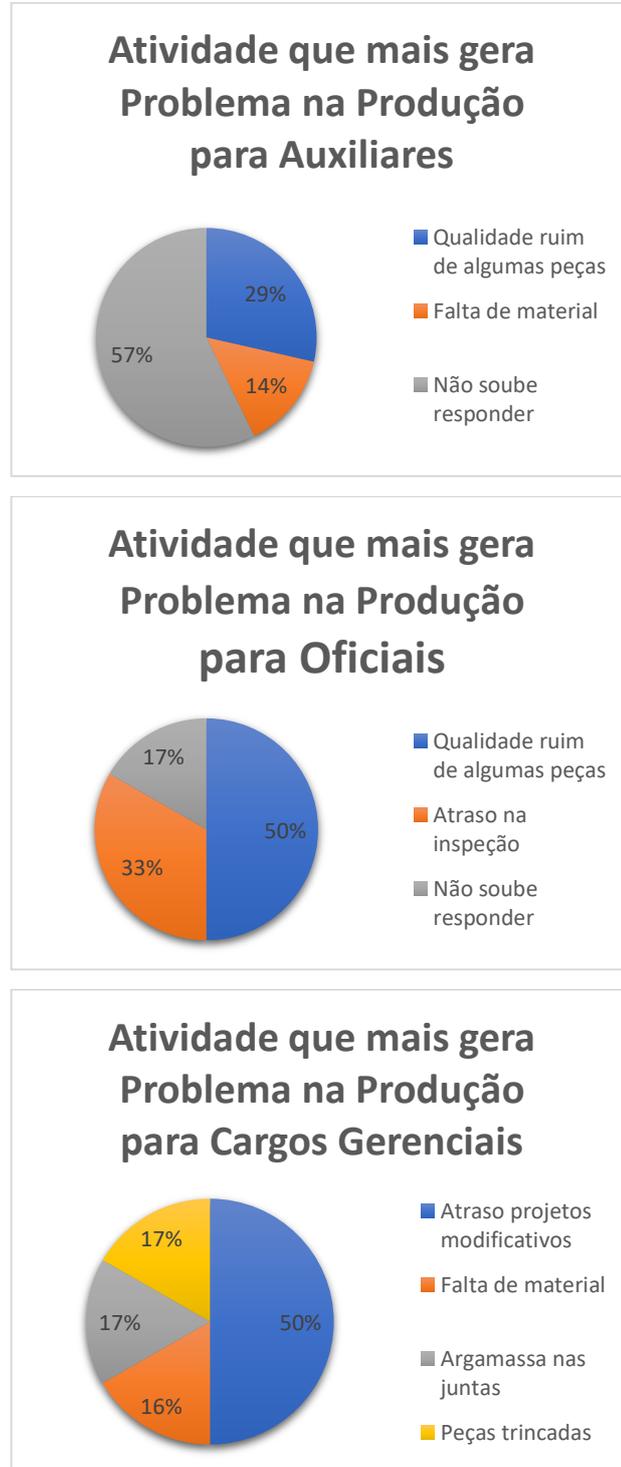


Fonte: Própria.

Percebe-se que as dificuldades respondidas pelos cargos diretamente relacionados à execução de revestimentos cerâmicos foram parecidas, porém os cargos gerenciais não citaram as mesmas dificuldades relatadas pelos oficiais e auxiliares. O resultado faz sentido, visto que as maiores dificuldades seriam identificadas justamente pelos responsáveis pela execução do serviço. Porém, isso indica uma baixa adesão ao princípio da transparência, visto que além da divergência na identificação das dificuldades do processo também se mostra uma falta de clareza com as etapas que marcam o início ou final do processo de revestimentos cerâmicos, evidenciado na resposta dos auxiliares e oficiais considerando a etapa de “transporte” como etapa de execução, fato que não foi visto na resposta dos cargos gerenciais. Koskela (1992) afirma isso, quando diz que o princípio prega a transparência e percepção dos processos com o objetivo de torná-los mais controláveis e melhor executados, tornando o fluxo de operações visível e compreensível por todos do início ao fim.

Em seguida, foi realizado o questionamento sobre a atividade que mais gera problemas dentro do processo. Igarashi (1991) destaca a importância da transparência para produção, visto que quando implantada, a maioria dos problemas, anomalias e desperdícios que existem no processo podem ser reconhecidas facilmente para que as medidas apropriadas sejam tomadas. Os resultados são demonstrados na Figura 54.

Figura 54: Resultados obtidos com a terceira pergunta da entrevista, referentes às atividades que mais gera problema na produção.



Fonte: Própria.

Nesse questionamento, observou-se que os auxiliares não souberam responder bem à pergunta pela falta de informação que eles detinham do processo como um todo. Isso também foi observado nas outras perguntas que foram feitas, as quais demonstraram insegurança ao responder. As respostas dos cargos gerenciais e dos oficiais também divergiam no que tange às atividades que gera mais problemas que venham atrapalhar a produção, isto porque os cargos gerenciais na sua maioria citaram a falta de projeto de paginação modificativo para iniciar a produção e as modificações repentinas desses projetos. Já os oficiais citaram como principal problema o assentamento de peças de qualidade ruim, fora de esquadro, problemas em geral com o material.

Vale ressaltar que apesar da unidade-caso utilizar de um sistema padronizado para avaliar a qualidade dos serviços através de Procedimentos de Execução de Serviços e as Fichas de Verificação de Serviço, o treinamento desses procedimentos não foi realizado com todos envolvidos no processo. Notou-se que não havia assinatura de todos envolvidos no processo de assentamento de revestimentos cerâmicos na folha de “Registros de Treinamentos”, a qual era aplicada logo após o treinamento do procedimento de serviço.

Galsworth (2017) defende que, um ambiente com alto nível de transparência faz com que os funcionários possuam um claro entendimento de tanto o seu trabalho como de sua contribuição no processo produtivo como um todo. Tal objetivo poderia ser alcançado com treinamentos desses procedimentos de execução de serviço de uma forma clara e que envolva todos incluídos no processo, desde colaboradores de cargos gerenciais, oficiais, até os próprios auxiliares de obra, com intuito de que todos possuam uma percepção alinhada sobre o processo, e conseqüentemente, fazendo com que todos busquem o mesmo objetivo dentro da empresa.

Barreto e Heineck (2012) ressaltam que o treinamento dos funcionários é uma atividade de extrema importância para o ambiente de trabalho, pois colaboradores treinados compreendem o que deve ser feito, propõem novos métodos produtivos e podem até participar do processo de melhoria contínua. Além de treinar a equipe sobre o método correto de execução de serviço, observa-se também a importância de os cargos gerenciais estarem aptos para ensinar os métodos de produção e parâmetros

de qualidade, para que os colaboradores entendam o que devem fazer e os desempenhos que são esperados.

Ademais, observou-se que os procedimentos não ficavam de fácil acesso para o encarregado e para os colaboradores responsáveis pela execução. Logo, se tivessem alguma dúvida, deveriam acionar a técnica em edificações, ou o analista técnico ou estagiários. Devido à realização de serviços simultâneos na obra em estudo, fato que foi constatado após análise do cronograma atualizado da obra, o tempo de resposta dessas dúvidas nem sempre era imediato.

Santos et al. (2002) identificou através de seu estudo a importância de elementos visuais próximos às frentes de serviço, Galsworth (2005) complementa que em ambientes de trabalho que disponibiliza de ferramentas visuais, a informação é transmitida com fácil entendimento. A partir desses exemplos da literatura, observa-se que uma boa prática seria ter os procedimentos de execução de serviço e os critérios avaliados nas fichas de verificação de serviços disponíveis para todos os colaboradores, em painéis dispostos em um local que todos os encarregados possam consultar. Dessa forma, muitas dúvidas recorrentes que chegam até os cargos gerenciais seriam sanadas com as informações postadas no próprio painel, otimizando a produção e padronização as informações.

Após coleta e análise dos documentos, também foi observado que o planejamento a curto prazo é feito na obra em estudo, e era elaborado por serviços semanalmente. Esse planejamento era feito em reunião por um profissional terceirizado responsável pela área de planejamento da obra, a coordenadora de obras e a técnica em edificações. No momento do estudo de caso, não eram feitas reuniões com os encarregados de cada serviço, as metas semanais eram passadas pela técnica em edificações para os encarregados, e os encarregados organizavam as equipes de execução.

Lobo (2019) ressalta a importância de reuniões envolvendo todos os funcionários na execução do serviço, para que todos os colaboradores possam compartilhar experiências, dificuldades encontradas durante o processo, e esclarecer dúvidas regulares que surgem durante a execução. Barreto e Heineck (2012) complementam que esse processo de aprendizado promove inúmeros benefícios:

engajamento dos funcionários, motivação para trabalho em grupo, padronização das etapas do trabalho e estímulo à melhoria contínua do processo.

Outro ponto observado foi que os projetos de paginação são colocados impressos nas paredes do apartamento assim que ele é liberado para ser executado. Essa prática se mostra efetiva para o aumento da transparência na obra analisada, visto que os colaboradores responsáveis por realizar a aplicação dos revestimentos cerâmicos tem acesso rápido e fácil as especificações que são exigidas no momento da execução. Koskela (1992) afirma que ao proporcionar maior transparência aos processos produtivos, os erros são identificados mais facilmente, e ao mesmo tempo aumenta a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho.

