

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

RAFAEL DUTRA

**LEAN CONSTRUCTION EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS: Um
estudo prático de 5S e Last Planner System.**

FLORIANÓPOLIS, 2025.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

RAFAEL DUTRA

**LEAN CONSTRUCTION EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS: Um
estudo prático de 5S e Last Planner System.**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:
Profº. Dr. Samuel João da Silveira

FLORIANÓPOLIS, 2025.

LEAN CONSTRUCTION EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS: Um estudo prático de 5S e Last Planner System.

RAFAEL DUTRA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 29 de julho de 2025.

Banca Examinadora:

PROF.º. SAMUEL JOÃO DA SILVEIRA, DR.
Instituto Federal de Santa Catarina

PROF.º. João Alberto da Costa Ganzo Fernandez, DR.
Instituto Federal de Santa Catarina

PROF.º. Juliana Guarda de Albuquerque, Me.
Instituto Federal de Santa Catarina

Dutra, Rafael

LEAN CONSTRUCTION EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS: Um estudo prático de 5S e Last Planner System. / Rafael Dutra ; orientador, Samuel João da Silveira, 2025.

73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Santa Catarina, Campus Florianópolis, Graduação em Engenharia civil, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Engenharia civil. 2. Lean Construction. 3. Construção enxuta. 4. Indústria da Construção Civil. I. Silveira, Samuel João da. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia civil. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder saúde, força e sabedoria ao longo desta caminhada.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional e incentivo constante, especialmente nos momentos de dificuldade. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

À minha chefe e amiga, por acreditar no meu potencial e por me proporcionar oportunidades valiosas para o meu crescimento profissional. Sua parceria e confiança foram fundamentais e interessantes para o meu desenvolvimento.

Sou grato a todos os mestres e professores do curso de Engenharia Civil pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo desta jornada. Em especial, agradeço ao Professor Doutor Samuel João da Silveira, por aceitar me orientar, por sua dedicação e por não desistir da orientação, contribuindo significativamente para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, deixo aqui o meu mais sincero agradecimento.

RESUMO

Devido aos índices de perdas de tempo, insumos e baixa produtividade no setor da construção civil, surgiu o interesse de adaptar os conceitos da construção enxuta neste setor. O objetivo principal deste trabalho consiste em verificar o impacto da aplicação das ferramentas 5S e Last Planner System (LPS) da construção enxuta em um estudo de caso (processo de assentamento de pisos cerâmicos) na redução das perdas. O levantamento de dados ocorreu em uma obra unifamiliar, iniciando desde a reformulação da paginação original até a fase de assentamento dos pisos cerâmicos. Inicialmente é apresentada uma revisão bibliográfica, onde são apresentados os conceitos necessários para o desenvolvimento do trabalho e, após, a partir destes conceitos, é feito o levantamento de dados. A pesquisa realizada demonstrou a variação da quantidade de pisos cerâmicos necessária para os dois cenários de paginação - a proposta pelo projeto original e a repaginação sugerida. De um modo geral, considerando todos os ambientes em que houve a repaginação do revestimento cerâmico, obteve-se uma redução na ordem de 27,92% (vinte e sete vírgula noventa e dois por cento) do quantitativo de pisos cerâmicos necessários para cobrir a área e a redução no importe de 27,72% das perdas por cortes e quebra, o que se traduz em índices muito bons. Após os resultados, fica a sugestão de que, para melhorar e otimizar os resultados obtidos, essencial um projeto de paginação para o assentamento de pisos cerâmicos mais racional e previamente estudada, com o propósito de evitar cortes excessivos e retrabalhos durante a execução, além de facilitar a logística de compra e armazenamento de materiais.

Palavras-chave: Construção enxuta. Ferramentas 5S e Last Planner System (LPS). Redução perdas.

ABSTRACT

Due to the high rates of time and input waste, and low productivity in the construction industry, interest arose in adapting lean construction concepts to this sector. The main objective of this study is to verify the impact of applying the 5S and Last Planner System (LPS) tools of lean construction in a case study (ceramic tile installation process) on reducing losses. Data collection was conducted on a single-family project, beginning with the reformulation of the original layout and continuing through the ceramic tile installation phase. Initially, a literature review is presented, presenting the concepts necessary for the development of the project. Based on these concepts, data collection is then conducted. The research demonstrated the variation in the quantity of ceramic tile required for the two layout scenarios—the one proposed by the original project and the suggested redesign. Overall, considering all the environments where the ceramic tile was refinished, there was a 27.92% (twenty-seven point ninety-two percent) reduction in the amount of ceramic tile required to cover the area and a 27.72% (twenty-seven point seventy-two percent) reduction in losses due to cuts and breakage, which translates into very good performance. Based on the results, we suggest that, to improve and optimize the results obtained, a more rational and previously studied ceramic tile installation design is essential, aiming to avoid excessive cutting and rework during installation, in addition to streamlining the logistics of purchasing and storing materials.

Keywords: Lean construction. 5S tools and Last Planner System (LPS). Loss reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa do Processo Metodológico.....	31
Figura 02– Pav. Térreo	34
Figura 03 – Pav. Superior.....	34
Figura 04 – Paginação área social.....	37
Figura 05 – Paginação, área de serviço e garagem.....	38
Figura 06 – Paginação Sacada/Churrasqueira.....	38
Figura 07 – Revestimento Vinílico.....	39
Figura 08 – Paginação Sacada.....	39
Figura 09 – Paginação BWC Social.....	40
Figura 10 – Paginação BWC Social - Paredes.....	41
Figura 11 – Paginação BWC Suite.....	42
Figura 12 – Paginação BWC Suíte - Paredes.....	42
Figura 13 – Paginação BWC Suíte - Paredes.....	43
Figura 14 – Revestimento Munari.....	44
Figura 15 – Rejunte Ligamax Gold.....	44
Figura 16 – Revestimento Metrópole Portland.....	45
Figura 17 – Revestimento vinílico Eliane Floor Sound Moka.....	46
Figura 18 – Revestimento biancogres carvalho castano.....	47
Figuras 19 e 20 – Concepção de paginação.....	49
Figura 21 – Ambiente limpo e organizado.....	50
Figura 22 - Projetos.....	50
Figura 23 – Paginação BWC Social - Piso.....	52
Figura 24 – Paginação BWC Social - Paredes.....	53
Figura 25 – Paginação BWC Social - Paredes.....	54
Figura 26 – Paginação BWC Suíte - Paredes.....	55
Figura 27 – Paginação BWC Suíte - Paredes.....	56
Figura 28 – Paginação BWC Suíte - Paredes.....	56
Figura 29 – Paginação garagem e Lavanderia.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Fichas de verificação - antes do início das atividades.....	59
Tabela 02 - Fichas de verificação - durante as atividades.....	60
Tabela 03 - Quantitativo.....	61
Tabela 04 - Quantitativo - Proposta original x paginação remodelada.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S - os 5 sentidos

BIM - Building Information Modding

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

cm - centímetro

ERP - Planejamento de Recursos Empresariais

IGLC - International Group for Lean Construction

JIT - Just-in-time

LPS - Last Planner System

m - metro

m² - metro quadrado

MS Project - Microsoft System Project

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

PIB - Produto Interno Bruto

PPC - Percent Plan Complete

VSM - Mapeamento do Fluxo de Valor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.2 Justificativa.....	15
1.3 Problema de pesquisa.....	16
1.4 Objetivo geral.....	16
1.5 Objetivos específicos.....	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 Características do Setor Construção Civil com enfoque no Lean Construction. 18	
2.2 Produção enxuta.....	19
2.3 Construção enxuta.....	20
2.4 Planejamento na construção civil.....	21
2.5 Produtividade na construção civil.....	21
2.6 Perdas na Construção Civil.....	22
2.7 Perdas associadas à execução de revestimentos cerâmicos.....	23
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	29
3.1 Tipo de Pesquisa.....	30
3.2 Escolha do estudo de caso.....	31
3.3 Edificação.....	31
3.3.1 Contrapiso e impermeabilização.....	33
4. DADOS E RESULTADOS.....	34
4.2 Projeto proposto originalmente.....	34
4.3 Descrição dos Revestimentos Utilizados.....	41
4.4 Inconsistências no projeto original.....	46
4.5 Aplicação das ferramentas.....	47
4.7 Execução.....	56
4.7.1 Controle de execução.....	56
4.8 Levantamento de dados para o estudo.....	57

4.9 Comparação entre as propostas.....	58
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
6 BIBLIOGRAFIA.....	64

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problematização

Mesmo na atualidade, o setor da Construção Civil desenvolve suas atividades baseada no modelo tradicional de produção, o qual corresponde a uma série de atividades de conversão. É sabido que esta forma de produção tornou-se obsoleta e acaba por negligenciar alguns aspectos como produtividade e qualidade na construção (KOSKELA, 1992; BERNARDES, 2010).

A partir deste cenário, surgiu em meados dos anos 50 um novo conceito de sistema de produção de automóveis, conhecido por Toyotismo, cuja ideia central é a redução de estoques, menores quantidades de mão de obra e materiais. Como consequência desta maneira de produzir surge o que se conhece por nova filosofia de produção, ou também Lean Production(KOSKELA, 1992).

Com efeito, a filosofia denominada lean construction (LC), surgiu da adaptação do conceito lean para a construção civil, após a publicação do “relatório técnico nº. 72 - Application of the New Production Philosophy to Construction”, de (Lauri Koskela, 1992).

Diferentemente das abordagens convencionais, que dão prioridade às atividades isoladas, a Lean Construction foca no fluxo contínuo das atividades, promovendo uma sinergia entre etapas e equipes para potencializar a produtividade e reduzir as perdas. Com destaque entre seus conceitos o princípio do *just in time*, o sistema *Pull*, o Kaizen (melhoria contínua), o VSM (mapeamento do fluxo de valor) e ferramentas como o Last Planner System (LPS) e o 5S, que facilitam a organização e priorização de tarefas (KOSKELA, 2020).

A construção enxuta começou a se consolidar na década de 1990, quando acadêmicos e profissionais da construção passaram a investigar a aplicabilidade dos métodos Lean no setor. Entre os pioneiros estão Lauri Koskela, que, em 1992, publicou o artigo "Application of the New Production Philosophy to Construction", e o International Group for Lean Construction (IGLC), fundado em 1993. Koskela e o IGLC focaram no estudo e desenvolvimento de práticas Lean adaptadas ao setor de construção, que possui particularidades em relação ao setor industrial, como a complexidade dos projetos, a imprevisibilidade de condições e a necessidade de interações entre diversas equipes (HASAN; SHRESTHA; KUMAR, 2024).

Com o passar do tempo, a Lean Construction foi evoluindo, sendo parte desta evolução a incorporação de práticas e metodologias específicas para resolver problemas típicos da construção civil, como a variabilidade de tarefas e o controle de qualidade em tempo real. Hoje, a Lean Construction é reconhecida mundialmente, sendo aplicada em diferentes países e em empreendimentos variados, desde edifícios de grande porte até obras de infraestrutura, com resultados significativos em qualidade, custo e eficiência (KOSKELA, 2020).

A aplicação efetiva dos princípios da Lean Construction na prática do canteiro de obras requer o uso de ferramentas gerenciais que convertam os conceitos em ações concretas. O Last Planner System é uma ferramenta aplicada a projetos potencialmente dinâmicos, incertos, complexos e rápidos, como no caso do setor da construção civil (BALLARD e HOWELL, 2003). Para os autores, essa nova teoria esclarece o termo “controle” e sua relação com o planejamento como definição de objetivos (programações e orçamentos), permitindo o cumprimento de entregas e dos objetivos planejados.

Outra ferramenta a ser considerada é o 5S, a qual é baseada em 5 palavras japonesas que são definidas como etapas para alcançar uma cultura de ambiente de trabalho limpo e organizado. Segundo (SUKDEO, RAMDAS e PETJA, 2020) é preciso que todas as ferramentas e objetos não fundamentais à realização do trabalho sejam removidos e que o ambiente seja sempre mantido limpo. Dessa forma, provavelmente as possibilidades de desperdício e aparecimento de defeitos em produtos sejam eliminadas uma vez que a técnica seja corretamente implementada.

Este Trabalho de Conclusão de Curso propõe um estudo de caso em uma obra residencial unifamiliar, situada no município de Biguaçu, Santa Catarina, no bairro Deltaville, planejado pela urbanizadora Ábaco. O foco do estudo será a repaginação do projeto de revestimentos cerâmicos, conforme proposta da arquiteta responsável, em uma etapa ainda não executada da obra, o que viabilizou a aplicação antecipada das ferramentas Lean, Last Planner System (LPS) e 5S desde o planejamento da atividade. Trata-se, portanto, de uma intervenção com caráter preventivo e estratégico, que visa demonstrar como a construção enxuta pode ser incorporada em obras de pequeno porte com o objetivo de racionalizar recursos, minimizar perdas e gerar valor ao cliente.

Ao integrar os princípios da construção enxuta com as ferramentas Last Planner System e 5S, este trabalho buscou evidenciar os benefícios da gestão enxuta aplicada à realidade de um canteiro de obras residencial, identificando ganhos em produtividade, organização, previsibilidade e desempenho geral da atividade, contribuindo com o avanço da literatura e da prática sobre construção enxuta no contexto da habitação unifamiliar.

1.2 Justificativa

No processo de gestão de insumos na indústria da construção civil, muitos desafios comuns interferem diretamente na eficiência e no controle de materiais, gerando efeitos no sucesso dos projetos. Um destes fatores é a ausência de planejamento e previsão adequada, o que enseja o surgimento de erros nas estimativas sobre a quantidade e tipo de insumos necessários. Quando não há previsões precisas, o resultado inevitável é o excesso ou insuficiência de materiais, o que afeta o andamento das obras, além de gerar perdas e custos operacionais elevados (HASAN et al, 2024).

Acrescenta-se a este quadro um problema recorrente de perdas de materiais no canteiro de obras ou pelo manuseio inadequado, erros de execução ou excesso de compra de materiais. Esse quadro gera custos desnecessários e afeta a sustentabilidade do projeto. A falta de padronização nos processos de aquisição e controle de materiais é outro obstáculo. Muitas empresas ainda utilizam métodos pouco estruturados ou manuais para realizar o controle de estoque, o que aumenta o risco de erros humanos, falta de visibilidade sobre os níveis de estoque e problemas de rastreabilidade (SINGH et al., 2023).

A construção civil no Brasil enfrenta uma série de desafios que demandam a adoção de mudanças significativas nos processos e na gestão. A implementação de abordagens mais eficientes, como o Lean Construction, implica não só superar esses desafios, mas também contribuir para incrementar a competitividade e sustentabilidade do setor a longo prazo, como argumentado por Silva & Mello (2021).

O presente trabalho tem enfoque em uma obra de pequeno porte (unidade unifamiliar), por meio do qual será avaliada a viabilidade, a adaptação e os

benefícios da gestão enxuta em obras de menor escala, contribuindo para sua disseminação no segmento habitacional.

Dessa forma, o presente trabalho justifica-se pela oportunidade de aplicar os conceitos da construção enxuta em uma obra real de habitação unifamiliar, mais especificamente a adoção das ferramentas Last Planner System e 5S, por meio de uma intervenção pontual, mas estratégica: a paginação dos revestimentos cerâmicos. Por tratar-se de uma etapa ainda não executada, a proposta permitiu a aplicação preventiva das ferramentas lean desde o planejamento até a execução, evitando erros recorrentes e promovendo uma gestão mais eficiente da produção.

Além disso, a escolha por trabalhar com as ferramentas Last Planner System e 5S permite explorar diferentes dimensões da gestão da obra: o controle visual do fluxo produtivo, a confiabilidade do planejamento colaborativo e a organização física do ambiente de trabalho. Ao unir teoria e prática, os resultados obtidos neste estudo demonstraram o potencial da filosofia construção enxuta na promoção de melhorias tangíveis em produtividade, organização e qualidade, mesmo em obras de menor complexidade, contribuindo para a consolidação de uma cultura construtiva mais enxuta e eficaz.

1.3 Problema de pesquisa

Diante dos desafios persistentes de perda, retrabalho e baixa produtividade nas obras residenciais de pequeno porte, mesmo em projetos novos e planejados, surge a seguinte questão:

Como as ferramentas 5S e Last Planner System da Lean Construction podem ser aplicadas de forma eficaz na execução da paginação de revestimentos cerâmicos em uma obra unifamiliar, resultando na redução de perdas relacionadas a revestimento cerâmico internos?