4.3.4.3 Análise do processo construtivo de revestimentos cerâmicos à luz da redução do tempo de ciclo

Foi analisado o tempo de ciclo do processo de revestimentos cerâmicos como um todo na obra em estudo, contemplando as etapas de recebimento, armazenamento e transporte de materiais até a etapa de execução do serviço. Isso por que, de acordo com Koskela (1992), o tempo de ciclo é o tempo de processamento, inspeção, espera e movimentação.

No que tange à etapa de recebimento de materiais, verificou-se através de observação direta no canteiro que a falta de um controle de quais e quantos materiais precisam ser solicitados impacta no tempo de ciclo da produção de revestimentos cerâmicos, visto que sem as quantidades e tipos de revestimentos cerâmicos que estão no canteiro, devidamente registradas em algum documento ou planilha, pode-se gerar interrupções nos fluxos de produção por falta de materiais e com isso, também dificulta a determinação dos prazos do setor de compras de insumos, aumentando o tempo de espera na produção.

Embora a falta de controle de materiais possa ocasionar um aumento no tempo de espera na produção, também se observou que houve estoque de alguns materiais no canteiro. Constatou-se que esses estoques existem devido a compra feita em lotes maiores antes do início do serviço, como foi o caso dos revestimentos cerâmicos dos apartamentos padrões. Siqueira e Nico (2019) citam que o princípio da redução do

tempo de ciclo possui uma relação direta com o *Just-in-time*, em razão das atividades serem realizadas de forma contínua, sem interrupções, no momento certo e com a quantidade adequada e solicitada pelo cliente. Para Arantes (2008) e Formoso (2002), a redução do tempo de ciclo tem origem no conceito do *Just-in-time*, devido a aplicação do princípio estar fortemente ligada à necessidade de diminuir ao máximo o tempo disponível, como forma de eliminar as etapas que não agregam valor. Nesse aspecto, não se pode afirmar que o canteiro e a empresa utilizam conceitos de *Just-in-time* no gerenciamento dos materiais, pois não há controle dos níveis de estoque que permitam fornecedores de programar as entregas a partir da demanda real do canteiro.

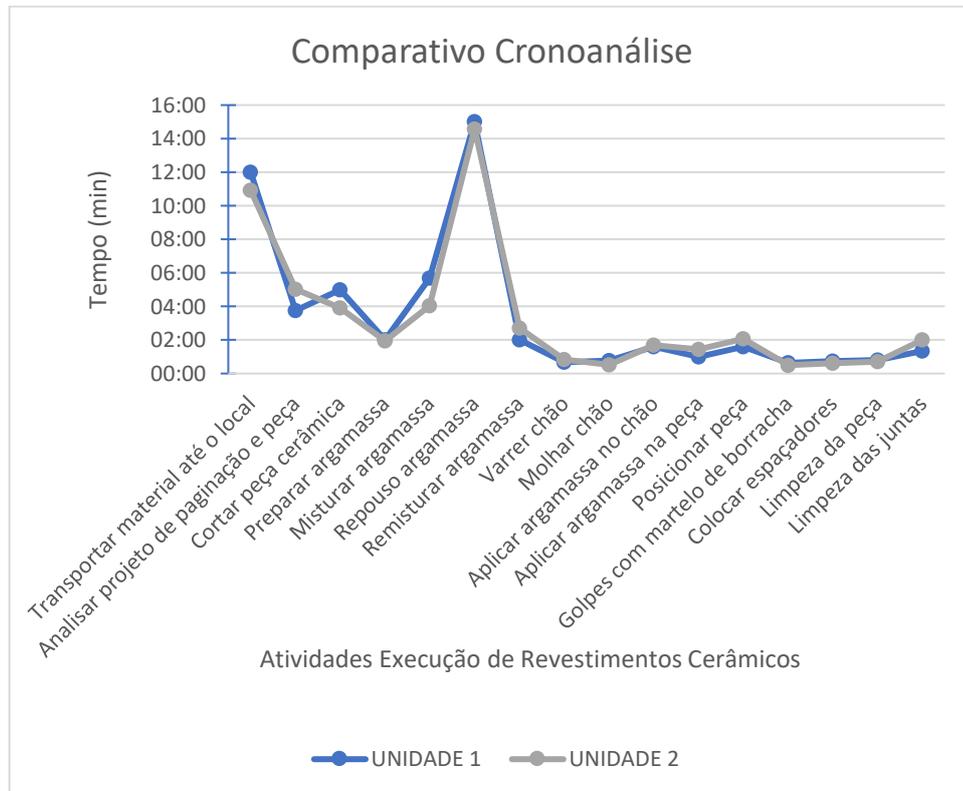
Outro ponto a se destacar é que foi evidenciado através do *Layout* de canteiro que a distância do local de armazenamento dos materiais até o local de utilização é pequena, visto que a obra não possui grandes distâncias. Apesar disso, percebeu-se que otimizações poderiam ser feitas, principalmente no que se refere ao armazenamento de revestimentos cerâmicos que ficavam dispersos pelo pavimento térreo, nem sempre próximos aos locais de transporte. Segundo Vieira (2006), é possível alcançar melhorias significativas no processo produtivo em relação ao armazenamento e movimentação de materiais, uma delas é minimizar distâncias para movimentação de pessoas e materiais com consequente redução de tempos improdutos, produzindo uma redução no tempo de ciclo ao reduzir atividades que não agregam valor ao produto, como é o caso da movimentação.

Tommelein (1992) complementa que a redução dessas distâncias é essencial para se obter uma melhor utilização do espaço físico possibilitando que os funcionários e equipamentos trabalhem com mais eficiência e segurança, diminuindo o tempo de movimentação e evitando obstáculos no fluxo dos materiais.

Quanto a etapa de execução de revestimentos cerâmicos, após a coleta de dados e estudo através da cronoanálise, feito por meio da observação direta em campo e cronometragem de todas as atividades que compõem o assentamento de uma peça cerâmica de 120 x 120 cm de piso em duas unidades distintas, foi possível fazer uma comparação simplificada através de tempos obtidos nas etapas do processo de execução de revestimentos cerâmicos. O tempo total de ciclo para

assentamento de piso e paredes de um apartamento considerando todas as peças cerâmicas foi de 8 dias, conforme observado em campo no momento da coleta de dados. Com a cronoanálise feita, extraíram-se os resultados demonstrados na Figura 55.

Figura 54:Comparativo de resultados da cronoanálise feita em dois apartamentos.



Fonte: Própria.

O eixo y representa o tempo em minutos, e o eixo x a atividade que foi cronometrada no momento da execução. Foi considerado o início do processo a partir da etapa de transporte do material até o local de aplicação de revestimentos cerâmicos, observando-se um tempo considerável no gráfico de 12 minutos para Unidade 1 e 10:56 minutos para Unidade 2. O transporte citado refere-se ao deslocamento do material do local de armazenamento até o local em que ele é utilizado na execução. Esse valor é significativo comparado às outras atividades cronometradas devido ao tempo de espera dos elevadores, pois observou-se através da cronometragem que o tempo para retirar o material do local armazenado e levar até o elevador de serviços foi menor do que o tempo do elevador chegar até o

pavimento térreo, onde estavam os materiais a serem transportados. Nesse aspecto, verificou-se que o tempo de espera do elevador depende de diversos fatores muitas vezes imprevisíveis, tais como: tempo entre paradas, duração de entrada e saída de pessoas e equipamentos, demanda de solicitação do elevador, entre outros. Portanto, em tal atividade, observou-se que o parâmetro para reduzir o tempo do ciclo seria referente ao posicionamento do armazenamento de materiais no pavimento térreo e ao tempo de espera do elevador.

Seguindo pelo gráfico, a atividade referente à análise do projeto de paginação do apartamento e peça cerâmica a ser assentada não demandava de um tempo significativo, visto que foi evidenciado através da entrevista que os colaboradores tinham experiência na execução de revestimentos cerâmicos, e também trabalhavam com tal atividade desde o início da execução do serviço na obra em estudo. Além disso, após análise da Ficha de Verificação de Serviços das unidades em que foi feita a cronoanálise foi constatado o baixo índice de itens em desconformidade, garantindo uma redução de tempo na atividade de inspeção, já que não teriam retrabalhos. Costa (2014) afirma que a ausência de mão de obra qualificada aliada à rotatividade é vista como fatores que prejudicariam a aplicação dos princípios *Lean Construction*, incluindo o princípio da redução do tempo de ciclo. Ademais, observou-se através da folha de registro de treinamentos, que os funcionários que participaram da cronoanálise passaram por treinamento do procedimento. Pádua (2014) afirma que treinamentos são necessários, assim como a elaboração e implantação de padrões de execução de serviço. O autor ainda complementa que essa padronização favorece a redução do tempo de ciclo. Assim sendo, observou-se conformidade com esse princípio nessa etapa do serviço.

Relativo à etapa de recortes na peça cerâmica, percebeu-se que o tempo gasto para tal atividade também dependia de qual peça seria recortada e se haveria necessidade de recorte de acordo com o projeto de paginação. Para o caso da peça em análise, os oficiais mediram as áreas que deveriam ser recortadas conforme esse projeto da unidade antes de realizar o corte com a riscadeira e serra mármore.

Venturini (2015) ressalta a importância de reduzir perdas em todo o processo de produção, sendo essa uma das principais particularidades do Sistema Toyota de

Produção. O autor complementa que essas perdas representam o desperdício de materiais e execução de atividades desnecessárias que geram custos e tempo adicionais. Verificou-se através dessa atividade, a importância de um projeto de paginação com as definições claras, por exemplo, qual tipo de revestimento deve ser assentado em cada cômodo, sua correta distribuição e informação de onde deve se iniciar a paginação de piso, para que dessa forma perdas de materiais e tempo com recortes de peças sejam reduzidas. Para a obra em questão, foi evidenciado que todas unidades analisadas no momento da coleta de dados possuíam um projeto de paginação bem detalhado e definido, contribuindo com a aplicação do princípio da redução do tempo de ciclo.

As atividades referentes à preparação da argamassa respeitavam o tempo ideal de utilização do material, que segundo o Procedimento de Execução de Serviços é de no máximo 2h30min. A atividade que teve o tempo máximo foi o repouso da argamassa após mistura, pois de acordo com as especificações do fabricante, que atendem aos critérios da ABNT NBR 14081 (2012), após primeira mistura da argamassa, para promover uma melhor aditivação do material sugere-se deixá-la já homogeneizada em repouso por no mínimo 10 minutos, bastando misturar novamente antes do uso. Observa-se no gráfico que os dois colaboradores deixaram 15 minutos em repouso, sendo que o mínimo normativo e descrito no procedimento é de 10 minutos, sendo possível observar uma inconformidade com o princípio da redução do tempo de ciclo, visto que o tempo de espera identificado nessa atividade poderia ser menor caso obedecesse ao mínimo necessário de 10 minutos.

Não obstante, as demais atividades do processo executivo de revestimentos cerâmicos não se mostraram como gargalos para redução do tempo de ciclo da produção, uma vez que os tempos cronometrados foram necessários para realizar tais atividades. Observou-se que a preparação do contrapiso para assentamento (limpeza do piso), a técnica de dupla colagem (aplicar argamassa colante no piso e também no tardo da peça), o assentamento da peça (posicionamento e golpes com martelo para garantir aderência) e colocação de espaçadores para alinhamento das peças são passos indispensáveis para garantir a qualidade do processo, os quais estão descritos no Procedimento de Execução do Serviço e na ABNT NBR 13753 (1996).

Os serviços finais referentes à limpeza da peça e das juntas são itens analisados no momento da inspeção através da Ficha de Verificação de Serviços e fundamentais para seguir com o rejuntamento dessas peças cerâmicas, que só deve ser iniciado após um tempo de espera de no mínimo 3 dias, pois é essencial que a argamassa de assentamento das peças do revestimento esteja totalmente seca, conforme indicado no ANEXO E. Observou-se que essas atividades são rápidas e não contribuem com o aumento do tempo de ciclo, visto que precisam ser feitas para o serviço de revestimentos cerâmicos estar concluído e aprovado para dar prosseguimento com as demais etapas.

Quando questionado aos cargos gerenciais e aos próprios oficiais e auxiliares durante a entrevista como reduzir o tempo de ciclo de revestimentos cerâmicos, não souberam responder, pois atestam que são necessários em média uma semana para executar o serviço com qualidade e seguindo todas as etapas necessárias conforme os procedimentos apresentados.

Os tempos totais das atividades cronometradas das duas unidades, embora tenham sido realizadas por colaboradores distintos, é semelhante. Conclui-se que a semelhança advém da baixa rotatividade da equipe de revestimentos cerâmicos, sendo que os funcionários responsáveis por executar essa atividade estão na mesma equipe há muito tempo, evidenciado por entrevista. Costa *et al.* (2015) afirmam que para uma produtividade satisfatória deve-se buscar a maior quantidade de informações, projetos, assim como a baixa rotatividade de funcionários. Além disso, foi observado que os dois funcionários passaram por treinamentos do procedimento executivo desse serviço. Quando questionado sobre as etapas para executar revestimentos de piso e paredes de um pavimento, os dois oficiais plenos demonstraram alinhamento nas suas respostas, tendo muito claro em mente o que devia ser feito e a sequência correta das atividades, resultando dessa forma em um tempo semelhante de produção.

Quanto ao planejamento e cronograma das atividades, foi constatado que a obra adotava estratégia de metas semanais e planejamento de curto prazo. Isso se mostra eficiente, visto que segundo Valente e Aires (2017), o planejamento das atividades em lotes menores no canteiro de obras facilita a diminuição de retrabalhos

e do tempo ocioso para retomada da atividade inacabada, além de possibilitar um controle maior e clareza das atividades que serão realizadas. A Figura 56 mostra o planejamento semanal das atividades.

Figura 55: Planejamento semanal de atividades.

SERVIÇO	EMPREITEIRO	METAS DO MÊS EM PAVIMENTOS	DESVIO + -	PLAN	SEMANAS DE MEDIÇÃO							
					METAS JUNHO 2022							
					1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana
LIMPEZA GROSSA		CONCLUIR APTO 303	-1,0	P R			1		P R	1 0		
PORTAS PRONTA/RODAPÉ/ALIZAR		CONCLUIR APTO 303	-1,0	P R				1	P R	1 0		
LOUÇAS		CONCLUIR APTO 303	-1,0	P R				1	P R	1 0		
FECHAMENTO QUADROS DISJUNTORES		CONCLUIR APTO 303	-1,0	P R				1	P R	1 0		
REVESTIMENTO PAREDES		CONCLUIR APTO 305	-1,0	P R	1				P R	1 0		
FORRO GESSO		CONCLUIR APTO 305	-1,0	P R		1			P R	1 0		
REVESTIMENTO PAREDES E PISO		CONCLUIR APTO 305	-2,0	P R	1	1			P R	2 0		
REJUNTE PISO		CONCLUIR APTO 305	-1,0	P R			1		P R	1 0		
DRYWALL		CONCLUIR APTO 305	-1,0	P R			1		P R	1 0		

Fonte: Empresa A.

Ainda que a existência de um planejamento semanal caracterize uma boa prática do princípio da redução do tempo de ciclo na obra em estudo, este planejamento mostrou-se com pouca clareza, visto que não detalha a data de início e fim do serviço, apenas as datas referentes à 1ª, 2ª, 3ª e 4ª semana, não ficando evidente o tempo necessário para realizá-lo. Apesar disso, foi evidenciado através de entrevista que os colaboradores tem conhecimento do tempo de ciclo de revestimentos cerâmicos, obedecendo os prazos propostos no cronograma semanal, que determinam 4 dias para execução de revestimentos de paredes e 4 dias para executar revestimentos de piso.

Foi verificado também através de entrevistas que os colaboradores envolvidos nesse processo são multiquificados, e essa característica se mostra importante pois permite a equipe de se ajustar a eventuais problemas que possam ocorrer, como foi relatado por funcionário que já ocorreu, caso alguém precise ausentar-se por alguns dias, o oficial polivalente consegue cobrir seus serviços e ajustar a equipe para que cumpra o prazo. Conforme elucidado por Shingo (1996), Womack e Jones (1998) e Pádua (2014), a prática de adoção de trabalhadores polivalentes torna-se uma técnica interessante para desenvolvimento do *lean* no canteiro de obras, pois contribui com

alguns princípios, incluindo o princípio da redução do tempo de ciclo.

Pode-se evidenciar através de uma planilha utilizada para acompanhar a evolução das unidades, mostrada na Figura 57, que a obra em estudo apresenta uma boa prática no que tange ao acompanhamento das atividades. Além disso, o planejamento de curto prazo demonstrou grande eficiência para a obra, contribuindo com a identificação da origem e solução de atrasos na execução, visto que o acompanhamento e atualização das atividades nessas planilhas era feito semanalmente.

A contribuição desse acompanhamento para o princípio da redução do tempo de ciclo é que se consegue observar se os serviços foram executados no prazo estabelecido, e caso não forem, identificar o que está contribuindo para o aumento desse tempo de ciclo. Porém, no que tange especificamente ao tempo de ciclo do processo de revestimentos cerâmicos, observou-se que não é possível avaliar através dessa planilha.

Figura 56: Evolução das unidades da obra.