1.4 Objetivo geral

Promover melhorias na produtividade, organização do canteiro e redução de perdas na paginação dos revestimentos cerâmicos em uma obra residencial unifamiliar com o emprego das ferramentas 5S e do Last Planner System do Lean Construction.

1.5 Objetivos específicos

- a) Planejar a etapa de revestimento cerâmico com base no projeto arquitetônico, formulando uma repaginação do revestimento cerâmico;
- b) Implementar as ferramentas Last Planner System e 5S no controle e acompanhamento da execução;
- c) Analisar os resultados obtidos com a aplicação das ferramentas Last Planner System e 5S da Lean Construction, contabilizando as perdas geradas e quantidade de revestimento cerâmico necessário, confrontando os resultados nos dois cenários - paginação cerâmica original e a repaginação;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo consta uma explanação acerca das características do setor da construção civil, do sistema Lean Construction, bem como sua respectiva implementação e como pode ser mensurada sua intervenção em uma obra da construção civil.

2.1 Características do Setor Construção Civil com enfoque no Lean Construction

A construção civil é reconhecida por sua complexidade, alta variabilidade dos processos, baixa padronização e intensa utilização de mão de obra. Essas características tornam o setor particularmente sensível a ineficiências e desperdícios. Nesse contexto, os princípios do Lean Construction surgem como uma abordagem promissora para transformar o modo como as obras são planejadas, executadas e geridas (PEREIRA et al., 2024).

Segundo Oliveira e Souza (2024), a construção civil brasileira ainda apresenta baixa produtividade em comparação com outros setores industriais, consequência de práticas tradicionais, fragmentação da cadeia produtiva e falhas no planejamento. O *Lean Construction*, inspirado no Sistema Toyota de Produção, busca eliminar desperdícios (*mudar*), melhorar o fluxo de produção e gerar valor contínuo ao cliente, princípios essenciais para transformar a produtividade do setor.

De acordo com Esteves (2024), um dos maiores desafios enfrentados pelas construtoras é a previsibilidade e o controle da produção. O uso de ferramentas Lean, como o planejamento colaborativo (Last Planner System), o mapeamento de fluxo de valor (VSM) e a gestão visual, tem contribuído significativamente para melhorar a confiabilidade dos cronogramas e reduzir a variabilidade nos canteiros de obras.

Além disso, estudos apontam que o *Lean Construction* promove a integração entre os agentes envolvidos, contribuindo para a redução de retrabalhos e aumento da qualidade (CARVALHO, 2024). Isso é especialmente importante em um setor que sofre com a fragmentação das equipes e com a baixa comunicação entre projetistas, engenheiros e executores (MACHADO; BRANDSTETTER, 2024).

Zappile (2023) reforça o papel da tecnologia como aliada da filosofia Lean. O uso de sensores inteligentes e sistemas baseados em IoT no monitoramento em

tempo real das propriedades do concreto, por exemplo, permite decisões mais precisas e ágeis, reduzindo desperdícios e retrabalhos – um dos principais focos da abordagem enxuta.

Por fim, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2025) destaca que, embora haja avanços na normalização técnica e na adoção de boas práticas, ainda existe grande espaço para a difusão e consolidação dos princípios Lean no setor, especialmente entre empresas de pequeno e médio porte.

2.2 Produção enxuta

Produção enxuta é uma metodologia de gerenciamento da produção com o objetivo de incremento do lucro por meio da redução de custos, finalidade que somente pode ser obtida a partir da identificação e eliminação das perdas, ou melhor, das atividades que não agregam valor. Conforme Ohno diz: “Tudo o que estamos fazendo é olhar a linha do tempo, do momento que o freguês nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor.” (OHNO, 1997, p. 5).

Conforme Brandão e Ferreira (2024), a produção enxuta tem como foco a identificação de atividades que não agregam valor ao produto final, propondo sua eliminação sistemática. Isso permite uma melhor alocação de recursos, redução de estoques e aumento da qualidade, o que a torna especialmente relevante para setores como a construção civil, manufatura e logística.

Para Silva e Oliveira (2024), a aplicação do Lean envolve diversas ferramentas, como o Mapeamento do Fluxo de Valor (Value Stream Mapping – VSM), o Sistema Puxado (Pull System), o Just-in-Time (JIT), o 5S e o Kanban. Essas ferramentas permitem a visualização do fluxo produtivo, facilitando a tomada de decisões baseadas em dados reais, o que é essencial para a flexibilidade e adaptabilidade dos processos.

A implementação do pensamento enxuto também exige uma mudança cultural significativa, pois envolve a quebra de paradigmas tradicionais de produção em massa. De acordo com Machado et al. (2023), essa transformação depende de liderança engajada, capacitação contínua das equipes e comprometimento com a melhoria incremental.

Recentemente, Lima e Costa (2023) ressaltaram que a aplicação da produção enxuta tem se expandido para além da indústria, alcançando setores como saúde, serviços e construção civil. Nesses contextos, o Lean contribui não apenas para ganhos operacionais, mas também para o aumento da satisfação do cliente final, por meio da entrega de valor com maior previsibilidade e menor custo.

2.3 Construção enxuta

A Construção Enxuta (Lean Construction) é uma abordagem moderna de gestão da produção aplicada ao setor da construção civil, derivada dos princípios da produção enxuta do Sistema Toyota. Seu principal objetivo é aumentar o valor entregue ao cliente e reduzir desperdícios ao longo do processo construtivo (PEREIRA et al., 2024). Em vez de seguir a lógica tradicional da construção baseada apenas em cronogramas e orçamentos, o Lean propõe uma visão sistêmica e colaborativa entre todos os agentes do projeto.

De acordo com Machado e Brandstetter (2024), a construção civil brasileira ainda é marcada por elevada fragmentação entre os agentes da cadeia produtiva, retrabalhos, atrasos e baixa previsibilidade. Nesse cenário, o Lean Construction surge como uma estratégia para reorganizar os processos, integrar equipes e melhorar a fluidez da produção por meio de ferramentas como o Last Planner System, o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) e a gestão visual.

Oliveira e Souza (2024) destacam que a aplicação do Lean no ambiente de obra contribui para a redução de perdas materiais, diminuição de tempo ocioso da mão de obra e aumento da produtividade. Essas melhorias ocorrem especialmente quando há um planejamento colaborativo e o engajamento da equipe na tomada de decisões.

Contudo, a adoção do Lean Construction ainda enfrenta desafios. Esteves (2024) afirma que muitas construtoras, especialmente de pequeno porte, encontram dificuldades em implementar rotinas padronizadas e indicadores de desempenho, por falta de capacitação e resistência à mudança.

Mesmo assim, o cenário tem mudado. A CBIC (2025) relata que o número de obras que adotam princípios do Lean aumentou nos últimos anos, impulsionado por políticas de qualidade como o PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) e pela necessidade crescente de entregas mais eficientes, sustentáveis e seguras.

2.4 Planejamento na construção civil

O Last Planner System é um sistema de planejamento colaborativo de produção que busca aumentar a confiabilidade dos cronogramas e o comprometimento da equipe com as metas estabelecidas. Segundo Martins et al. (2024), o LPS é estruturado em diferentes níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo), promovendo transparência, previsibilidade e melhoria contínua do fluxo de trabalho. O destaque está na figura do “último planejador” (last planner), geralmente o mestre de obras ou líder de equipe, que participa ativamente do planejamento semanal e do controle de tarefas.

Já o Sistema 5S, oriundo da cultura japonesa, é uma ferramenta de gestão visual que promove a organização, limpeza e disciplina no ambiente de trabalho. Na construção civil, sua aplicação auxilia diretamente no planejamento físico do canteiro, contribuindo para redução de perdas de tempo e materiais, além de melhoria das condições de segurança (SOUZA; LIMA, 2023). Os cinco sentidos – Seiri (utilização), Seiton (organização), Seisō (limpeza), Seiketsu (padronização) e Shitsuke (disciplina) – são fundamentais para criar um ambiente mais eficiente e produtivo.

De acordo com Santos e Almeida (2023), o uso combinado do LPS e do 5S resulta em obras mais organizadas, com maior controle de atividades e redução de variabilidades na produção. Enquanto o LPS atua no nível estratégico e tático do planejamento, o 5S garante um ambiente adequado para a execução, reforçando a padronização dos processos.

Além disso, Lima e Oliveira (2024) destacam que essas ferramentas promovem o engajamento da equipe de obra, pois incentivam a participação, o senso de responsabilidade e a autonomia dos trabalhadores no cumprimento das metas diárias e semanais.

2.5 Produtividade na construção civil

A produtividade na construção civil é um desafio constante, devido à complexidade dos processos, diversidade de agentes envolvidos e características dinâmicas dos canteiros de obra. Para aumentar a eficiência e reduzir desperdícios, metodologias e ferramentas da filosofia Lean Construction, como o Sistema 5S e o

Last Planner System (LPS), têm sido amplamente adotadas (MARTINS; SOUZA, 2024).

O 5S é uma ferramenta focada na organização e padronização do ambiente de trabalho, promovendo limpeza, ordem e disciplina, essenciais para a melhoria da produtividade e segurança no canteiro (SILVA; ALMEIDA, 2023). A aplicação do 5S minimiza perdas de tempo com buscas por materiais e ferramentas, além de contribuir para a redução de acidentes e retrabalho.

Por sua vez, o Last Planner System é um sistema de planejamento colaborativo que busca a confiabilidade das metas semanais e o engajamento das equipes na execução das atividades. Conforme Oliveira et al. (2024), o LPS melhora a comunicação entre os envolvidos e reduz a variabilidade dos processos produtivos, refletindo diretamente no aumento da produtividade.

A integração do 5S com o LPS cria um ambiente produtivo e organizado, onde o planejamento rigoroso é suportado por um local de trabalho eficiente. Santos e Carvalho (2023) destacam que a sinergia entre essas ferramentas potencializa o fluxo contínuo de atividades, aumenta a eficiência operacional e contribui para o cumprimento dos prazos.

Além disso, a adoção dessas práticas também está associada a uma cultura de melhoria contínua e responsabilidade coletiva, fundamentais para a sustentabilidade dos ganhos de produtividade no setor (FERREIRA; LIMA, 2024).

2.6 Perdas na Construção Civil

A construção civil é um setor intensivo em mão de obra e recursos, e historicamente sofre com altos níveis de perdas e desperdícios ao longo das etapas produtivas. Essas perdas reduzem a produtividade, elevam os custos e comprometem a sustentabilidade e a qualidade dos empreendimentos (SANTOS; MENDES, 2023).

A classificação das perdas mais amplamente adotada na literatura é baseada na adaptação dos sete desperdícios do Sistema Toyota de Produção, conforme sugerido por Koskela (1992) e posteriormente integrado à filosofia Lean Construction. Essa abordagem foi atualizada e detalhada por diversos autores recentes, como mostra a seguir:

1. Perdas por superprodução: Produzir mais do que o necessário ou antes do tempo certo (SOUZA et al., 2024);
2. Perdas por tempo de espera: Ocorrem quando trabalhadores ou equipamentos ficam ociosos aguardando materiais, ferramentas ou decisões (ALMEIDA; FERREIRA, 2023);
3. Perdas por transporte: Movimentações excessivas ou desnecessárias de materiais dentro do canteiro de obras;
4. Perdas por excesso de processamento: Realização de etapas desnecessárias ou com qualidade acima do especificado sem valor agregado;
5. Perdas por estoques excessivos: Armazenamento em excesso que gera risco de avarias, perdas e desorganização;
6. Perdas por movimentações desnecessárias: Esforços excessivos ou deslocamentos improdutivos de trabalhadores;
7. Perdas por defeitos (retrabalho): Erros de execução que exigem correções, gerando desperdício de tempo e recursos.

Além dessas, alguns autores mais recentes incluem:

- a) Perdas por conhecimento: Falta de capacitação, treinamento ou comunicação entre os membros da equipe (MARTINS; SOUZA, 2023);
- b) Perdas ambientais: Relacionadas ao descarte inadequado de materiais e à não reutilização de resíduos (RODRIGUES; LIMA, 2024).

A redução das perdas passa por uma gestão eficiente, integração dos projetos com a obra, uso de tecnologias e aplicação de ferramentas como:

- 5S para organização dos ambientes;
- Last Planner System (LPS) para confiabilidade do planejamento;
- Treinamento contínuo da mão de obra.

2.7 Perdas associadas à execução de revestimentos cerâmicos

As perdas de materiais na construção civil, em especial dos pisos cerâmicos, representam um dos principais fatores de ineficiência e aumento de custos nas obras. Conforme discutido por Formoso, Isatto e Hirota (1999), essas

perdas podem ser classificadas em diversas categorias, como: perdas por quebra, por corte, sobras, erros de execução, armazenamento inadequado e especificações incorretas.

As perdas por quebra de pisos cerâmicos representam um tipo comum de desperdício nas obras e estão diretamente relacionadas a falhas no transporte, manuseio e armazenamento inadequado dos materiais. De acordo com Formoso, Isatto e Hirota (1999), essas perdas são classificadas como perdas por transporte ou movimentação, uma subcategoria das perdas por processo. Ocorrem quando as peças cerâmicas se fragmentam ou sofrem danos durante o deslocamento interno no canteiro, na descarga ou no empilhamento em locais sem proteção adequada.

Essas perdas são particularmente críticas em obras onde não há controle do fluxo de materiais, ou quando as condições do canteiro de obras são precárias, com falta de sinalização, desorganização ou ausência de proteção contra intempéries. Segundo Silva (2003), em canteiros onde não são adotadas práticas preventivas, a perda por quebra pode atingir entre 3% e 7% do total de revestimentos cerâmicos adquiridos.

Pinto (1999) destaca que a qualidade do transporte interno e o treinamento da mão de obra são fatores determinantes para minimizar as quebras. Além disso, a especificação da embalagem do fornecedor, incluindo paletização adequada e identificação de carga frágil, também são medidas importantes para mitigar esse tipo de perda desde o fornecimento.

As perdas por corte ocorrem quando as placas cerâmicas precisam ser adaptadas às dimensões dos ambientes, resultando em peças parcialmente inutilizadas. Esse tipo de perda é considerado inevitável e está associado à geometria do ambiente, aos detalhes de acabamento e à paginação adotada no projeto. De acordo com Formoso, Isatto e Hirota (1999), as perdas por corte são classificadas como perdas técnicas, ou seja, aquelas que fazem parte do processo construtivo e são necessárias para a conformidade da execução.

Silva (2003) destaca que, mesmo sendo inevitáveis, as perdas por corte podem ser minimizadas com bom planejamento da paginação, escolha adequada do formato das peças e treinamento da mão de obra. A adoção de ferramentas do Lean Construction, como o Last Planner System (LPS), pode contribuir para que os profissionais antecipem os desafios do assentamento e coordenem melhor o fornecimento das peças, reduzindo sobras excessivas.

Em termos quantitativos, autores como Pinto (1999) indicam que as perdas por corte em pisos cerâmicos podem representar de 2% a 5% do total de material instalado, a depender do tipo de ambiente e do layout do piso. Essa estimativa costuma estar embutida nos índices gerais de perdas técnicas adotados em orçamentos, que variam de 7,5% a 15%.

As perdas por sobras referem-se ao material cerâmico que permanece não utilizado após a conclusão da etapa de assentamento e que, por diversas razões, não é reaproveitado em outras frentes de trabalho ou obras futuras. Esse tipo de perda, embora muitas vezes negligenciado, representa um custo oculto relevante na obra, pois envolve a aquisição, transporte e armazenamento de um material que não agrega valor final ao produto entregue.

Segundo Formoso, Isatto e Hirota (1999), as perdas por sobras são classificadas como perdas por superprodução, um dos sete tipos clássicos de desperdício definidos no Lean Construction. Elas decorrem, principalmente, de um dimensionamento incorreto dos quantitativos de materiais, geralmente por falta de informações precisas sobre a área de aplicação, ausência de paginação do piso, ou mesmo por decisões arbitrárias de segurança, como acréscimos excessivos em função de eventuais quebras.