UNIDADES	EXECUTADO EM 30/03/22	DATAS MEDIÇÕES SEMANAIS													
		13/abr	20/abr	27/abr	02/mai	09/mai	16/mai	23/mai	30/mai	06/jun	13/jun	20/jun	27/jun	04/jul	
APARTAMENTO 504	52%	53%	70%	72%	72%	74%	74%	74%	74%	74%	76%	78%			
APARTAMENTO 205 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	35%	41%	41%	41%	41%	42%	54%	54%	54%	54%	57%	57%			
APARTAMENTO 405 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	57%	63%	65%	71%	71%	71%	71%	72%	72%	72%	78%	79%			
APARTAMENTO 501 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	47%	52%	52%	58%	75%	75%	77%	81%	81%	81%	81%	82%			
APARTAMENTO 505 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	66%	74%	77%	81%	81%	82%	82%	82%	82%	82%	85%	85%			
APARTAMENTO 301	53%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	61%	61%	62%	64%			
APARTAMENTO 401	42%	56%	68%	68%	68%	68%	68%	69%	69%	69%	70%	71%			
APARTAMENTO 404	43%	43%	52%	52%	52%	52%	52%	53%	53%	53%	60%	60%			
APARTAMENTO 603	61%	74%	76%	80%	80%	80%	81%	81%	82%	82%	82%	82%			
APARTAMENTO 502	49%	63%	67%	70%	75%	76%	76%	76%	76%	76%	76%	76%			
APARTAMENTO 403	55%	62%	68%	68%	68%	68%	68%	69%	69%	69%	72%	72%			
APARTAMENTO 203	49%	66%	66%	66%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	72%	73%		100%	
APARTAMENTO 202	43%	62%	62%	66%	72%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	75%		100%	
APARTAMENTO 204	52%	66%	66%	66%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	71%	72%		100%	
APARTAMENTO 604 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	24%	32%	33%	33%	42%	72%	73%	80%	80%	80%	80%	80%			
APARTAMENTO 302 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	10%	22%	22%	28%	29%	39%	43%	64%	72%	72%	72%	72%			
APARTAMENTO 305 - MODIFICADO - PROJETOS LIBERADOS	11%	30%	31%	35%	36%	36%	36%	34%	35%	39%	39%	42%			
APARTAMENTO 601 - MODIFICADO - PREVISÃO ENTREGA MODIFICAÇÃO NA OBRA EM 11/04/22	10%	10%	18%	33%	33%	34%	35%	38%	38%	38%	38%	44%			
APARTAMENTO 402 - MODIFICADO - PREVISÃO ENTREGA MODIFICAÇÃO NA OBRA EM 13/04/22	13%	11%	12%	12%	12%	12%	12%	17%	17%	22%	31%	52%			
APARTAMENTO 602 - MODIFICADO - PREVISÃO ENTREGA MODIFICAÇÃO NA OBRA EM 13/04/22	10%	10%	17%	34%	34%	38%	38%	47%	61%	61%	63%	67%			

Fonte: Empresa A.

Segundo Bernardes (2001), os pacotes de trabalho tratam-se de conjuntos de atividades com características semelhantes, como material, área a ser executada e tempo requisitado, tornando mais fácil o controle e dimensionamento das tarefas. Ressalta-se que, para a obra em estudo, a prática de pacotes de trabalho é válida para contribuir com a redução do tempo de ciclo. Moeller (2020) complementa que um pacote de trabalho é o conjunto de atividades que compõem um ciclo de produção. Assim sendo, Ballard e Howell (1997) citam que a prática de utilização de pacotes de

trabalho no planejamento de curto prazo em obras busca a redução de custos e durações, pois através do mesmo os fluxos de trabalho podem ser analisados, visando um sequenciamento que reduza as atividades que não agreguem valor ao produto e conseqüentemente contribuem para redução do tempo de ciclo da produção.

4.3.5 Nível de aplicação dos princípios *lean* no canteiro estudado

4.3.5.1 Nível de transparência

A partir da apresentação e análise dos resultados, pôde-se observar que o canteiro de obras estudado apresenta um nível de transparência baixo no que tange as etapas de recebimento, armazenamento, transporte e execução de revestimentos cerâmicos. Ao analisar as respostas referentes ao princípio do “aumento da transparência” obtidas na aplicação do questionário durante a entrevista com a coordenadora de obras, constatou-se que o canteiro de obras acumulou 16 pontos dos 60 possíveis. Tal pontuação corresponde à um percentual de 26,7% de aplicação do princípio da transparência nas atividades ligadas ao recebimento, transporte, armazenamento e execução de revestimentos cerâmicos e argamassas de assentamento.

Em concordância com a metodologia proposta por Tonin e Schaefer (2013), como o percentual está abaixo de 50%, pode-se considerar que, para estas atividades, o princípio da transparência é aplicado com deficiência no canteiro de obras.

Tabela 2: Resultados obtidos para princípio de aumento da transparência.

PRINCÍPIO DO AUMENTO DA TRANSPARÊNCIA			
Pontuação obtida	Pontuação máxima possível	% de aplicação	Classificação
16	60	26,7%	Aplicado com deficiência

Fonte: Própria.

De acordo com os resultados indicados na Tabela 2, constatou-se que o potencial de melhoria na aplicação do princípio de aumento da transparência nas atividades ligadas ao recebimento, transporte, armazenamento e execução de

revestimentos cerâmicas é de 73,3%. Observou-se no questionário aplicado que nenhum item obteve pontuação máxima de “Nota 3”, evidenciando que nenhum dos parâmetros levantados no questionário são aplicados totalmente na obra em estudo.

Por fim, conclui-se que o baixo valor de aderência do princípio do aumento da transparência é devido ao fato de que a obra estudada se apresentou com um fluxo de operações pouco visível e compreensível por todos em várias etapas do processo de revestimentos cerâmicos, tal qual pode ser evidenciado por meio das análises feitas no item 4.3. Através dos resultados obtidos em entrevista, relatou-se que os funcionários possuem opiniões e abordagens diversas sobre o processo produtivo como um todo, desde a etapa de recebimento até execução do serviço estudado. O potencial de melhoria é um valor alto, uma vez que existem diversas ferramentas da transparência para controle da produção ou mecanismos para identificação e mitigação de seus desperdícios que podem ser aplicadas na obra em estudo.

4.3.5.2 Nível de redução do tempo de ciclo

Levando em conta a análise das respostas voltadas ao princípio da redução do tempo de ciclo, obtidas na aplicação do questionário durante a entrevista com coordenadora de obras, evidenciou-se que para esse princípio a obra acumulou 32 pontos dos 45 pontos possíveis. Isso corresponde a um percentual de 71,1% de aplicação do princípio nas atividades ligadas ao recebimento, armazenamento, transporte e execução de revestimentos cerâmicos. De acordo com a metodologia proposta por Tonin e Shaefer (2013), como o percentual é próximo à 75% e ultrapassa 50%, considera-se que o princípio é aplicado parcialmente na obra em estudo.

Tabela 3: Resultados obtidos para o princípio de redução do tempo de ciclo.

PRINCÍPIO DA REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO			
Pontuação obtida	Pontuação máxima possível	% de aplicação	Classificação
32	45	71,1%	Aplicado parcialmente

Fonte: Própria.

Segundo a metodologia proposta por Tonin e Schaefer (2013), evidenciou-se

que o potencial de melhoria de acordo com a Tabela 3 é de 28,9%, apresentando assim, uma aderência maior ao princípio da redução de tempo de ciclo do que do aumento da transparência.

O alto resultado de aderência a esse princípio no que tange as etapas do processo estudado pode ser justificado pelo maior tempo gasto com atividades de processamento (execução de revestimentos cerâmicos) que representam atividades que agregam valor ao produto. Porém, vale ressaltar que a obra em questão também teve um tempo gasto com as atividades de fluxo (movimentação dos revestimentos e argamassas no canteiro, esperas e inspeção) que são consideradas atividades que não agregam valor, e uma vez que minimizadas, também contribuem para redução do tempo de ciclo do processo. Além disso, observou-se que as respostas obtidas no questionário, preenchido pela coordenadora de obras, são incoerentes com o que foi observado em campo, visto a obtenção da alta pontuação no questionário que contradiz com o que foi descrito e analisado no item 4.3. Embora tenha um alto percentual de aplicação do princípio, observa-se potenciais melhorias relacionadas com aplicação de pacotes de trabalho, controle da produção, eliminação de estoques, capacitação da mão de obra, entre outras medidas.

5 CONCLUSÕES

Após desenvolvimento desse estudo, conclui-se que o objetivo principal de analisar a aplicabilidade e influência de dois princípios da filosofia *Lean Construction* nesse processo foi predominantemente alcançado. Ao analisar o processo construtivo de revestimentos cerâmicos, identificou-se que a obra estudada apresentou um baixo nível de aderência ao princípio do aumento da transparência e um alto nível de aderência ao princípio da redução do tempo de ciclo. Os resultados apresentados mostraram que, em relação ao aumento da transparência, os processos de revestimentos cerâmicos alcançaram um nível de aderência de 26,7%, e de acordo com a metodologia utilizada, esse princípio pode ser caracterizado com deficiência na obra em questão. No que tange ao princípio da redução do tempo de ciclo, o nível de aderência desses mesmos processos foi de 71,1%, e, portanto, pode ser considerado aplicado parcialmente na obra em estudo.