Silva (2003) destaca que, em muitas obras, o percentual de perda por sobras pode variar entre 2% e 6%, dependendo da eficiência do planejamento e da gestão de suprimentos. A falta de integração entre o setor de compras, o projeto executivo e a obra é uma das causas recorrentes. Além disso, quando não há controle de estoque ou local adequado para armazenamento de peças remanescentes, as sobras acabam sendo descartadas, mesmo estando em perfeito estado.

A aplicação das ferramentas Lean pode ser decisiva para a redução desse tipo de perda. O Last Planner System (LPS), por meio do planejamento colaborativo e da definição precisa do que será executado a curto prazo, evita compras antecipadas e sobras desnecessárias. Já o Sistema 5S, especialmente os princípios de Seiri (utilização) e Seiton (organização), ajuda a manter controle visual dos estoques e a garantir que materiais excedentes sejam organizados e, se possível, reaproveitados em outras etapas da obra.

Portanto, o controle de sobras está diretamente ligado à integração entre planejamento, execução e logística de materiais, sendo um fator essencial para garantir eficiência no uso dos recursos e precisão no cronograma físico-financeiro.

As perdas por erros de execução em pisos cerâmicos ocorrem quando o assentamento é feito de forma inadequada, exigindo retrabalho, remoção e substituição de peças, com conseqüente desperdício de material, tempo e mão de obra. São exemplos comuns: desalinhamento das placas, desnível entre peças, falhas no espaçamento, má aplicação da argamassa colante e ausência de controle de prumo e nível.

De acordo com Formoso, Isatto e Hirota (1999), esse tipo de perda está relacionado às falhas no processo de produção e é classificado como perda por retrabalho — um dos principais desperdícios combatidos pelos princípios do Lean Construction. A origem desses erros está frequentemente ligada à falta de qualificação da mão de obra, à ausência de padronização dos procedimentos de execução e à pressão por velocidade de entrega sem o devido controle de qualidade.

Silva (2003) aponta que os erros de execução podem gerar perdas superiores a 3% do total de material cerâmico, além de comprometerem a estética e a durabilidade do revestimento. A reexecução de áreas mal feitas consome recursos financeiros e humanos, e impacta diretamente o cronograma físico-financeiro da obra, especialmente em projetos com prazos rigorosos.

A adoção do Last Planner System (LPS) é uma estratégia eficaz para reduzir esse tipo de perda, pois permite que as equipes planejem e executem com maior previsibilidade e qualidade. O planejamento colaborativo e o acompanhamento semanal de tarefas permitem identificar gargalos e evitar a antecipação de serviços sem a devida preparação. Já o Sistema 5S, ao promover a organização do ambiente de trabalho (Seiton) e a disciplina operacional (Shitsuke), contribui para manter os materiais e ferramentas em condições adequadas, minimizando falhas operacionais.

Dessa forma, a prevenção de erros de execução está diretamente ligada à padronização dos métodos construtivos, capacitação da equipe, planejamento adequado das frentes de serviço e aplicação de boas práticas de controle de qualidade. Esses fatores, quando integrados ao planejamento físico-financeiro da

obra com apoio de ferramentas como o MS Project, garantem maior eficiência e previsibilidade na execução dos serviços de revestimento cerâmico.

As perdas por armazenamento inadequado ocorrem quando os materiais cerâmicos sofrem deterioração durante o período em que permanecem estocados na obra, tornando-se inservíveis para o uso. Esse tipo de perda está diretamente relacionado à ausência de organização e proteção dos materiais contra intempéries, umidade, impacto, contaminação ou deformações provocadas por empilhamento incorreto.

Segundo Formoso, Isatto e Hirota (1999), essas perdas fazem parte da categoria de perdas por movimentação e estocagem, dentro da classificação geral das perdas no ambiente da construção civil. São bastante comuns em obras que não possuem um layout de canteiro planejado, nem espaços definidos para o armazenamento adequado de pisos e revestimentos.

De acordo com Silva (2003), fatores como a falta de pallets, contato direto com o solo, exposição ao sol e à chuva, bem como a ausência de cobertura e sinalização, contribuem significativamente para a perda de integridade das placas cerâmicas. Os prejuízos podem envolver desde rachaduras por variação térmica até o empenamento ou acúmulo de sujeira que compromete a aderência da argamassa colante, gerando retrabalho e descarte de material.

A implementação de ferramentas da filosofia Lean Construction, especialmente o Sistema 5S, pode contribuir diretamente para a redução dessas perdas. O Seiri (utilização) evita o acúmulo de material desnecessário no canteiro; o Seiton (organização) define locais específicos para cada tipo de material, com fácil acesso e segurança; o Seiketsu (padronização) garante que essas práticas sejam replicadas de forma contínua. Além disso, o Shitsuke (disciplina) incentiva a cultura de manutenção da ordem e da limpeza, fundamentais para a conservação dos materiais.

Em média, segundo dados de campo apresentados por Lima e Formoso (1999), as perdas por estocagem inadequada podem variar entre 1% a 4%, podendo ser maiores em obras de pequeno porte ou mal organizadas. A ausência de critérios técnicos no recebimento e armazenamento do material impacta não apenas o custo, mas também o prazo de execução, especialmente quando há necessidade de repor peças danificadas.

Assim, a prevenção desse tipo de perda deve ser considerada uma etapa estratégica dentro do planejamento físico-financeiro da obra, sendo possível integrá-la a ferramentas como o MS Project por meio da criação de marcos e tarefas específicas para o controle logístico dos insumos.

As perdas por especificações incorretas de pisos cerâmicos ocorrem quando o material selecionado não atende às exigências de desempenho, uso ou condições ambientais do local de aplicação. Essas perdas geram substituições, atrasos e aumento de custos, sendo normalmente resultado de falhas na etapa de projeto, na compatibilização entre os setores ou na comunicação entre projetistas, engenheiros e fornecedores.

Exemplos comuns incluem a especificação de pisos com baixo coeficiente de atrito para áreas molhadas, como rampas ou banheiros, o que compromete a segurança e obriga a substituição por modelos antiderrapantes. Outro caso recorrente é a escolha de revestimentos com resistência inadequada ao tráfego em áreas de grande circulação, como corredores de edifícios públicos ou garagens, ocasionando desgaste prematuro ou quebra das peças.

Segundo Formoso, Isatto e Hirota (1999), esse tipo de perda se enquadra como perda por erros de projeto ou especificação, sendo uma das formas mais graves de desperdício, pois gera retrabalho antes mesmo da etapa de execução, além de prejudicar o fluxo produtivo. Silva (2003) reforça que esse tipo de falha é frequentemente identificado apenas após a entrega do material ou mesmo durante o início da instalação, o que agrava o impacto sobre o cronograma e os custos.

A aplicação do Last Planner System (LPS) pode ajudar a prevenir esse tipo de perda, pois incentiva a colaboração entre os diferentes agentes da obra, possibilitando a validação antecipada das especificações durante as reuniões de planejamento de médio e curto prazo. Já o Sistema 5S, principalmente através do Seiketsu (padronização) e do Shitsuke (disciplina), favorece a criação de padrões técnicos para a especificação de materiais em diferentes ambientes, baseados em critérios de desempenho e segurança.

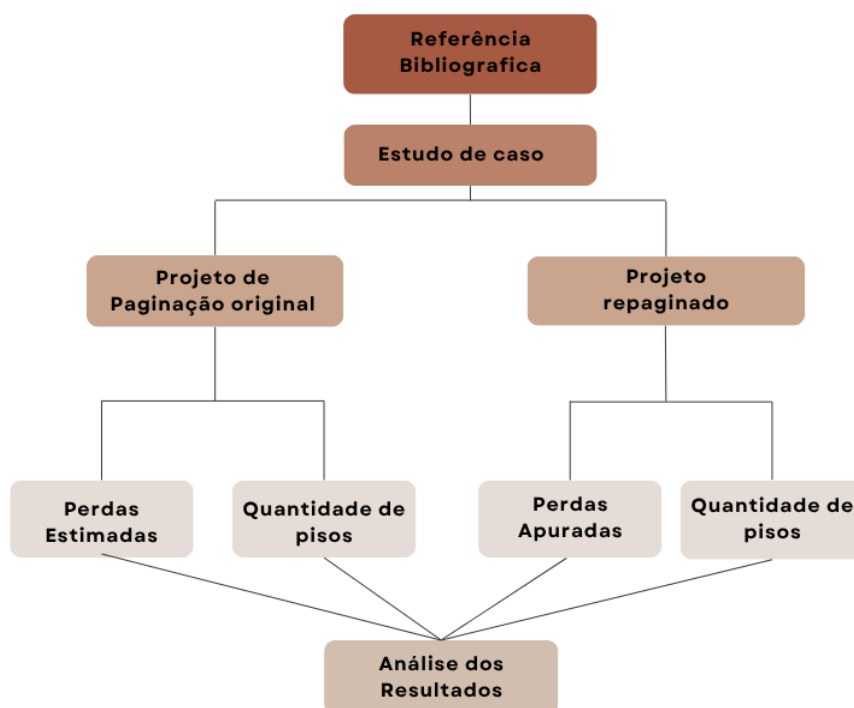
3 MÉTODO DE PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, desenvolvido com o objetivo de monitorar as perdas e a quantificação de insumos em dois contextos: o primeiro correspondente à paginação de revestimentos cerâmicos originalmente proposta pela arquiteta responsável pelo projeto e o segundo referente à repaginação dos revestimentos cerâmicos. Foi utilizada a ferramenta 5S para manter o local de assentamento adequado e a Last Planner System para auxílio no monitoramento.

Leciona Yin (2001, p.32), que “o estudo de caso é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, sendo que os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. Acrescenta o autor que o estudo de caso é uma estratégia mais escolhida quando é necessário responder a questões do tipo “como” e “por quê” e quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos pesquisados (YIN, 2001).

A figura 01 apresenta o fluxograma de pesquisa deste estudo.

Figura 01 – Mapa do Processo Metodológico



Fonte: Autor (2025).

A referência bibliográfica foi obtida a partir de material publicado como: livros, artigos e periódicos. Utilizou-se para isso, repositórios de universidades federais, periódicos que abordassem o tema em questão, além do portal da Google Acadêmico.

Segundo Marconi e Lakatos (2022), a pesquisa bibliográfica tem o propósito de coleta de dados de obras literárias de livros, artigos científicos e materiais de outras instituições de ensino com objetivo de trabalhar com esse conhecimento adquirido, com foco em fazer uma análise do que foi apresentado, por meio de uma interpretação do que está sendo estudado e do objetivo que se deseja ser atingido com essa coleta de informações.

A revisão bibliográfica é ferramenta crucial para obtenção de embasamento, para que se possa fundamentar sua ideia por outros estudos realizados e comprovados, assim esse conhecimento vai ser agregado com diversos outros que tenham a mesma abordagem científica, que seja possibilitado para referência de estudo e de fonte de comprovação de sua ideia a respeito do que está sendo elaborado (Rodrigues, 2007).

O estudo do caso corresponde ao estudo qualitativo e quantitativo de assentamento de revestimento cerâmico em uma residência unifamiliar localizada no bairro Deltaville, em Biguaçu/SC, por meio do qual foi apresentado o projeto arquitetônico original de paginação e a sugestão de repaginação do revestimento cerâmico.

O objeto do estudo é o impacto que as ferramentas 5S e Last Planner System (PLS) da Lean Construction geram na redução das perdas e da quantidade de revestimento cerâmico, por meio da análise dos resultados obtidos a partir da comparação entre o grau de perdas e de quantitativos necessários para ambas as paginações propostas, seja no projeto original e no correspondente à repaginação.

3.1 Tipo de Pesquisa

Este trabalho constitui-se como uma pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa e caráter descritivo. A investigação foi estruturada por meio de um estudo de caso específico, desenvolvido em uma residência unifamiliar localizada no bairro Deltaville, em Biguaçu/SC. O foco da pesquisa está na etapa de acabamento, especificamente no assentamento cerâmico, visando reduzir perdas de materiais,

umentar a produtividade e elevar o padrão de qualidade da execução. Para isso, foram aplicadas ferramentas do Lean Construction, com destaque para o Last Planner System (LPS) e 5S, bem como controles de qualidade por meio de fichas de verificação.

3.2 Escolha do estudo de caso

Nesta etapa, foi realizada a caracterização da obra selecionada, composta por uma residência unifamiliar em fase de acabamento. Os dados foram coletados por meio de documentos técnicos fornecidos pela construtora e pela arquiteta responsável, como plantas, memorial descritivo e layout dos revestimentos cerâmicos. O levantamento inicial permitiu a compreensão das soluções arquitetônicas propostas, dos materiais especificados e da metodologia executiva prevista.

3.3 Edificação

A pesquisa deste estudo foi conduzida em uma residência unifamiliar localizada no bairro Deltaville, no município de Biguaçu, Santa Catarina. A edificação é um sobrado com área total construída de 181,75 m², distribuída em dois pavimentos, como mostram as figuras 02 e 03.

O sistema construtivo adotado para a edificação é composto por estrutura em concreto armado, utilizada para garantir resistência e durabilidade à edificação, associada ao fechamento em alvenaria com blocos cerâmicos.

A edificação está inserida em um loteamento de urbanização planejada, caracterizado por infraestrutura completa, padronização das construções e diretrizes urbanísticas voltadas à qualidade de vida. Do ponto de vista estético, o projeto arquitetônico apresenta linguagem contemporânea, com linhas retas, volumetrias bem definidas e a valorização de aberturas amplas, que favorecem o conforto.

Figura 02– Pav. Térreo

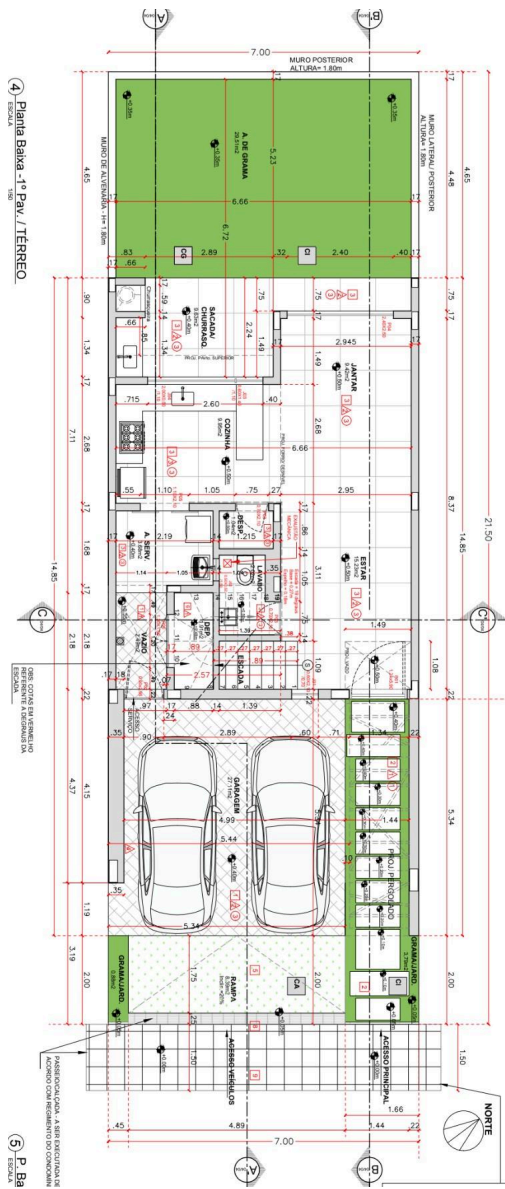
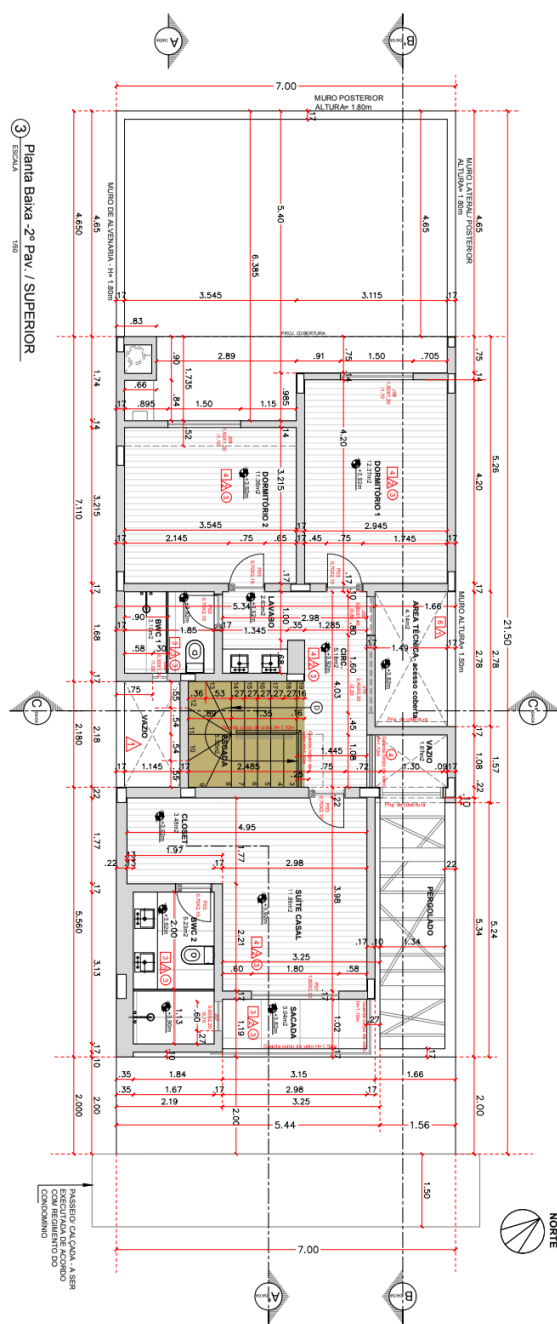


Figura 03 – Pav. Superior



Fonte: Autor (2025).