A começar pela etapa de recebimento de materiais e sua análise à luz do princípio do aumento da transparência, a obra não possui um procedimento de inspeção que garanta a qualidade dos mesmos ao serem recebidos, assim como não há documentos que evidenciem quais inspeções devem ser feitas para cada material. Observou-se também a inexistência do controle de estoque por parte do funcionário responsável por receber o material, atrasando o pedido de solicitação dos mesmos à gerência e impactando de forma negativa na obra visto que de acordo com Shingo (1996), tal fato caracteriza desperdício em espera e estoque. Além disso, a utilização de dispositivos visuais ou ferramentas aplicáveis à etapa de recebimento de materiais como *kanban*, *andon*, *poka-yokes*, painel *heijunka*, entre outros, se mostram como maneiras efetivas para o aumento da transparência nessa etapa, contudo, a obra em estudo não utilizava nenhuma dessas ferramentas.

Quanto a etapa de armazenamento de materiais, constatou-se que os locais de estoque de revestimentos cerâmicos não foram pensados de forma estratégica a fim de eliminar perdas com movimentações, visto que foram dispostos aleatoriamente no pavimento térreo. Observou-se também que a ausência de instruções de como esses materiais deveriam ser armazenados refletia na sua armazenagem de forma incorreta,

como ocorreu com as argamassas. Além disso, verificou-se que não havia identificação dos materiais com suas especificações e área que seria aplicado, apenas os que seriam para os apartamentos modificados tinham a identificação do local de aplicação. Lobo (2019) aponta a importância da identificação dos materiais estocados com etiquetas padronizadas contendo nome, informações com especificações técnicas e local que será utilizado para o aumento da transparência nessa etapa. Sendo assim, a obra apresentou baixa aderência no processo de armazenamento de materiais.

A etapa de transporte de materiais no canteiro também se apresentou com baixa aderência ao princípio do aumento da transparência. Constatou-se que embora haja um projeto de *Layout* de canteiro, o mesmo não foi planejado considerando fluxos referentes à materiais, equipamentos e circulação de pessoas, e verificou-se que tal fato era prejudicial à obra visto que várias atividades ocorriam de maneira simultânea, corroborando com fluxos intensos de transporte. O canteiro não possuía qualquer tipo de sinalização ou indicação de sentido e direção de fluxo, além de que era utilizada a comunicação falada para solicitação de materiais, sendo uma prática que evidencia a baixa transparência no processo, conforme Formoso *et al.* (2002) elucidam que para obter-se transparência é necessário depender pouco ou nada da linguagem falada para transmissão de informações. Observou-se também que não fica claro durante esse processo qual era a quantidade de materiais que deviam ser transportados e não havia um padrão de como eles deviam ser transportados.

No que tange à análise da etapa de execução, relatou-se que embora haja Procedimentos de Execução de Serviço e treinamento dos funcionários, eles possuem opiniões divergentes e abordagens dispersas sobre o processo produtivo de revestimentos cerâmicos, visto que não houve congruência entre as respostas deles quanto ao conhecimento do processo executivo, às atividades mais difíceis de serem realizadas e às atividades que mais geram gargalos ao processo. Apenas uma pequena parte dos colaboradores (oficiais plenos) demonstraram conhecimento do que estava descrito no Procedimento de Execução de Serviços. Tal fato evidencia uma falta de aplicação do princípio do aumento da transparência no processo, pois os funcionários não apresentavam um claro entendimento do seu trabalho e de sua

contribuição na produção como um todo. Portanto, o processo executivo de revestimentos cerâmicos também era pouco transparente.

Com relação à análise do processo construtivo à luz da redução do tempo de ciclo, observou-se que a etapa de recebimento não possui aderência a esse princípio, visto que a ausência de um controle de quais e quantos materiais precisam ser solicitados resulta em um tempo de espera na produção, aumentando o tempo de ciclo. Na etapa de armazenamento, não se pôde afirmar que o canteiro utiliza conceitos que contribuam para redução do tempo de ciclo, como o *Just-in-time* no gerenciamento de materiais e também não há outra forma de controle dos níveis de estoque que permitam fornecedores de programar as entregas a partir da demanda real do canteiro. Evidenciou-se que a distância do local de armazenamento dos materiais até o local de utilização é pequena, pois a obra não possui grandes distâncias. Apesar disso, os materiais eram transportados por elevadores e o tempo de movimentação mostrou-se elevado devido ao tempo de espera do elevador chegar ao pavimento térreo, visto que outros serviços estavam sendo executados de forma simultânea ao de revestimentos cerâmicos, os quais também demandavam desse equipamento para transporte.

No que concerne a execução de revestimentos cerâmicos, sob a perspectiva da redução do tempo de ciclo, as atividades que demandaram mais tempo da produção foram referentes à movimentação do material até o seu local de aplicação e o repouso da argamassa de assentamento. Observou-se através da cronoanálise feita que grande parte do tempo gasto no processo foram com atividades de processamento, as quais agregam valor ao produto, justificando o alto nível de aderência ao princípio da redução do tempo de ciclo. Contudo, a obra em questão também teve um tempo gasto com atividades de fluxo, principalmente com a movimentação de materiais, que são consideradas atividades que não agregam valor ao produto. Ademais, verificou-se que a obra não faz o uso de práticas como o acompanhamento de atividades que compõem o ciclo de produção de revestimentos cerâmicos, eliminação completa de estoques, entre outros, evidenciando-se potenciais melhorias. Em contrapartida, observou-se que a obra faz o uso de planejamento de curto prazo e de colaboradores multiqualificados, corroborando para

aderência do princípio da redução do tempo de ciclo. Quando foi questionado aos colaboradores sobre formas para reduzir esse tempo não souberem responder, pois atestaram que esse é o tempo ideal para executar o serviço com qualidade e seguindo as etapas propostas no Procedimento de Execução de Serviços.

Diante do exposto, como relatado ao longo dessa pesquisa e conforme elucidado por Kurek (2005), a aderência aos princípios do *Lean Construction* depende de características comportamentais e organizacionais das empresas e também de características operacionais da obra. O comprometimento dos cargos gerenciais e o treinamento de funcionários revelam-se como práticas essenciais à aplicação dos princípios da Construção Enxuta. Observa-se então, após conclusão desse estudo de caso, a importância de buscar a transparência nos processos construtivos, pois conseqüentemente, criam-se equipes engajadas e alinhadas com o objetivo da construtora e comprometidas em entregar o produto final com qualidade e no tempo necessário. Alinhado com o princípio da transparência, reduzir e identificar o tempo de ciclo de processos construtivos também é relevante, visto que otimizando o tempo da produção geram-se prazos mais precisos, menores custos e clientes mais satisfeitos. Conhecer esse tempo possibilita o controle e melhoria da produtividade geral, padronização dos processos através de treinamentos de instruções de trabalho, incluindo como receber e armazenar materiais, e uma maior facilidade para identificação de gargalos no processo produtivo.

Por fim, como o presente trabalho se limitou à aplicação da transparência e da redução do tempo de ciclo, têm-se como sugestão para trabalhos futuros a realização de estudos que venham analisar o impacto causado pela aplicação dos outros princípios na etapa de revestimento cerâmicos, incluindo propostas de melhorias baseadas nos princípios estudados. Além disso, ao finalizar o estudo percebe-se que existem poucos trabalhos referentes ao princípio da redução do tempo de ciclo na construção civil, portanto sugere-se estudos desse princípio em outros processos construtivos, com aprofundamento da ferramenta de Cronoanálise.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, F. T. *et al.* **Modelo de diagnóstico da maturidade da Construção Enxuta e estudo de casos em empresas da construção civil.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13754: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com a utilização de argamassa colante – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Norma de desempenho de edificações habitacionais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 13006: Placas cerâmicas – Definições, classificação, características e marcação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR12284: Áreas de vivência em canteiro de obras.** Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

AZEVEDO, M. J.; BARROS NETO, J. de P.; NUNES, F. R. de M. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da lean construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza, CE.** In. SIMPÓSIO DA ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., 2010, São Paulo. Anais... São Paulo, 2010.

BARBOSA *et al.* **Implementação de Construção Enxuta em um ano em um projeto**

de construção. In: 8º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e Sustentabilidade. Salvador, Bahia, 2013.

BARNES, M. R. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho.** São Paulo, 2013.

BARRETO, A. M.; HEINECK, L. F. M. **Learning, Structural Masonry Technology and Lean Construction a Case Study In a Small Building Site.** 20th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. San Diego, USA. 2012.

BARROS NETO, J. P. **The relationship between strategy and lean construction.** In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10, 2002, Porto Alegre. Anais... Gramado: Porto Alegre, 2002. p. 427-438. Artigo técnico.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

BERNARDES, M. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC, 2010. 190p.

BORGES, J. S.; SANTOS, J. V. A. **Aplicação do Lean Construction em um canteiro de obras com ênfase nos processos de transporte, armazenamento e execução de revestimentos cerâmicos.** Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Informações sobre a formação bruta de capital fixo no Brasil e na construção civil segundo dados oficiais do IBGE.** Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/investimento>>. Acessado em: 05 de junho de 2022.

CAMERA, E. **Lean Construction como estratégia para melhorias em canteiros de**

obras: Uma revisão sistemática da literatura nacional. Dissertação de mestrado, Bauru, 2015.