A residência está dividida em dois pavimentos. No pavimento térreo (Figura 02), estão localizados os ambientes de uso social e de serviço, cuidadosamente organizados para promover funcionalidade e integração dos espaços. Este pavimento é composto por garagem com capacidade para dois veículos, sala de estar e sala de jantar dispostas em conceito aberto, favorecendo a ventilação

cruzada e a iluminação natural, além de uma cozinha com acesso direto à despensa. Inclui-se ainda um lavabo de apoio, lavanderia com área de serviço anexa, depósito interno e uma sacada nos fundos com churrasqueira.

O pavimento superior (Figura 03) concentra-se na área íntima da residência, sendo destinado à privacidade dos moradores. Neste andar, encontram-se três dormitórios, dentre os quais destaca-se uma suíte com banheiro privativo. Os outros dois dormitórios compartilham um banheiro social. Há ainda uma área técnica, destinada à instalação de equipamentos como condensadoras de ar-condicionado, de forma a manter a estética da fachada e facilitar a manutenção.

3.3.1 Contrapiso e impermeabilização

Antes do início da etapa de assentamento dos revestimentos cerâmicos, foi necessário realizar algumas adequações e serviços preliminares com o objetivo de garantir a segurança e a eficiência do processo de execução. Durante a execução da base para o contrapiso, observou-se que a laje da residência apresentava um desnível de aproximadamente 11 cm.

Para solucionar essa não conformidade, antes da aplicação do contrapiso final, foi proposto e executado um preenchimento com concreto de baixa densidade, utilizando brita leve, com a finalidade de regularizar o nível da superfície e, ao mesmo tempo, não sobrecarregar a estrutura da edificação.

Após a execução do contrapiso, foi realizada a impermeabilização das áreas úmidas da edificação, especificamente nos banheiros, sacadas e na área técnica. Utilizou-se manta líquida aplicada em três demãos cruzadas, garantindo uma cobertura uniforme e eficaz sobre toda a superfície. Essa técnica visa assegurar a estanqueidade dessas regiões, prevenindo infiltrações que poderiam comprometer a durabilidade dos elementos construtivos.

4. DADOS E RESULTADOS

4.1 Início do estudo

O estudo de caso teve início na etapa de acabamentos, mais especificamente no momento em que os serviços de reboco e contrapiso já haviam sido concluídos, criando as condições adequadas para o início da paginação cerâmica dos ambientes. Apesar do acompanhamento da obra ter ocorrido desde o início da execução, a análise proposta neste trabalho concentrou-se na fase de aplicação dos revestimentos, etapa crítica para a qualidade final da edificação e com grande potencial para a aplicação dos princípios do Lean Construction.

A partir desse ponto, foram adotadas ferramentas como o Last Planner System (LPS) e o 5S, com o objetivo de planejar, organizar e otimizar a execução da nova proposta de paginação cerâmica, reduzindo perdas, aumentando a produtividade da equipe e assegurando a melhoria contínua ao longo do processo.

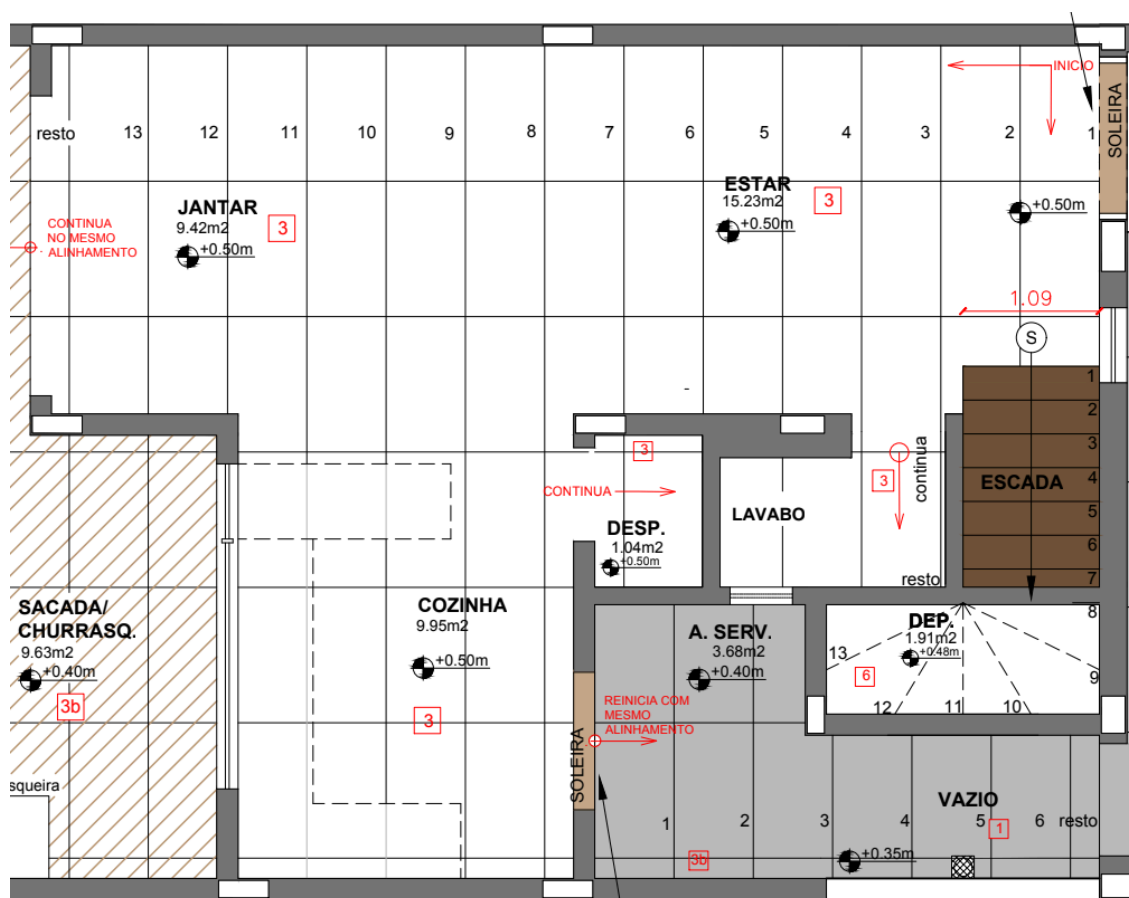
4.2 Projeto proposto originalmente

Como parte do desenvolvimento do projeto arquitetônico da residência, foi elaborado pela arquiteta responsável um projeto específico de paginação cerâmica, com o objetivo de orientar a escolha e o posicionamento dos revestimentos nos diferentes ambientes da edificação. Etapa essa fundamental para garantir não apenas um resultado estético harmonioso, mas também uma execução mais eficiente e alinhada com o conceito visual proposto para o interior da residência.

A figura 04 ilustra a paginação para a região social da residência (Sala de estar/jantar, cozinha e lavabo), onde foi proposta a utilização de um revestimento no formato 60x120 cm.

Foi indicada uma paginação iniciada com uma peça inteira na porta principal da residência e o sentido do revestimento foi pensado para dar amplitude lateral para a residência, em razão de se tratar de um terreno de apenas 7 metros de testada.

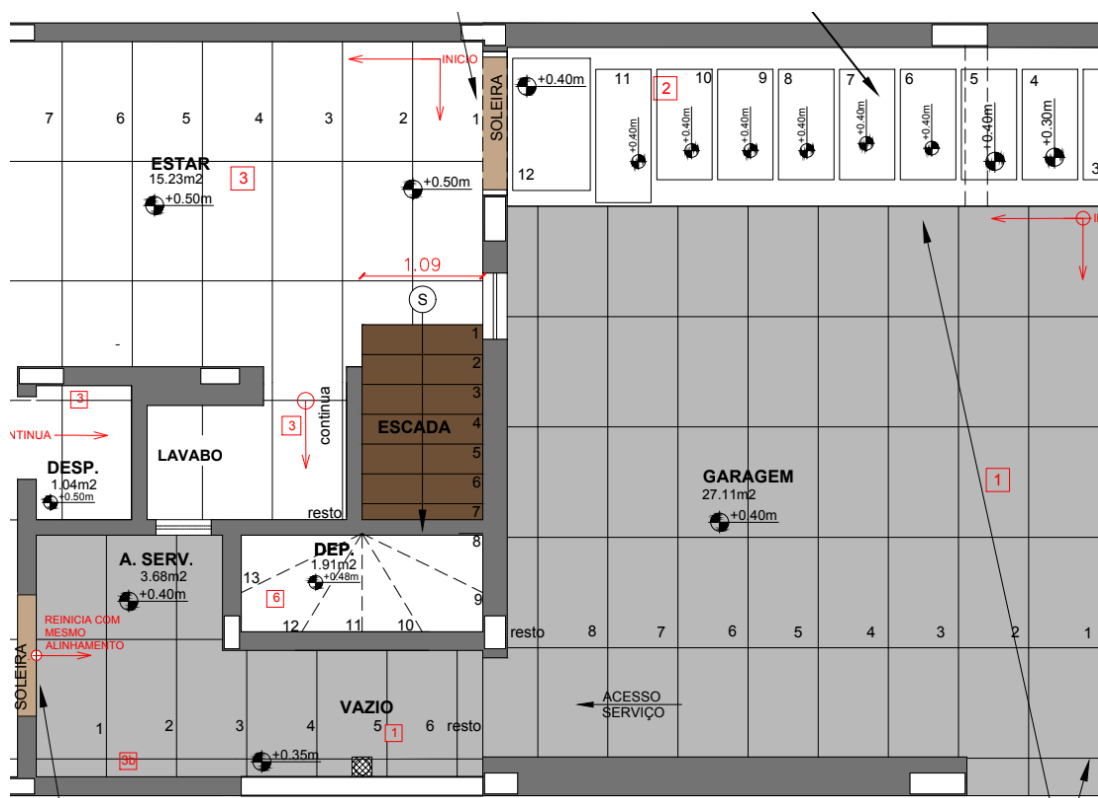
Figura 04 – Paginação área social



Fonte: Arquiteta (2025).

Para a área de serviço e garagem foi proposta a utilização do mesmo formato de revestimento 60x120 cm, para dar uma harmonia maior com o interior da residência. O sentido do revestimento levou em consideração a mesma ideia, de dar uma maior amplitude lateral à residência, tendo sua inicialização com uma peça inteira pela parte da frente da garagem, de modo que os cortes fossem jogados para a parede do fundo e da lateral esquerda da garagem, como pode ser observado na figura 05.

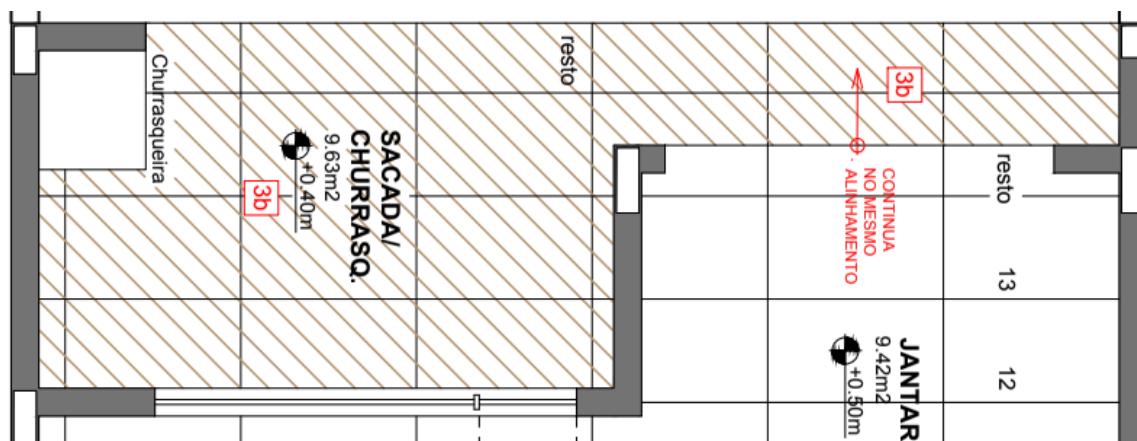
Figura 05 – Paginação, área de serviço e garagem



Fonte: Arquiteta (2025).

Com a indefinição no momento do projeto, de qual revestimento utilizar, o ambiente Sacada/Churrasqueira ficou sem a elaboração detalhada de um projeto de revestimento, apenas demarcado com uma hachura, que não significa necessariamente o sentido de paginação, conforme figura 06.

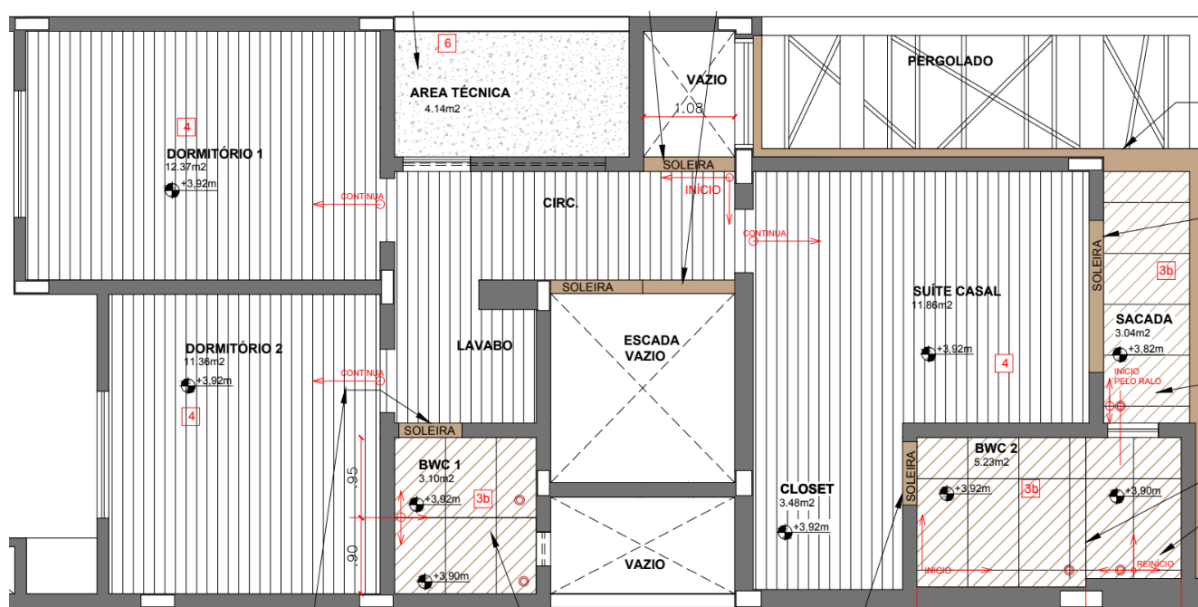
Figura 06 – Paginação Sacada/Churrasqueira.



Fonte: Arquiteta (2025).

Conforme a figura 07, no andar superior, parte íntima da residência, foi indicada a aplicação do revestimento vinílico, por se tratar de um material mais quente e aconchegante para os ambientes. Independente do sentido do revestimento vinílico, esse material não apresenta desperdício de material, motivo pelo qual foi proposta a utilização dele no sentido menor, apenas para dar amplitude lateral aos ambientes.

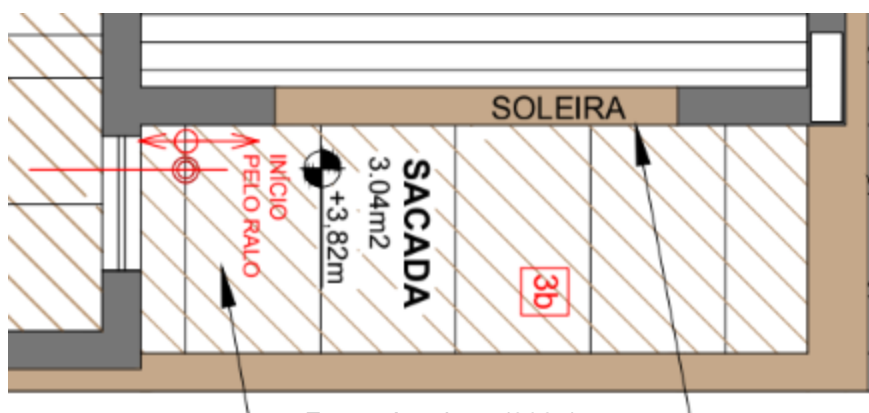
Figura 07 – Revestimento Vinílico



Fonte: Arquiteta (2025).

Na paginação da sacada foi implementado um revestimento no formato 60x120 cm, no sentido de menor tamanho, com o propósito de dar a ideia de amplitude, o que fica mais compreensível pela ilustração da figura 08.

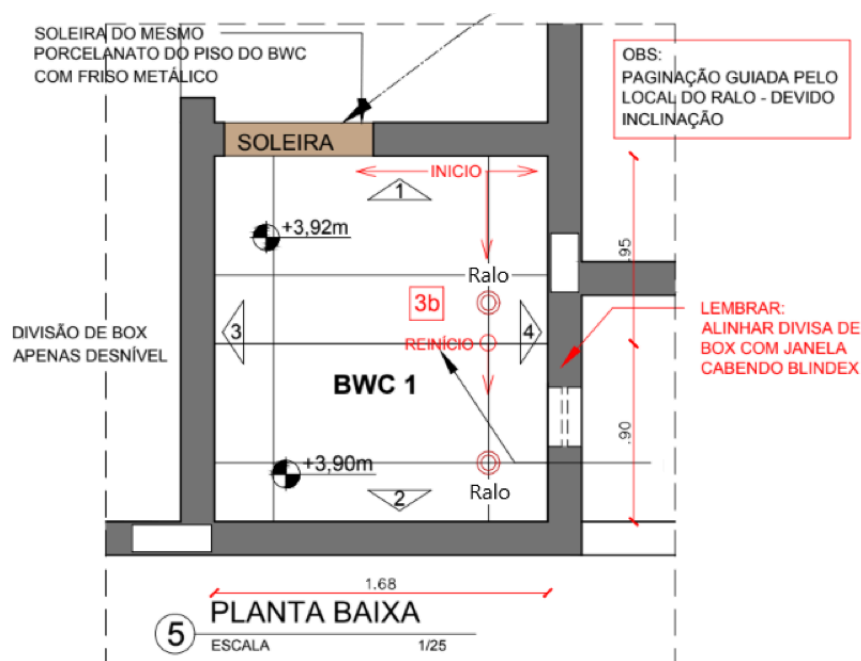
Figura 08 – Paginação Sacada



Fonte: Arquiteta (2025).

Partindo para os banheiros sociais, a paginação teve como propósito a continuação dos frisos (rejuntas), uma vez que a ideia é de o mesmo friso do revestimento do chão acompanhar até o teto, subindo pelos azulejos da parede. Para esse ambiente foi definido um revestimento de 60x120cm. Para o piso foi pensada sua utilização no sentido horizontal, com uma peça inteira centralizada e os cortes lançados para as paredes laterais e para o desnível do box, como é possível visualizar na figura 09.

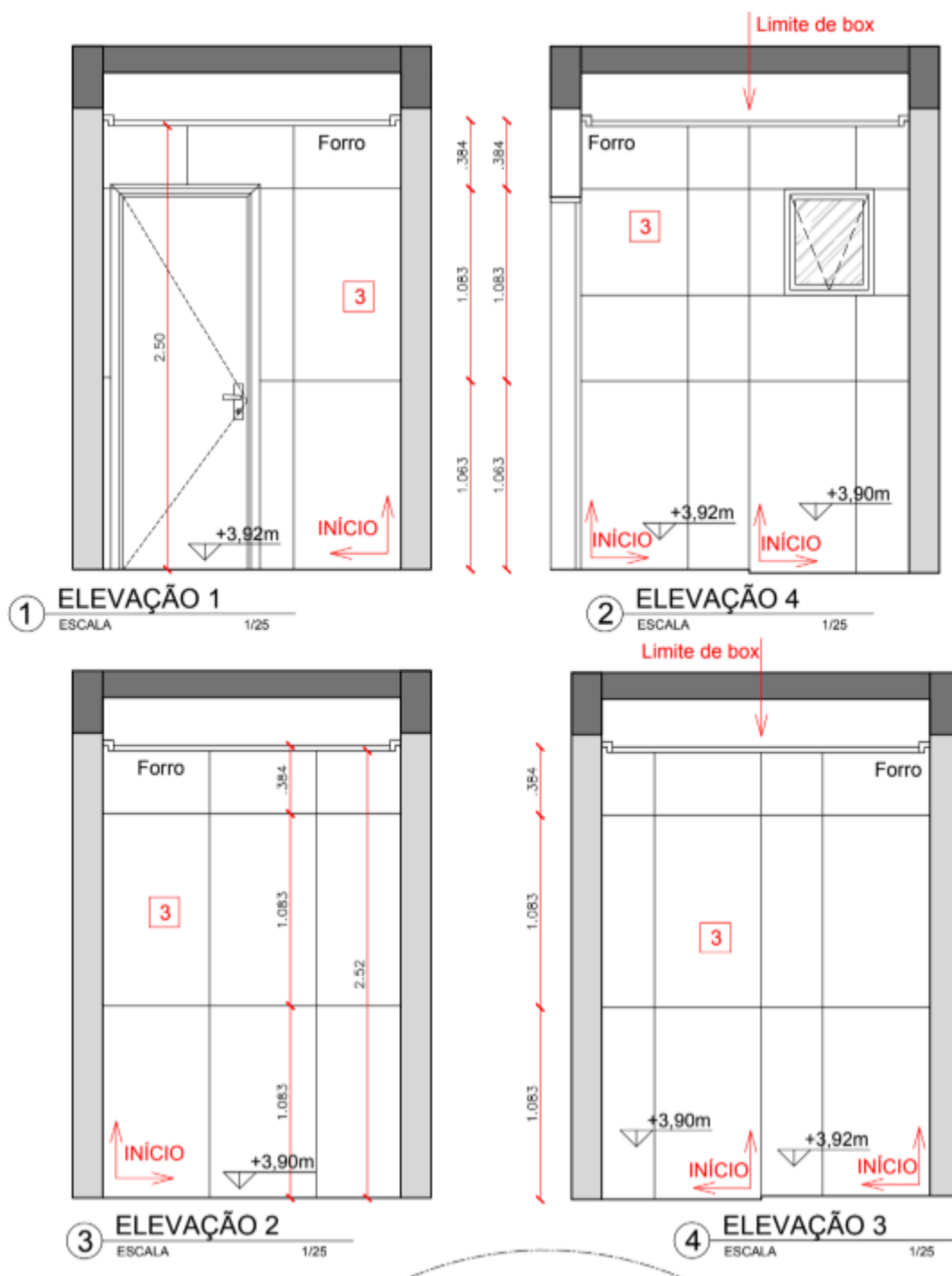
Figura 09 – Paginação BWC Social



Fonte: Arquiteta (2025).

Com relação às paredes, é proposta a utilização do mesmo revestimento do chão, no formato 60x120cm, porém, assentado em sentido oposto (vertical), para dar assegurar a continuidade dos frisos. Alguns outros detalhes são apresentados também (elevação 1 e elevação 4), como os recortes na altura da janela (parte superior e inferior) e nos recortes nas peças das partes laterais e superior da porta, para ficarem com o mesmo comprimento e altura da porta (Figura 10).

Figura 10 – Paginação BWC Social - Paredes

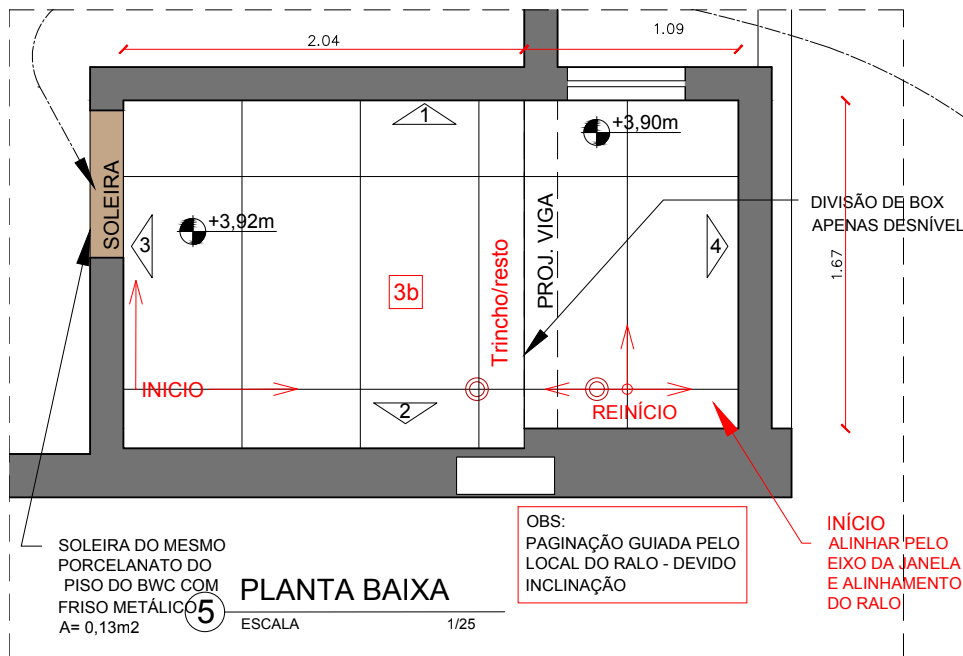


Fonte: Arquiteta (2025).

Conforme as figuras 11 á 13, a ideia para o banheiro da suíte é idêntica a do banheiro social da casa, qual seja, continuidade dos frisos (rejuntas) e recortes na altura do nicho e janela (parte superior e inferior). A sugestão para esse ambiente é um revestimento no formato de 60x120cm, no piso disposto no sentido horizontal e

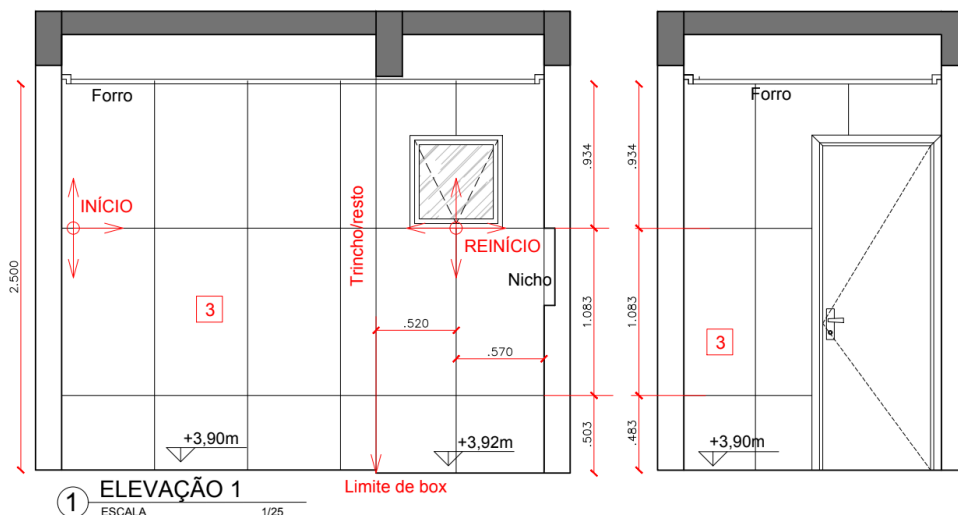
iniciado com uma peça inteira a partir da porta e, nas paredes, em sentido contrário (vertical), alinhando os frisos.

Figura 11 – Paginação BWC Suite



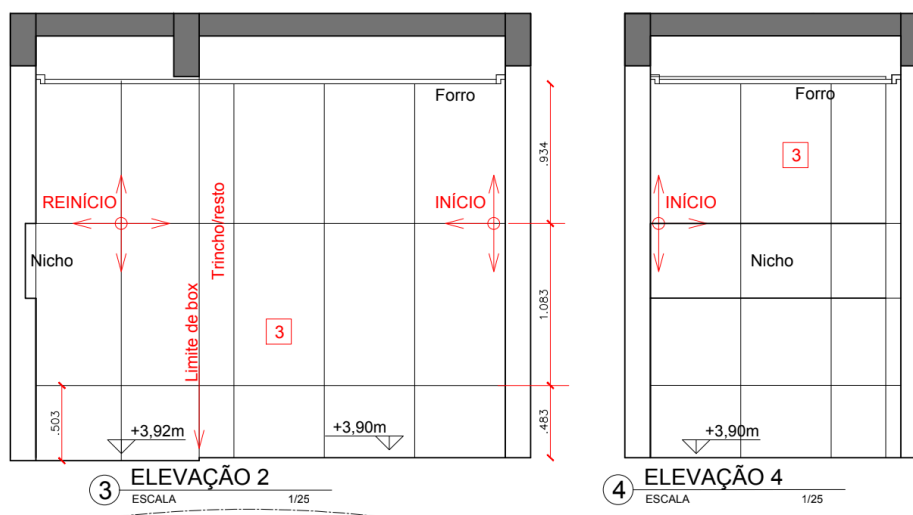
Fonte: Arquiteta (2025).

Figura 12 – Paginação BWC Suite - Paredes



Fonte: Arquiteta (2025).

Figura 13 – Paginação BWC Suíte - Paredes



Fonte: Arquiteta (2025).

4.3 Descrição dos Revestimentos Utilizados

Para o presente estudo de caso, foram especificados revestimentos cerâmicos de diferentes formatos, texturas e tonalidades, de acordo com a funcionalidade de cada ambiente da residência unifamiliar. A escolha dos materiais foi pautada na durabilidade, estética, facilidade de manutenção e, sobretudo, na adequação ao conceito arquitetônico proposto. A seguir, são descritos os principais revestimentos adotados por ambiente:

a) Revestimento da Sala de estar/jantar, cozinha, despensa, lavabo e banheiros

Foi utilizado o porcelanato munari branco da marca Eliane, retificado no formato 60x120cm, com acabamento acetinado na cor branco (figura 14). O material proporciona sensação de amplitude e sofisticação aos ambientes integrados. A junta mínima de assentamento definida pela própria marca e adotada foi de 1,0 mm, para o rejunte foi empregado o material da ligamax gold cimentício na cor cinza, para a sala de estar/jantar, cozinha, despensa e lavabo, e por se tratar de área úmida, no

banheiro foi utilizado o rejunte acrílico, garantindo uniformidade visual e segurança a possíveis infiltrações (figura 15).