CAMPANTE, Edmilson Freitas; BAÍÁ, Luciana Leone Maciel. **Projeto e execução de revestimento cerâmico.** São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CARMAGO FILHO, C. A. B. **LCAT: Ferramenta de Avaliação da Implementação da Construção Enxuta.** Universidade Federal de Goiás - Escola de Engenharia Civil e Ambiental. Goiânia. 2017.

CARVALHO, B. S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** Dissertação de Mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL – CCB. **Manual de assentamento de revestimentos cerâmicos: fachadas.** Disponível em: <<http://www.ccb.org.br>> Acesso em: 06 de maio de 2022.

CHAGAS, A. T. R. **O questionário na pesquisa científica.** *Administração On Line*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-1, 2000.

CHAVES, Roberto. **Manual do Construtor.** Rio de Janeiro: Ediouro, 1989.

CHING, H. Y.; LIMA, P. C. **Proposta de um modelo de mensuração de desempenho: alinhando o sistema de manufatura enxuta aos objetivos estratégicos da empresa.** In: SIMPOI, 8., 2005, São Paulo. Anais ... São Paulo: 2005.

CONSUL, J. T. **Aplicação de Poka-Yoke em processos de caldeiraria.** *Production*, v. 25, n.3. 2015.

CONTE, A. S. I; GRANSBERG, D. **Lean Construction: from theory to practice, a**

managerial approach. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10, 2002, Gramado. Anais eletrônicos... Gramado, 2002. Disponível em: <www.leanconstruction.wordpress.com> Acesso em: 20 de junho de 2022.

CORIAT, B. **Pensar pelo avesso:** o modelo japonês de trabalho e organização. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

DACOL, S. **O potencial tecnológico da indústria da construção civil: uma proposta de modelo.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

FORMOSO, C. Lean Construction: **Princípios Básicos e Exemplos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil, 2002.

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. **Journal of Construction Research**, v. 3 (1), p. 35-54, 2002.

FREITAS E. C.; PRODANOV C. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** Novo Hamburgo Rio Grande do Sul. 2013.

GALSWORTH, G. D. **Visual Workplace Visual Thinking.** 2^a. ed. New York: CRC Press: Taylor & Francis Group, 2017.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – Mais do que simplesmente Just-In-Time.** Editora da Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 1996.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GODOY, A. S. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar/Abr 1995. ISSN 2178-938X.

GOLDSBY, T.; MARTICHENKO, R. **Lean Six Sigma Logistics**. 2ª. ed. Boca Raton, FL: J.Ross Publishing, 2005.

GONZALEZ, E. F. **Aplicando o 5S na construção Civil**. 2. ed. Florianópolis, UFSC, 2009.

GREIF, M. **The Visual Factory - Building Participation Through Shared Information**. 1ª.ed. Portland, Oregon: Productivity Press, 1991.

HEINECK, L. F. M.; MACHADO R. L. **A Geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo e obra**. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 2001.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C.T. **O Processo de aprendizagem na transparência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção**. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador, 2000.

HOFFMAN, G.; THAL, A.; WEBB, T.; WEIR, J. Estimating performance time for construction projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 23, p. 193-199, October 2007.

HOPP, W. J.; SPEARMAN, M. L. **Factory physics: foundations of manufacturing management**. 1 ed. Irwin, Nova York, USA, 1996.

HOWELL, G. **What is Lean Construction – 1999**. In: Annual Conference of the International Group for Lan Construction, 7, 26-28 jul, 1999. Berkley, CA. Proceedings... University of California, 1999.

ISATTO, E. *et al.* **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**, Porto Alegre, 2000.

KEMMER, S. L.; SARAIVA, M. A.; HEINECK, L. F. M.; PACHECO, A. V. L.; NOVAES, M. D. V.; MOURÃO, C. A. M. A.; MOREIRA, L. C. R. **The Use of Andon in High Rise Building**. 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Santiago, Chile. 2006. p. 575-582.

KOSKELA, L **An exploration towards a production theory and its application to construction**. In: Technical research centre of Finland. Finlad, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. *CIFE Technical Report n. 72*, Stanford University 1992.

KUREK, Juliana. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo – RS**. Passo Fundo, 2005.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene B Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIMA, A. R. S., SANTOS, D. G., LIMA, R. T. A. **Identificação de perdas no serviço de revestimento cerâmico em uma obra pública: estudo de caso**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

LIMA, Luciana C. **Materiais cerâmicos para revestimento: considerações sobre produção e especificação.** Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Paulo, São Carlos, 1998.

LIMMER, C.V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras – LTC 2010.**

LOBO, Nathália Melo de Cerqueira. **Implantação de práticas de gestão visual visando a melhoria contínua em obras.** 104 f. il. 2019. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction.** In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13., 2006, Bauru. Anais. São Carlos: UFSCAR, 2006. p. 1-10.

LUIZ, D. B.; VITO, M. **Implantação do programa 5S em um canteiro de obras – estudo de caso. 2011.** Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2011.

MACHADO, L. R.; HEINECK, L. F. **Estratégias de produção para a construção enxuta.**[s.d.]. Disponível em:
<<https://www.yumpu.com/pt/document/view/13017372/estrategias-deproducao-para-aconstrucao-enxuta-ucg>>. Acesso em: 12 de maio 2022.

MARTINS, J. O. V; GUIMARÃES, G. D. **Construção enxuta: o aumento da transparência na execução de alvenaria em blocos cerâmicos.** Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

MARTINS, J. R. M. **Lean Construction na Construção e Engenharia Portuguesas – Oportunidades e Desafios Para os Donos de Obra.** In: Universidade Nova de

Lisboa, 2011.

MELO, M. **Gerenciamento de projetos para a construção civil**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MOELLER, J. C. **Implantação das práticas Lean Construction no planejamento e controle de uma obra residencial – Estudo de caso**. Lajeado, 2020.

MONDEN, Y. **Toyota production system: an integrated approach to just-in-time**. 4ª. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

NR, Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego. **NR – 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. 2009.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997. 149 p.

PÁDUA, R. C. **Implementação de Práticas de Lean Construcion em um Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso**. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1993. Tese, Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana.

PINTO, J. M. F. **Lean Construction: proposta de metodologia de avaliação de projetos de construção**. Faculdade de engenharia da universidade do Porto, 2012. Tese de mestrado.

POZZOBON, C. E.; HEINECK. L. F. M.; FREITAS, M. do C. D. **Atualizando o levantamento de inovações tecnológicas simples em obra**. Encontro nacional de

tecnologia do ambiente construído, ENTAC 10, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: 2004.

REBELO, C. R. **Projeto e execução de revestimento cerâmico - interno.** Monografia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2010.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** Dissertação (Pós-graduação). Universidade Federal de Minas Gerais. Vitória, ES, 2008.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T. **Planejamento de Canteiro de Obra e Gestão de Processos (volume 3)** – Programa de Tecnologia de Habitação, 2006.

SCHONBERGER, R. J. **Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas Sobre a Simplicidade.** Tradução de Oliveira Chiquetto. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre.** In: Bookman Companhia Editora, 1996.

SILVA, A. T. S. P. **Maturidade do processo de planejamento e controle da produção baseada nos princípios da construção enxuta: caso de uma empresa construtora capixaba.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

SIQUEIRA, A. G.; NICO, Y. P. **Aplicabilidade da construção enxuta (Lean Construction) em loteamentos residenciais.** Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Operations Management.** 7ª. ed. Londres: Peason, 2013.

SOUZA, R. et al. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** São Paulo, EPUSP, 1997.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: manual de gestão da produtividade na construção civil.** São Paulo: Editora Pini, 2006.

TEZEL, A.; KOSKELA, L. J.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; ALVES, T.; NETO, B.; VIANA, D.; MOTA, B. Process transparency on construction sites: examples from construction companies in Brazil. **18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, Haifa, Israel, p. 296-302, July 2010.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P.; FORMOSO, C. T.; ALVES, T. Visual Management in Brazilian Construction Companies: Taxonomy and Guidelines for Implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, November 2015.

THEISSEN, S.A. **Conceitos de construção enxuta (Lean Construction) aplicados à gestão de execução de obras na fase de revestimento cerâmico interno – estudo de caso.** Universidade do Vale do Rio dos Sinis, São Leopoldo, 2018.

TOMMELEIN, I.D. Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge. In: ALLEN, Robert H. (Ed.). **Expert systems for civil engineers: knowledge representation.** New York: ASCE, 1992. p. 214-258.

TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O. **Diagnóstico e Aplicação da Lean Construction em Construtora.** Iniciação Científica CESUMAR, v. 15, n. 1, p. 23-31, 2013.

VALENTE, A. C. C.; AIRES, V. M. **Gestão de projetos e Lean Construction.** 1. Ed. Curitiba:Appris, 2017.

VALENTE, C. P. **Modelo para Concepção de Dispositivos Visuais na Gestão da Produção na Construção**. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2017.

Venturini, J.S. **Proposta de Ações Baseadas nos 11 princípios Lean Construction para Implantação em um canteiro de obras de Santa Maria**. Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Rio Grande do Sul, 2015.

VIEIRA, Helio Flávio. **Logística Aplicada à Construção Civil: Como Melhorar o Fluxo de Produção nas Obras**. São Paulo: PINI, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Tradução de Ana B Rodrigues e Priscilla M Celeste. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel**. 11ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

7 ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIOS

QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	
Colaborador entrevistado:	Coordenador(a) de obras.
Objetivo do questionário:	Identificar ferramentas que promovem a redução do tempo de ciclo e o aumento da transparência no processo construtivo de revestimentos cerâmicos.
Resultado:	Nível de aplicação dos princípios no que compete ao serviço de revestimentos cerâmicos e seu envolvimento com o canteiro de obras.
NOTA	DESCRIÇÃO
0	Não se aplica: a prática não existe no canteiro.
1	Aplicável com deficiência: a prática se aplica de forma deficiente no canteiro.
2	Parcialmente aplicável: a prática se aplica de forma adaptável no canteiro.
3	Totalmente aplicável: a prática se aplica completamente no canteiro.
PRINCÍPIO: AUMENTO DA TRANSPARÊNCIA	
QUESTIONAMENTO	NOTA
1) Existem grupos de soluções de problemas na obra?	
2) O canteiro de obras está livre de obstáculos, tais como divisórias?	
3) No canteiro são utilizados dispositivos visuais, como cartazes, sinalização e demarcação de áreas?	
4) São empregados programas de melhoria na organização e limpeza como o Programa 5S?	
5) Há instruções visuais para a realização das etapas de trabalho?	
6) Existe um planejamento visual na obra?	
7) É feito o uso de algum quadro de indicador de desempenho a fim de motivar os funcionários?	
8) Existe dispositivos visuais para promover a facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas?	
9) Existe uma avaliação de desempenho com relação a qualidade e produtividade da equipe? Se houver, é realizado o feedback aos funcionários de suas avaliações de desempenho?	
10) Existe um layout do canteiro definido considerando as diferentes etapas da obra, contemplando locais de armazenamento e de transporte?	
11) As perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais são quantificadas?	
12) As perdas dentro do processo executivo são quantificadas?	
13) Existe um padrão de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro de obras?	
14) Há identificação visual dos pontos de reposição de estoques?	
15) São empregadas ferramentas como Kanban para a solicitação de materiais e insumos?	
16) Existe um controle do espaço físico, através de gestão visual, considerando o tempo de entrega dos materiais?	
17) Existe indicadores para avaliar o cumprimento do cronograma de obra?	
18) É utilizado o BIM em projetos para compatibilização entre projetos?	
19) Os projetistas recebem feedback dos problemas encontrados após execução do empreendimento?	
20) O quanto a política de condutas e valores da empresa é disseminada entre os funcionários? Existe algum dispositivo visual que mostre isso para todos?	

PRINCÍPIO: REDUÇÃO DO TEMPO DE CICLO	
QUESTIONAMENTO	NOTA
1) Existe projeto de layout do canteiro de obras?	
2) Existem equipamentos para movimentação horizontal de materiais?	
3) Existem equipamentos para movimentação vertical de materiais?	
4) Os revestimentos cerâmicos que são recebidos na obra são descarregados diretamente no local de armazenamento?	
5) Os locais de armazenamento de revestimentos cerâmicos estão localizados próximos ao acesso dos veículos de descarga?	
6) As argamassas de assentamento para os revestimentos que são recebidas na obra são descarregadas diretamente no local de armazenamento?	
7) Os locais de armazenamento de argamassa de assentamento estão localizados próximos ao acesso dos veículos de descarga?	
8) Existe uma divisão dos ciclos de produção (como pacotes de trabalho, conclusão de uma metragem especificada, conclusão por pavimento) na execução de revestimentos cerâmicos?	
9) Conseguem eliminar interdependências e utilizar os conceitos de linha de balanço?	
10) Elimina-se ao máximo o efeito da movimentação e espera por parte dos funcionários?	
11) Faz uso de mão de obra reduzida, trabalhando com equipes pequenas?	
12) Os funcionários possuem metas periódicas?	
13) O tempo de ciclo da atividade de revestimentos cerâmicos é conhecido?	
14) Existe um controle sobre a produtividade dos funcionários?	
15) Existe um controle sobre o tempo da solicitação dos materiais a serem utilizados para execução de revestimentos cerâmicos e o tempo de chegada desses materiais?	

ANEXO C – ROTEIRO PARA OBSERVAÇÃO DIRETA

ROTEIRO PARA COLETA DE DADOS: OBSERVAÇÃO DIRETA	
Objetivo: o presente roteiro é um guia indicando os pontos que devem ser observados durante a coleta de dados quanto às realizações das visitas ao canteiro para observação direta.	
1	Observar se há layout do canteiro de obras e se o mesmo é disposto em local visível a todos os colaboradores. E também, verificar se esse projeto retrata o estado real do canteiro.
2	Observar se há padronização do local de estoque de determinado material através de demarcação e sinalização e se os materiais são estocados somente nos locais especificados.
3	Verificar se os locais de estoques são escolhidos de maneira estratégica à operação. Se houver, identificar qual estratégica é utilizada.
4	Verificar se há sinalização no local de armazenamento do que está sendo estocado e como é a sinalização (placas com fotos, especificação do material, etc).
5	Verificar se foi desenvolvido algum estudo de quais rotas são ideais para transporte dos materiais (rotas de fluxos) e se elas são identificadas visualmente.
6	Verificar existência de um sistema para sinalizar a necessidade de reabastecimento de materiais, a movimentação de peças/subconjuntos produzidos dentro do canteiro ou a chegada de materiais no canteiro de obras.
7	Verificar se na falha processual, a informação (o problema e sua solução) é divulgada para todos envolvidos.
8	Verificar se o canteiro possui estoque em excesso de materiais e quantos.
9	Observar se existe indicadores de desempenho e se os mesmos são divulgados de forma a fomentar o melhoramento contínuo.
10	Verificar se há instruções visuais para a realização das etapas de trabalho.
11	Verificar se os revestimentos cerâmicos e argamassas de assentamento armazenados possuem identificação indicando nome, dimensões, tipo, local de instalação etc;
12	Observar a existência de sistema tipo <i>poka-yoke</i> .
13	Verificar existência de protótipos (maquetes) para esclarecimento de alguma etapa complexa na execução.
14	Verificar se a situação do serviço nas frentes de trabalho, a respeito do estado de produção (fluindo normalmente, em espera ou em impossibilidade de trabalhar), é demonstrada de forma transparente e visual.
15	Verificar existência de um sistema para comunicar a troca de máquinas ou equipamentos.
16	Observar se existe reuniões entre os funcionários da obra, a qual o colaborador pode expor suas ideias de melhoria no processo ou eventuais problemas que estejam acontecendo.
17	Verificar a existência de identificação visual dos meios de transporte utilizados para cada material ou processo (carrinhos de mão, jericas, elevador cremalheira, guincho de coluna, etc).
18	Verificar se os locais de armazenamento de revestimentos cerâmicos e de argamassas de assentamento estão localizados próximos ao acesso de veículos de descarga.
19	Verificar se os revestimentos cerâmicos e argamassas de assentamento recebidos na obra são descarregados no local de armazenamento.
20	Verificar se existe um local fixo destinado ao armazenamento de revestimentos cerâmicos e de argamassas de assentamento e se sim, onde é esse local.
21	Verificar se o equipamento de transporte vertical é fixo durante toda a obra e se o local de armazenamento de revestimentos cerâmicos e argamassas de assentamento é próximo a esse equipamento.
22	Observar a existência de um funcionário dedicado ao recebimento dos materiais de revestimentos cerâmicos que chegam no canteiro de obras.
23	Observar a existência de um funcionário dedicado ao controle dos materiais que saem do local de armazenamento para o local de aplicação.
24	Verificar se as frentes de serviço possuem reabastecimento de materiais sempre quando necessário.
25	Observar se há ocasiões em que os colaboradores perderam tempo procurando ou esperando por materiais, equipamentos ou informações.

ANEXO E – PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS

	PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO	PES 30	
	REVESTIMENTO DE CERÂMICA EM PISO E PAREDE	Rev.: 00	Pag. 1 / 3
		Aprovado por:	

1 - OBJETIVO:

Estabelecer as diretrizes para execução de revestimento cerâmico em pisos. Este procedimento é regulamentado pela ABNT NBR 13753:1996 – *Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento*; ABNT NBR 13754:1996 – *Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento*.

2 - PRÉ-REQUISITOS:

- Dispor da especificação técnica do fabricante das cerâmicas e do projeto de paginação;
- Local deve estar limpo e quaisquer equipamentos e materiais que não participem dos serviços devem ser retirados do local para que não atrapalhem a execução;
- Contrapiso deve estar executado e limpo;
- Os agregados utilizados devem estar conforme a NBR 7211.