Figura 14 – Revestimento Munari

		CERTIFICADO DE PRODUTO LABORATÓRIO DE PRODUTO ACABADO	
		ISO 13006-10545 Norma Brasileira Equivalente ABNT NBR ISO 13006 - NBR ISO 10545 Norma Brasileira de Desempenho ABNT - NBR 15575	
Mohawk Revestimentos Cocal do Sul Ltda . Rua Maximiliano Gaidzinski-sala 2, N. 245 88845-000 . Cocal do Sul- SC . Brasil . +55 (048) 3447-7777 . www.eliane.com			
Produto:	MUNARI BRANCO AC 60x120	Processo Fabril:	Via Úmida
Código:	8056010	Tamanho Fabricação:	600,0 x 1200,0 mm
Grupo:	Bla	Tamanho Nominal:	60X120 cm
Tipologia:	PORC GL	Espessura:	9,5 mm
Shade:	V2	Área Cobertura:	1,44m ² /caixa
Junta:	1 mm	Nº Pcs/Cx:	2,00
Acabamento da borda:	Retificado	Superfície:	GL (Esmaltado)



Fonte: Eliane revestimentos (2025).

Figura 15 – Rejunte Ligamax Gold



Fonte: Autor (2025).

b) Revestimento garagem e lavanderia

Por tratar-se de ambientes submetidos a tráfego elevado (garagem) e umidade constante (lavanderia), optou-se por um revestimento com superfície antiderrapante. O material escolhido foi o porcelanato Metrópole Portland Externo Retificado, da marca Eliane, no formato de 84 × 84 cm (figura 16). Esse produto possui acabamento retificado, que possibilita junta mínima de 1 mm, alta resistência ao escorregamento (coeficiente de atrito classe II) e excelente durabilidade para uso externo. Para o rejunte dessas peças também foi adotado o cinza da marca ligamax gold.

Figura 16 – Revestimento Metrópole Portland

Especificação Técnica

Cor: Cinza

Dimensões aproximadas do produto: Altura: 0cm | Largura: 84cm | Comprimento: 84cm

Peso líquido aproximado do produto: 15,63kg

Tipo De Borda: Retificado

Material: Porcelanato

Linha: Metrópole

Ambiente Indicado: Áreas externas

Garantia do fabricante: 5 anos contra defeitos de fabricação





Certificação/Normas: NBR 13753


Peças por caixa: 3 peças

Metragem por embalagem: 2,12m²

Recomendações De Uso/Manutenção E Limpeza: Não usar produtos químicos ou abrasivos, limpar com sabão neutro. Sempre diluir o produto para limpeza na água, não aplicar diretamente na peça

Indicado Para: Varandas e sacadas, calçadas, churrasqueiras, fachadas, interior e entorno de piscinas, paredes internas, banheiros dentro do box, escadas e ambientes com inclinação

 Peso real	15.63Kg
 Altura real	0cm
 Largura real	84cm
 Comprimento real	84cm



Borda Retificado

Fonte: Balaroti.com.br (2025).

c) Revestimento superior interno

No pavimento superior da residência, que compreende os ambientes íntimos como dormitórios, circulação e home office, foi adotado o piso vinílico Eliane

Floor Sound Moka, no formato 18,7 × 122,7 cm, com acabamento amadeirado. A escolha desse revestimento se deu por sua excelente combinação entre conforto térmico, desempenho acústico, estética aconchegante e praticidade de manutenção.

As informações técnicas relativas ao material escolhido estão registradas na figura 17.

Figura 17 – Revestimento vinílico Eliane Floor Sound Moka



INFORMAÇÕES TÉCNICAS

Tamanho de Fabricação 187x1227mm	Peças por Caixa 20 Réguas	Peso por Peça 0,83Kg
Peso por Caixa 16,5Kg	Caixas por pallet 55	Série SENSE
Tipo LVT - colado	Categoria LVT	Números de Faces 5
M ² por Caixa 4,59m²	Capa de uso 0,2mm	Espessura 2mm
Relevo Produto com Relevo		

Fonte: Eliane Floor (2025).

d) Revestimento Área gourmet e sacada

Para os ambientes da sacada e da área gourmet, foi escolhido o revestimento Carvalho Castano da biancogres, um porcelanato com acabamento amadeirado que alia resistência, praticidade e estética, cujas informações técnicas estão assentadas na figura 18. A escolha desse material foi influenciada não apenas por suas qualidades técnicas, como durabilidade e baixa absorção de água, mas também por sua semelhança visual com o piso vinílico utilizado na parte interna da

residência. A intenção foi garantir continuidade e harmonia entre os ambientes internos e externos, criando uma transição visual suave e elegante. Na sacada, o revestimento atende aos requisitos de segurança, oferecendo uma superfície levemente antiderrapante.

d.1) Informações técnicas

Figura 18 – Revestimento biancogres carvalho castano



Categoria	Porcelanato
Acabamento	Externo
Local de uso	LE ⓘ
Variação de Desenho/Tonalidade	V4 ⓘ
Número de faces	24
Junta Mínima (mm)	1,5
Peças/Caixa	7
Rejunte sugerido	Cairo/argila
Retificado	Sim
Relevo	Sim
Classe AD	4 ⓘ
Argamassa	ACIII ⓘ
Espessura (mm)	7,31 ⓘ
M ² /Caixa	1,7
Peso por caixa (kg)	32,4
Tamanho de trabalho	198,6 mm x 1199,5 mm

Fonte: biancogres.com.br (2025).

4.4 Inconsistências no projeto original

Durante a fase de planejamento da execução dos revestimentos, foi realizada uma análise detalhada do projeto de paginação cerâmica elaborado pela arquiteta responsável pela residência, por meio de reuniões envolvendo os engenheiros e os profissionais responsáveis pelo assentamento.

Chegou-se à conclusão de que embora o projeto apresentasse uma proposta estética coerente com o conceito arquitetônico, alguns aspectos técnicos não foram plenamente considerados, o que poderia comprometer a eficiência da execução e gerar retrabalho ou perda de material.

Foram identificadas inconsistências no banheiro social, no banheiro da suíte, na garagem e na lavanderia como alinhamentos desfavoráveis, ausência de modulação adequada conforme as dimensões das peças cerâmicas especificadas, e falta de atenção a pontos críticos como encontros de revestimentos. Tais situações evidenciaram a necessidade de repensar a estratégia de paginação nestes cômodos, buscando uma solução que proporcionasse melhor aproveitamento dos materiais, redução de cortes e maior fluidez no processo executivo.

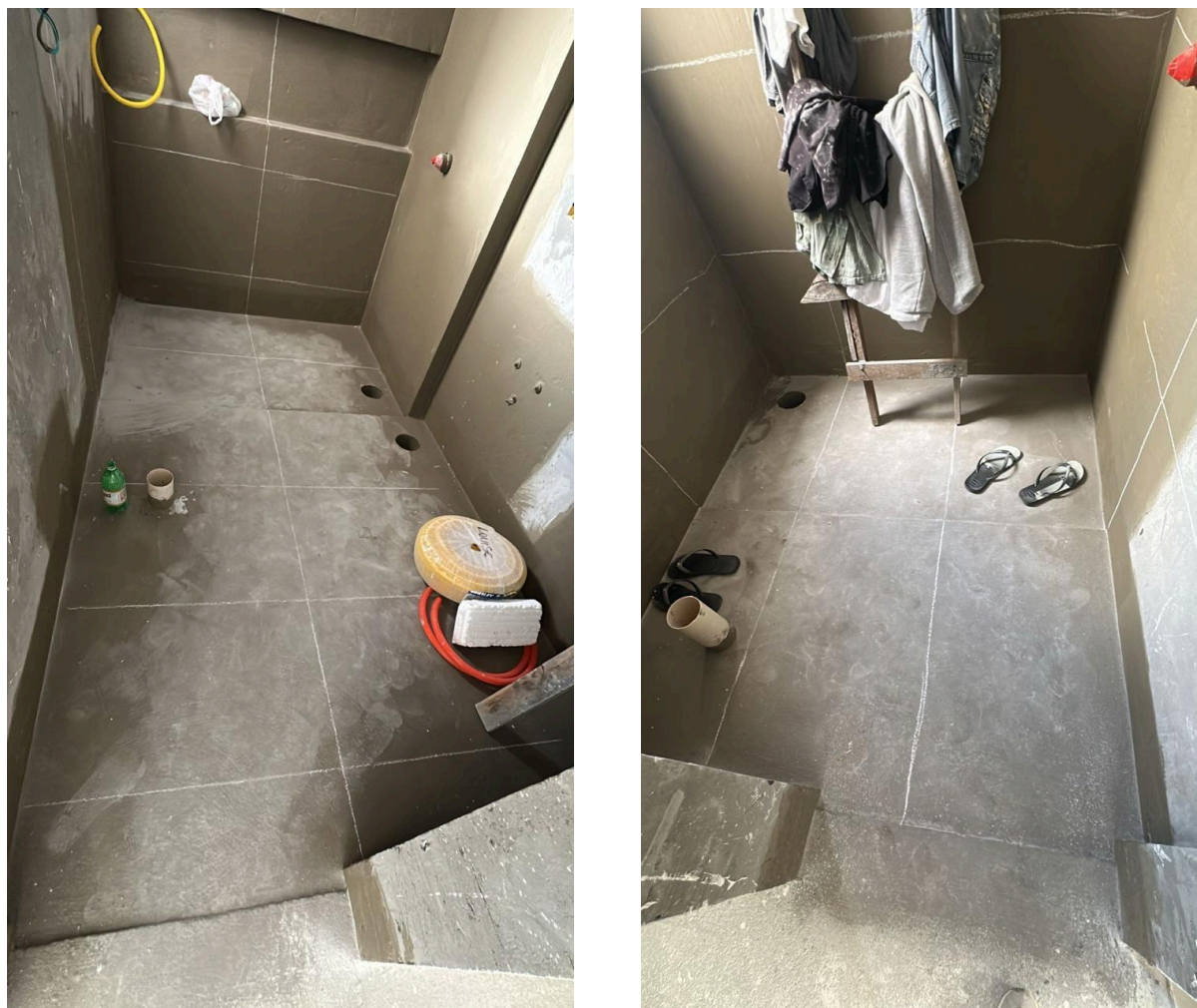
Diante das limitações observadas no projeto inicial, optou-se por elaborar uma nova proposta de paginação cerâmica para estes cômodos, a qual buscou otimizar o posicionamento das peças, respeitando a modulação com base nas dimensões dos revestimentos especificados e priorizando a padronização de cortes, a simetria visual e a redução de perdas.

Antes do desenvolvimento de qualquer proposta de paginação cerâmica por meio de softwares, foi promovido um primeiro alinhamento entre os profissionais envolvidos no projeto e na execução da obra. Nesse momento, realizou-se uma reunião de caráter informal, entre os engenheiros encarregados pela gestão e condução da obra no canteiro. O objetivo principal desse encontro foi estabelecer uma compreensão mútua sobre as premissas do projeto, discutir soluções viáveis para os revestimentos e alinhar as expectativas quanto aos critérios estéticos e funcionais da paginação cerâmica a ser adotada.

Para uma melhor compreensão da arquiteta que não estava presente, foi proposta uma concepção de paginação dos revestimentos e desenhado em escala

real no próprio ambiente, conforme mostra as imagens retratadas nas figuras 19 e 20.

Figuras 19 e 20 – Concepção de paginação



Fonte: Autor (2025).

Outro aspecto discutido e definido durante esse período de alinhamento entre os profissionais foi a modulação do revestimento cerâmico a ser aplicado na sacada superior e na área da sacada/churrasqueira. Essa etapa foi fundamental para garantir que o assentamento das peças respeitasse critérios de simetria, economia de cortes e melhor aproveitamento do material, considerando as dimensões dos ambientes e as especificações técnicas do revestimento escolhido.

4.5 Aplicação das ferramentas

A aplicação da ferramenta 5S foi adotada como uma etapa preliminar essencial no processo de reorganização do canteiro de obras. Por meio da

implementação sistemática dos seus princípios — Seiri (utilização), Seiton (organização), Seiso (limpeza), Seiketsu (padronização) e Shitsuke (disciplina) — foi possível promover um ambiente de trabalho mais limpo, organizado e funcional. Essa organização facilitou o acesso aos materiais, às ferramentas e às informações referentes à nova proposta de paginação cerâmica, contribuindo diretamente para a eficiência e segurança nas etapas de execução dos revestimentos, além de minimizar interferências e retrabalhos durante o processo.

As figuras 21 e 22 revelam a organização do ambiente de trabalho relativo ao assentamento dos pisos cerâmicos, revelando a condição adequada de limpeza, organização e planejamento.

Cumprir destacar que o objeto de estudo é uma residência unifamiliar e, diante desta circunstância, optou-se em manter o material e ferramentas necessários para o assentamento alojados no cômodo em que seriam instalados, como forma de evitar a centralização do depósito de material e a necessidade de deslocamento dos profissionais responsáveis pelo assentamento (pedreiros e serventes) para o transporte dos pisos cerâmicos e demais insumos, ganhando em organização e otimizando o tempo.

Figura 21 – Ambiente limpo e organizado



Figura 22 - Projetos



Fonte: Autor (2025).

Paralelamente, o Last Planner System (LPS) foi empregado como ferramenta de apoio ao planejamento colaborativo da obra, visando aumentar a previsibilidade e o comprometimento das equipes envolvidas. Por meio de reuniões semanais, ainda que breves e de caráter informal, os profissionais responsáveis pela execução, participaram ativamente da tomada de decisões. Nessas reuniões, foram discutidos os detalhes técnicos da nova paginação, avaliadas as condições de execução, identificados os recursos necessários e definidos prazos realistas para cada frente de serviço.

Durante estas reuniões, os profissionais responsáveis pelo assentamento (pedreiros e serventes) demonstraram satisfação com a abordagem semanal quanto aos serviços a serem realizados, uma vez que nestas oportunidades eram não só repassadas informações sobre o serviço, mas também sanadas eventuais dúvidas que eles (pedreiros e serventes) apresentavam, bem como faziam sugestões para a melhoria do desenrolar dos serviços.

Uma das providências tomadas em conjunto pelos engenheiros e os profissionais responsáveis pelo assentamento, embora pareça simples, foi a forma de organização dos materiais e ferramentas nos locais destinados ao trabalho de colocação de pisos, partindo dos pedreiros e serventes, inclusive, a sugestão do local e forma de acomodação dos revestimentos cerâmicos em cada cômodo, como forma de facilitar o seu trabalho.

Observou-se, também, a satisfação dos pedreiros e serventes com o trabalho em ambiente limpo e organizado, condição que foi obtida a partir do implemento dos conceitos da ferramenta 5S da Lean Construction em parceria com as ideias sugeridas pelos próprios trabalhadores.

4.6 Remodelação do projeto

As alterações na paginação cerâmica buscaram melhorar o aproveitamento dos materiais, reduzir desperdícios e aprimorar a organização e eficiência durante a execução, garantindo maior alinhamento entre o planejamento e a realidade do canteiro de obras.

A seguir, são apresentadas as modificações realizadas em alguns ambientes da residência, com suas respectivas justificativas técnicas e visuais.

As alterações foram realizadas no banheiro social, no banheiro suíte, na garagem e na lavanderia, em razão de estes cômodos apresentarem as situações

mais críticas quando verificado o projeto arquitetônico de paginação original, sobretudo em relação às perdas e quantidades de pisos cerâmicos necessários para o assentamento.

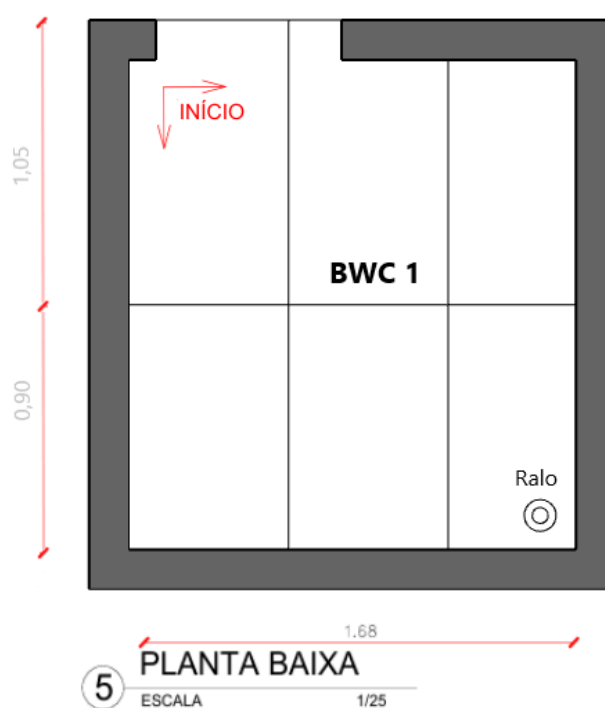
a) Banheiro Social

A alteração da paginação cerâmica no banheiro social foi realizada com o objetivo de otimizar o uso dos materiais, melhorar a estética do ambiente e reduzir as perdas. O projeto original apresentava uma disposição das peças que exigia um elevado número de cortes, especialmente nas extremidades, o que aumentava o desperdício de material e o tempo de execução.