3 - DESCRIÇÃO E MÉTODO DE EXECUÇÃO:

3.1 – PREPARAÇÃO DA ARGAMASSA:

- Primeiramente deverá ser definido o tipo de argamassa a ser utilizado na execução dos serviços (ACI, ACII, ACIII, etc).
- Todas as argamassas têm um tempo ideal de utilização (tempo aberto). Depois disso, elas perdem sua capacidade de colagem e até mesmo sua resistência mecânica.
- Misturar a argamassa utilizando uma misturadeira elétrica em um recipiente de plástico ou pvc (balde ou caixa) devidamente limpo, obedecendo sempre a quantidade de água indicada pelo fabricante com a utilização de um balde graduado.
- Deixar a argamassa repousar durante 10 minutos;
- Durante o uso, mexer ocasionalmente para manter a mistura trabalhável, mas sem adição de água;
- A argamassa colante é utilizada, no máximo, até 2h30min após a mistura;
- Argamassas com tempo vencido não devem ser reutilizadas.

3.2 – ASSENTAMENTO DE CERÂMICA DE PISO E PAREDE:

- Verificar se as características da cerâmica estão rigorosamente de acordo com a descrição do memorial descritivo;
- Preparar a argamassa para assentamento da cerâmica em quantidade suficiente para ser utilizada em, no máximo, 02 horas;
- Verificar se as paredes estão no esquadro para que, caso não estejam, proceder os ajustes adequados, sempre evitando arremates muito pequenos;
- Antes de assentar, verificar se a peça está no esquadro e, caso não esteja, descartá-la;
- A argamassa será estendida com o lado liso da desempenadeira de aço, numa camada de 3 a 4 mm sobre o emboço;
- Com o lado denteado da desempenadeira deve-se formar ranhuras de argamassa que possibilitarão o nivelamento das peças;
- Com essas ranhuras ainda frescas deve-se efetuar o assentamento da cerâmica, peça por peça;
- Esticar e fixar uma linha de nylon para marcar o alinhamento das cerâmicas; no caso de assentamento em paredes, transfere-se o nível da fiada mestra marcado para o outro extremo da parede utilizando nível laser, mangueira de nível ou nível alemão;
- Colocar a cerâmica sobre a argamassa observando os alinhamentos transversal e longitudinal;
- No decorrer do assentamento ir posicionando os espaçadores a fim de garantir o mesmo espaçamento entre as peças;
- A espessura das juntas será a recomendada pelo fabricante da cerâmica, salvo especificação de projeto;
- Bater a cerâmica com martelo de borracha ajustando a largura da junta, os alinhamentos transversal e longitudinal, a planicidade e para que a argamassa cubra toda superfície interna da peça;
- Durante o assentamento verificar a planicidade do conjunto utilizando uma régua de alumínio. A folga máxima entre o azulejo e a régua deve ser de 3 mm;

ANEXO E – PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇOS

PROCEDIMENTO DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO		PES 30	
	REVESTIMENTO DE CERÂMICA EM PISO E PAREDE	Rev.: 00	Pag. 2 / 3
		Aprovado por:	

- Em caso de cerâmicas de canto ou arremates deve-se marcar a linha de corte com o lápis de carpinteiro e proceder o seccionamento dela fazendo a esmerilhamento da linha de corte, de forma a se obter peças corretamente recortadas, com arestas vivas e perfeitas;
- Após a colocação das peças retirar os excessos de argamassa das juntas no dia do assentamento;
- Retirar os restos de argamassa do local;
- Não se deve pisar sobre a cerâmica até 72 horas após o assentamento.

NOTA 1: Os procedimentos para placas com área superficial menor que 400cm², igual ou maior que 400cm² e menor que 900cm² são:

- Espalhar e pentear a argamassa colante com desempenadeira sobre o contrapiso;
- Aplicar cada placa cerâmica sobre os cordões de argamassa colante ligeiramente fora de posição e em seguida pressioná-la, arrastando-a perpendicularmente aos cordões, até a sua posição final.
- Atingida a posição final, aplicar vibrações manuais de grande frequência, transmitidas pelas pontas dos dedos, procurando obter a maior acomodação possível, que pode ser constatada quando a argamassa colante fluir nas bordas da placa cerâmica.

NOTA 2: Os procedimentos para placas cerâmicas com área igual ou maior que 900cm² são:

- Espalhar e pentear a argamassa colante no contrapiso e no tardo das placas cerâmicas,
- Aplicar cada placa cerâmica ligeiramente fora de posição, de modo a cruzar os cordões do tardo e do contrapiso e em seguida pressioná-la, arrastando-a até a sua posição final;
- Atingida a posição final, aplicar vibrações manuais de grande frequência, transmitidas pelas pontas dos dedos, procurando obter a maior acomodação possível, que pode ser constatada quando a argamassa colante fluir nas bordas da placa cerâmica.

Área S da superfície das placas cerâmicas cm ²	Formato dos dentes da desempenadeira mm
S < 400	Quadrados 6 x 6 x 6
400 ≤ S < 900	Quadrados 8 x 8 x 8
S ≥ 900	Quadrados 8 x 8 x 8
	Semicirculares - raio = 10 mm - espaçamento = 3 mm

Tabela 1 – Área das placas e desempenadeiras. Fonte: ABNT NBR 13753:1996 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento.

NOTA 3: É vedado andar sobre o revestimento logo após assentado. Eventual empeno côncavo pode provocar efeito gangorra ao pisar, soltando a placa cerâmica. A resistência admissível de aderência da argamassa colante se dá aproximadamente aos 14 dias de idade.

ANEXO F – FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇOS

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO		PES 7.5.1-58	FOR 1.1 - 01	Rev. 00 Data Revisão: 14/07/2022
OBRA/TORRE:	LOCAL: APTO 602	SERVIÇO/ATIVIDADE: FVS 7.5.1-58 - REVESTIMENTO INTERNO/EXTERNO DE CERÂMICA EM PISO E PAREDE PROJETOS ANALISADOS: (PRANCHAS E REVISÃO):		EMPRESA RESPONSÁVEL EXECUÇÃO:
ETAPA CONSTRUTIVA: REVESTIMENTO INTERNO/EXTERNO EM PISO E PAREDES		INÍCIO: 03/06/2022		TÉRMINO: 20/06/2022
Nº	Descrição dos critérios de avaliação	Tolerância	Inspecção	Observações
Parede		INÍCIO: 03/06/2022		TÉRMINO: 09/06/2022
1	Integridade e homogeneidade das peças cerâmicas (lascas, riscos, trincas, manchas, aceitar se as tonalidades das peças não estiverem variando)	-	NC	BANHEIRO SUÍTE
2	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Cerâmica	<= 3mm	C	
3	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Porcelanato retificado	<= 1mm	C	
4	Nivelamento (substituir as peças com defeito de nivelamento no assentamento ou trechos onde houver saliências ou reentrâncias)	-	C	
5	Alinhamento das juntas (devem estar perfeitamente alinhadas)	-	NC	SUÍTE CANADENSE
6	Acabamento da interface rodapé/parede	-	C	
7	Paginação conforme projeto	-	NC	
8	Espaçamento, alinhamento e limpeza das juntas (O espaçamento das juntas deverá ser uniforme. As juntas deverão estar alinhadas e limpas.)	Avaliar in-loco	C	
9	Aderência (ausência de som oco - após 48 horas do assentamento, bater na superfície com bastão de madeira)	-	C	
10	Limpeza (ausência de resto de argamassa nos pisos, equipamento limpos em todo final de expediente)	-	C	
Piso		INÍCIO: 13/06/2022		TÉRMINO: 20/06/2022
11	Integridade e homogeneidade das peças cerâmicas (lascas, riscos, trincas, manchas)	-	C	
12	Verificação da argamassa de assentamento (especificações do material. Atentar-se especialmente para unidades modificadas)	-	C	
13	Teste de remoção de peças	-	NA	
14	Porta-grelha instalado no nível e esquadro, se aplicável	-	NC	
15	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Cerâmica	<= 3mm	C	
16	Planicidade (com uma régua de alumínio testar a planicidade em todos sentidos) - Porcelanato retificado	<= 1mm	C	
17	Nivelamento (substituir as peças com defeito de nivelamento no assentamento ou trechos onde houver saliências ou reentrâncias)	-	C	
18	Calamento para os ralos (teste com água. O desnível deverá estar para o ralo. Ao jogar água não pode formar poças. O acabamento próximo ao ralo deverá ficar bem ajustado)	-	NC	ÁREA DE SERVIÇO SEM CALAMENTO.
19	Acabamento da interface rodapé/parede	-	C	
20	Paginação conforme projeto	-	C	
21	Espaçamento, alinhamento e limpeza das juntas (O espaçamento das juntas deverá ser uniforme. As juntas deverão estar alinhadas e limpas.)	Avaliar in-loco	C	
22	Proteção dos ralos	-	C	
23	Aderência (ausência de som oco - após 48 horas do assentamento, bater na superfície com bastão de madeira)	-	C	
24	Limpeza (ausência de resto de argamassa nos pisos, equipamento limpos em todo final de expediente)	-	C	
LEGENDA				CONFORME C
				NÃO-CONFORME NC
				NÃO-APLICÁVEL NA
				NÃO-INSPECIONADO Em branco
NO CASO DE UMA NÃO CONFORMIDADE DESCRÊVA-NO NO CONTROLE DE NÃO-CONFORMIDADES				
Inspecionado por:	Colaborador Responsável Execução:	Coordenador(a) Obra:	Data:	