Com a nova proposta, ilustrada na Figura 23, a paginação do piso foi ajustada para respeitar melhor as dimensões do ambiente e o módulo das peças, permitindo a execução com cortes mínimos e alinhamento contínuo.

A indicação de início de assentamento também foi planejada estrategicamente para garantir um fluxo de aplicação mais eficiente, a partir do canto oposto ao ralo.

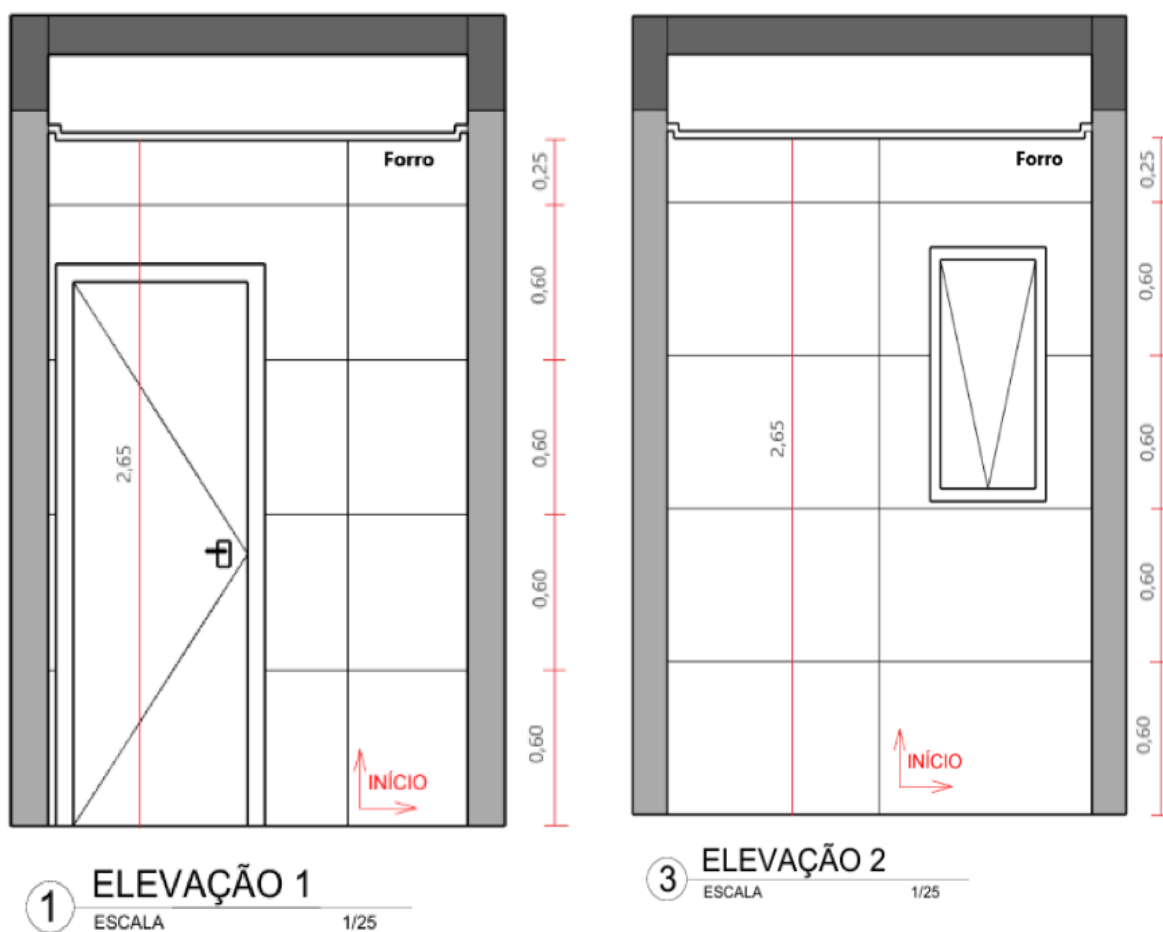
Figura 23 – Paginação BWC Social - Piso



Fonte: Autor (2025).

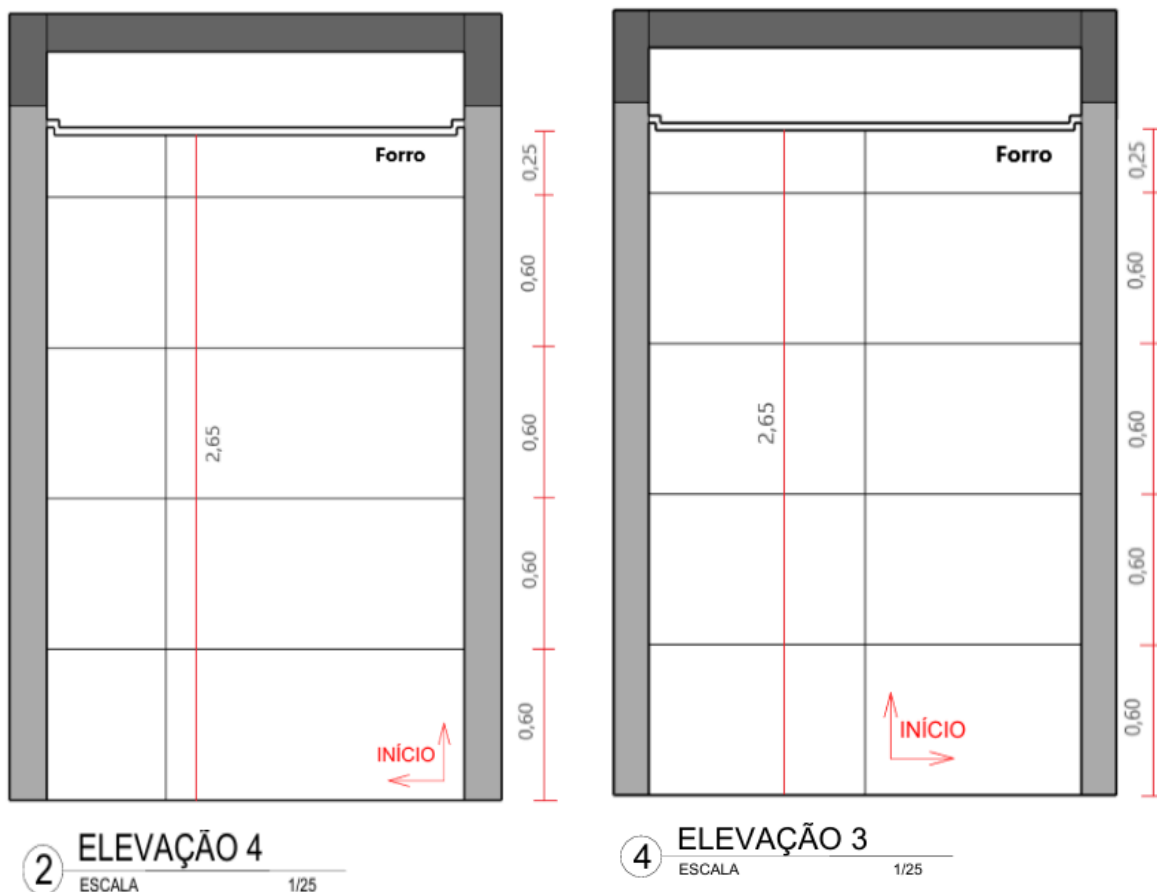
Além do piso, as quatro paredes do ambiente também passaram por reconfiguração de paginação, priorizando a repetição dos módulos de revestimento e a continuidade entre as elevações. As figuras 24 e 25 representam as quatro elevações do banheiro, cada uma com o ponto de partida definido e o sentido de assentamento das peças bem sinalizado, assegurando maior controle da execução e redução de perdas por recortes.

Figura 24 – Paginação BWC Social - Paredes



Fonte: Autor (2025).

Figura 25 – Paginação BWC Social - Paredes



Fonte: Autor (2025).

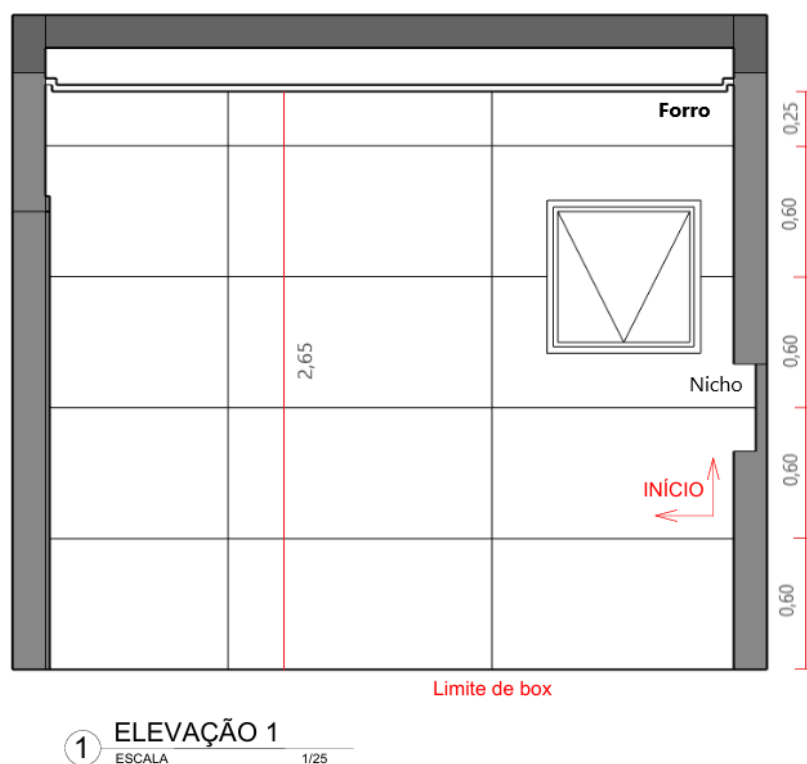
Essa solução resultou em maior harmonia visual, com linhas de assentamento mais limpas e contínuas, valorizando o ambiente. A decisão reforça os princípios do Lean Construction ao priorizar a eficiência, a redução de desperdícios e a melhoria da qualidade do acabamento.

b) Banheiro Suíte

No banheiro da suíte, a principal modificação ocorreu na paginação cerâmica das paredes. O projeto original previa o assentamento vertical das peças, o que resultaria em um número elevado de cortes, especialmente nas extremidades superiores, inferiores e nas aberturas (porta e janela), além de comprometer a uniformidade visual do revestimento.

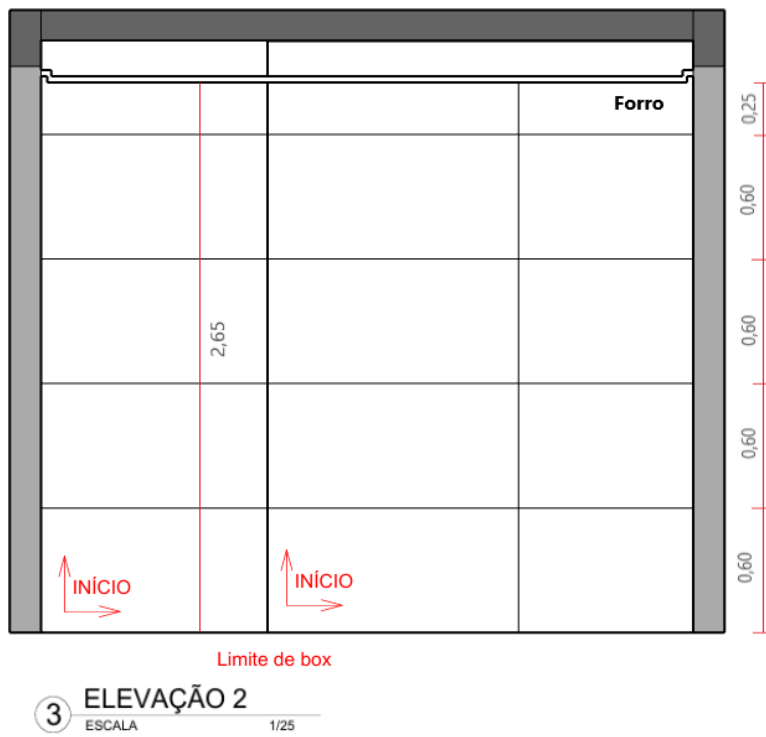
Com a nova proposta, representada nas Figuras 26 a 28, o sentido de assentamento foi alterado para o formato horizontal, alinhando melhor as peças às dimensões das paredes e reduzindo significativamente a quantidade de recortes. Essa reorientação também favoreceu a continuidade do revestimento entre as paredes, respeitando o limite do box e a presença de nichos, conforme observado nas elevações.

Figura 26 – Paginação BWC Suíte - Paredes



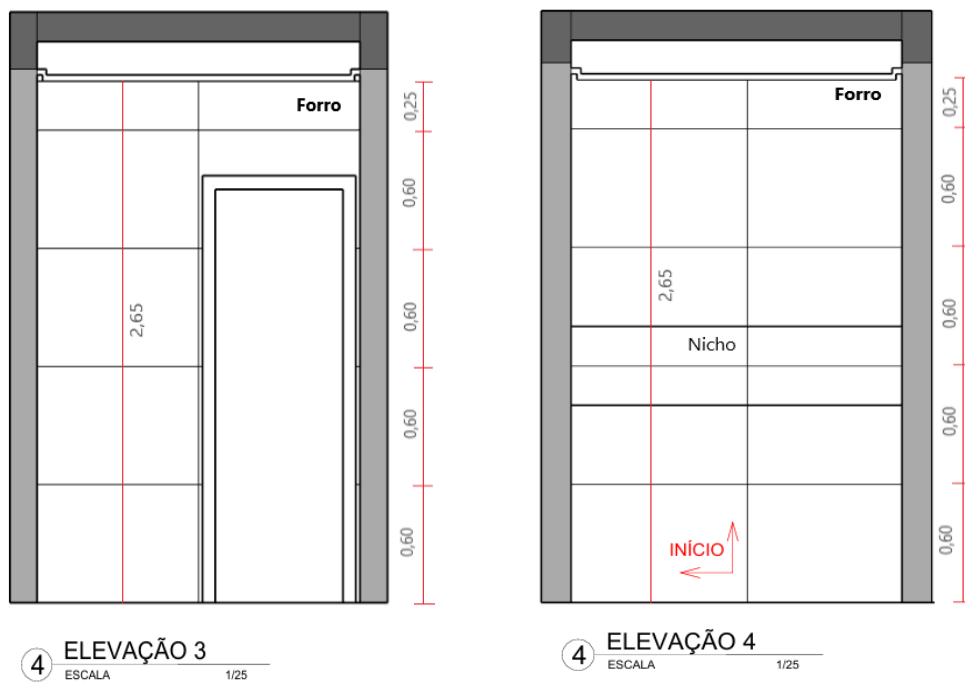
Fonte: Autor (2025).

Figura 27 – Paginação BWC Suíte - Paredes



Fonte: Autor (2025).

Figura 28 – Paginação BWC Suíte - Paredes



Fonte: Autor (2025).

4.7 Execução

4.7.1 Controle de execução

Como parte do método adotado neste estudo, foram utilizadas fichas de verificação específicas para o controle da qualidade na execução do serviço de assentamento de revestimentos cerâmicos. Essa ferramenta teve como objetivo padronizar as inspeções em campo, permitindo o acompanhamento sistemático das etapas e a conferência dos requisitos técnicos estabelecidos para a atividade.

A ficha foi aplicada durante a execução do revestimento nas áreas previstas no estudo de caso, sendo preenchida em momentos estratégicos: antes do início da aplicação, durante o assentamento e ao final do serviço. Entre os itens verificados estavam: as condições da base (reboco ou contrapiso), o tipo de argamassa utilizada, o nivelamento, o alinhamento das peças, o espaçamento entre juntas, o prumo das paredes e a limpeza final do revestimento, como demonstra as fichas de verificação:

Tabela 01 – Fichas de verificação - antes do início das atividades.

Item	Controle antes do início das atividades	(Ok)	(x)
1	Conclusão do reboco	()	()
2	Conclusão do contrapiso	()	()
3	Verificação dos desníveis (banheiros, lavanderia e sacada)	()	()
4	Conclusão das impermeabilizações	()	()
5	Disponibilidade de materiais (argamassas, niveladores e rejunte)	()	()
6	Verificação dos revestimentos	()	()

Fonte: Adaptado de CAMPANTE, MACIEL BAÍA.

Tabela 02 – Fichas de verificação - durante as atividades.

Item	Controle durante as atividades	(Ok)	(x)
1	Limpeza (superfície limpa, seca e isenta de poeira)	()	()
2	Definição da paginação	()	()
3	Prumo, esquadro e alinhamentos	()	()
4	Cura da argamassa	()	()
5	Rejunte	()	()
6	Limpeza	()	()

Fonte: Adaptado de CAMPANTE, MACIEL BAÍA.

O uso dessa ferramenta permitiu maior controle sobre a conformidade do serviço, auxiliando na identificação de desvios e na tomada de ações corretivas de forma ágil. Além disso, a prática está alinhada aos princípios da filosofia Lean Construction, especialmente no que se refere à prevenção de falhas, à garantia da qualidade na fonte e à redução de retrabalhos.

A implementação das fichas de verificação contribuiu também para o registro e rastreabilidade das atividades executadas, servindo como documentação de apoio para a avaliação do desempenho da equipe e para a análise dos resultados obtidos com as melhorias propostas no projeto de paginação cerâmica.

4.8 Levantamento de dados para o estudo

Para elaborar uma estimativa das perdas que seriam ocasionadas com base no projeto original de paginação, é adotado como parâmetro o índice de perdas por corte estabelecido por Silva (2003), no importe de 2% a 5% do total de material instalado.

A coleta de dados para este estudo deu-se da seguinte forma: para cada cômodo da residência unifamiliar em estudo, foi realizada uma estimativa da quantidade de pisos necessária para o respectivo assentamento, considerando as possíveis perdas por corte, tanto na paginação original quanto na repaginação.

Para cada cenário, foram apuradas as quantidades necessárias de revestimentos cerâmicos para cobrir a área do cômodo, com base na área coberta por cada peça cerâmica e levando-se em consideração a paginação sugerida.

Para elaborar uma estimativa das perdas que seriam ocasionadas em cada um dos cenários, é adotado como parâmetro os índices de perdas por corte e por quebra estabelecidos por Silva (2003), no importe de 2% a 5% do total de material instalado para as perdas por corte e entre 3% e 7% do total de revestimentos cerâmicos adquiridos para as perdas por quebras.

No caso do estudo, será adotado o índice mais crítico possível para a mensuração das possíveis perdas por corte ou quebra, ou seja, 12%.

As estimativas foram feitas com auxílio da tabela 03.

Tabela 03 – Quantitativo

Proposta de paginação				
CÔMODO	MODELO	QUANT. (m ²) + 12% (perdas por corte e quebra)	QUANT. DE PEÇAS	QUANT. DE PEÇAS (Devido a paginação)

Fonte: Autor (2025).

4.9 Comparação entre as propostas

A análise comparativa entre a proposta original de paginação e a proposta remodelada foi fundamental para compreender os impactos práticos da aplicação dos conceitos de Lean Construction, especialmente no que se refere à redução de perdas e à otimização do uso de materiais cerâmicos em obras residenciais. A remodelagem da paginação teve como base os princípios do Last Planner System, aliados à organização e padronização promovidas pelo Sistema 5S, resultando em ganhos mensuráveis de eficiência.

Nos ambientes internos, banheiro social e banheiro suíte, foi mantido o mesmo revestimento cerâmico (Eliane Munari AC RET 60 x 120 cm), o que permitiu uma comparação direta entre as propostas em termos de perdas por paginação. A diferença observada entre as duas abordagens é significativa e evidencia o impacto do planejamento na fase de projeto.

4.10 Apuração dos resultados

A apuração das perdas e do quantitativo de peças cerâmicas foi obtida a partir dos dados inseridos na tabela 03 do item 4.2 Levantamento de dados para o estudo.

Foram geradas duas tabelas (tabela 04 e 05), uma correspondente ao projeto original de paginação para os cômodos objeto do estudo (banheiro social, banheiro suíte, garagem e lavanderia) e outra para o projeto de repaginação, para os mesmos ambientes.

Tabela 04 – Quantitativo - Proposta original e repaginação.

Proposta original de paginação x repaginação						
	MODELO	QUANT. (m ²) + 12% (perdas por quebra e corte)	QUANT. DE PEÇAS	QUANT. DE PEÇAS (paginação original)	QUANT. DE PEÇAS (repaginação)	Varição (%)
Banheiro Social	Eliane Munari AC RET 60 x 120 cm	25m ²	35	59	36	38,98%
Banheiro suíte	Eliane Munari AC RET 60 x 120 cm	35m ²	49	67	47	29,85%
Garagem	Eliane Munari Ext Ret 60 x 120 cm	27,11m ²	38	46	39	15,21%
Lavanderia	Eliane Munari Ext Ret 60 x 120 cm	7,66m ²	11	14	12	14,28%

Fonte: Autor (2025).

A partir dos dados inseridos na tabela 04, analisando por cômodo, constata-se que no banheiro social, com a versão original da paginação, para cobrir a área do banheiro social (22,16 m²) seriam consumidas 59 peças do piso com medida 60 x 120 cm e com a nova proposta de paginação, o total de pisos cerâmicos utilizados caiu para 36 peças, ou seja, uma redução na ordem de 38,98% (trinta e oito vírgula noventa e oito por cento), o que representa uma economia, não só de pisos cerâmicos, mas de todos os insumos envolvidos no processo de execução, assim como do tempo destinado ao assentamento do revestimento cerâmico, além da economia financeira.

Se observar o índice de perdas por quebra e corte por cômodo (12%), pode-se constatar que no banheiro social, considerando a paginação original,

seriam descartados como resíduos, 07 (sete) pisos cerâmicos, ao passo que na repaginação este quantitativo cairia para 4,3 (quatro vírgula três) pisos, o que corresponde a uma redução de 38,28% para descarte.

No banheiro suíte, com a versão original da paginação, para cobrir a área do banheiro social (31,31 m²) seriam consumidas 67 peças do piso com medida 60 x 120 cm e com a nova proposta de paginação, o total de pisos cerâmicos utilizados caiu para 47 peças, ou seja, uma redução na ordem de 29,85% (vinte e nove vírgula oitenta e cinco por cento), o que representa uma economia, não só de pisos cerâmicos, mas de todos os insumos envolvidos no processo de execução, assim como do tempo destinado ao assentamento do revestimento cerâmico e de recursos financeiros.

Considerando o índice de perdas por quebra e corte por cômodo (12%), pode-se constatar que no banheiro suíte, com a paginação original, seriam descartados como resíduos, 08 (oito) pisos cerâmicos, ao passo que na repaginação este quantitativo cairia para 5,64 (cinco vírgula sessenta e quatro) pisos, o que corresponde a uma redução de 29,5% de resíduos para serem descartados.

Já em relação à garagem e lavanderia, com a versão original da paginação, para cobrir a área dos ambientes (33,66 m²) seriam consumidas 60 peças do piso com medida 60 x 120 cm e com a nova proposta de paginação, o total de pisos cerâmicos utilizados caiu para 51 peças, ou seja, uma redução na ordem de 15% (quinze por cento), caracterizando economia de revestimento cerâmico, de insumos, tempo para assentamento e de recursos financeiros.

A partir do índice de perdas por quebra e corte por cômodo (12%), pode-se constatar que na garagem e lavanderia, com a paginação original, seriam descartados como resíduos, 7,2 (sete vírgula dois) pisos cerâmicos, ao passo que na repaginação este quantitativo cairia para 6,12 (seis vírgula doze) pisos, o que corresponde a uma redução de 15% de resíduos para descarte na obra.

De um modo geral, considerando todos os ambientes em que houve a repaginação do revestimento cerâmico, pela paginação original seriam necessárias 186 peças de piso cerâmico, ao passo que na repaginação efetuada este quantitativo foi reduzido a 134 peças de piso cerâmico, o que corresponde a uma redução na ordem de 27,92% (vinte e sete vírgula noventa e dois por cento), o que

implica a redução global das despesas com insumos, mão de obra e tempo destinados ao assentamento.

Além disso, as perdas por cortes e quebra que seriam originadas a partir da paginação original representaria o descarte de 22,22 peças de pisos cerâmicos, enquanto na repaginação este índice foi reduzido a 16,06, correspondendo a uma redução total na ordem de 27,72% vinte e sete vírgula setenta e dois por cento).

Os índices de redução obtidos a partir da comparação entre o quantitativo de peças de piso cerâmico necessário para o assentamento nos cômodos objeto de estudo no presente trabalho, considerando a paginação original sugerida pelo projeto arquitetônico e o de repaginação sugerido revelou que o resultado para a adoção da nova paginação foi muito bom.

A sugestão para melhorar e otimizar os resultados obtidos é fazer um projeto de paginação para o assentamento de pisos cerâmicos mais racional e previamente estudada, o que pode evitar cortes excessivos e retrabalhos durante a execução, além de facilitar a logística de compra e armazenamento de materiais. Tais benefícios estão diretamente alinhados aos pilares do Lean Construction, que busca agregar valor ao cliente por meio da eliminação de perdas, da melhoria contínua e do planejamento colaborativo.

Exemplo disto, foi a estratégia adotada para a repaginação da garagem e lavanderia. Na proposta original, adotou-se o modelo Eliane Munari Ext RET 60 x 120 cm e na proposta remodelada, optou-se pelo revestimento Eliane Metrópole Ext RET 84 x 84 cm.

A escolha por peças de maior dimensão e formato mais quadrado (84 x 84 cm) teve como propósito reduzir o número de recortes, melhorar o aproveitamento da área útil e facilitar o alinhamento durante a execução. Essa mudança contribuiu para a minimização das perdas por paginação e do tempo de instalação, promovendo uma execução mais ágil e limpa. Além disso, a maior uniformidade no assentamento contribui para uma estética mais satisfatória.

Dessa forma, a substituição estratégica do revestimento cerâmico representa uma decisão alinhada ao pensamento enxuto, priorizando soluções que favoreçam a produtividade, a previsibilidade e a redução de custos. Essa abordagem reforça a importância do planejamento detalhado como ferramenta essencial na busca por melhores resultados em canteiros de obras, tanto do ponto de vista técnico quanto econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema do lean construction, aborda ferramentas, métodos e conceitos, os quais estão voltados para uma simples ideia, que é a melhoria contínua dos processos de produção.

A origem do termo lean, tem como principal referência o Sistema Toyota de produção, no qual seus processos visam nas identificações de erros, melhorar o sistema de produção, identificando, estudando, para a realização de um planejamento que evite esses erros e reduza as perdas do processo produtivo.

As melhorias advindas da implantação das ferramentas da Lean Construction no caso em estudo mostraram-se viáveis e promissoras, impactando positivamente no orçamento global da obra, haja vista a mitigação das perdas com a repaginação efetuada.

Considerando os índices de perdas obtidos a partir da comparação entre as duas paginações sugeridas (pelo projeto arquitetônico original e pela repaginação), pode-se constatar que os resultados obtidos, por si só, justificam o estudo da paginação originalmente sugerida para verificar a possibilidade de melhora, sobretudo para que seja elaborado um orçamento global da obra com mais precisão, pois não haverá excesso e nem faltará revestimentos cerâmicos, bem como haverá a redução nos resíduos a serem descartados.

Quando analisados os resultados da pesquisa em relação à redução das perdas e do quantitativo necessário de pisos cerâmicos, é possível ter uma visão de todo o processo de assentamento do revestimento cerâmico, a partir da paginação, isso pode ser muito útil na hora de fazer um cronograma e/ou orçamento.

A partir destes valores, a empresa poderá saber o tempo e o custo de todo o sistema de revestimento cerâmico, ou seja, o tempo gasto para o assentamento e a quantidade de material utilizado, como, piso, azulejo, argamassa colante e rejunte.

Para trabalhos futuros, a sugestão que fica é um estudo dos impactos das ferramentas da Lean Construction em uma situação de repaginação, não somente na redução das perdas de pisos cerâmicos, mas também em relação ao ganho de produtividade dos trabalhadores e diminuição das perdas dos demais insumos relacionados ao assentamento de pisos cerâmicos, tais como, argamassa, rejunte e espaçadores.

6 BIBLIOGRAFIA

BALLARD, G.; HOWELL, G. A. An Update on Last Planner. 11ª Conferência Anual do Grupo Internacional de Lean Construction. Blacksburg, Virginia: [s.n.]. 2003.

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

BRANDÃO, L. F.; FERREIRA, C. M. Aplicação da produção enxuta: benefícios e desafios em ambientes industriais. *Revista de Engenharia e Tecnologia Aplicada*, v. 12, n. 1, p. 45–59, 2024.

CARVALHO, C. W. C. *Análise do status do processo de transformação digital nas empresas fabricantes de estruturas metálicas*. São Paulo: Universidade de São Paulo – Construlnova, 2024.

ESTEVES, I. C. A. *Empresas da construção civil brasileira e o PBQP-H: uma revisão sistemática*. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2024. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/35421>. Acesso em: 21 maio 2025.

FERREIRA, R. T.; LIMA, J. P. Cultura Lean e sua influência na produtividade da construção civil: um estudo de caso. *Revista Engenharia e Sustentabilidade*, v. 8, n. 2, p. 45–59, 2024.

FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L.; HIROTA, E. H. *Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu uso na gestão da produção*. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 1999.

HASAN, Abid; SHRESTHA, Asheem; KUMAR, Neeraj Jha. *Construction company management* London: Routledge, 2024.

HOWELL, G.; BALLARD, G. (1994) Implementing lean construction: Reducing Inflow Variation. In: ALARCÓN, L. (Ed.) *Lean construction*. A.A. Balkema, Rotterdam, p.93-100, 1997.

KOSKELA, L. Theory of Lean construction. In Patricia Tzortzopoulos, Mike Kagioglou, Lauri Koskela (eds). Lean construction: Core concepts and new frontiers. New York: Routledge, 2020.

KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. Stanford: Stanford University, 1992.

LIMA, D. R.; COSTA, V. H. Produção enxuta em setores não industriais: uma revisão sistemática de literatura. *Revista Brasileira de Gestão e Sustentabilidade*, v. 10, n. 4, p. 112–130, 2023.

LIMA, M. L. R. de; FORMOSO, C. T. *Estratégias para redução de perdas de materiais em empresas de pequeno porte do setor da construção civil*. In: ENTAC, 1999.

LIMA, R. A.; OLIVEIRA, D. S. Aplicação das ferramentas Lean na construção civil: estudo sobre o uso do Last Planner System e do 5S em obras públicas. *Revista Gestão e Engenharia*, v. 10, n. 2, p. 66–81, 2024.

MACHADO, H. B.; BRANDSTETTER, M. C. G. de O. A fragmentação na indústria da construção civil: a importância das habilidades e competências, uma revisão sistemática da literatura. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 6, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4311>. Acesso em: 21 maio 2025.

MACHADO, J. R. et al. Barreiras e estratégias para a implantação da produção enxuta: estudo em empresas brasileiras. *Revista Gestão Contemporânea*, v. 21, n. 3, p. 233–248, 2023.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. Metodologia Científica. 8. ed. Barueri, Atlas, 2022.

MARTINS, L. B. et al. Implementação do Last Planner System como ferramenta de planejamento colaborativo em obras verticais. *Revista Engenharia e Construção*, v. 11, n. 1, p. 102–118, 2024.

MARTINS, L. B.; SOUZA, F. A. Aplicação das ferramentas Lean na melhoria da produtividade em obras residenciais. *Revista de Gestão em Construção*, v. 10, n. 1, p. 78–91, 2024.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, P. P.; SOUZA, G. T. D. Inovações e tendências de materiais sustentáveis na construção civil: uma revisão bibliográfica. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 12, n. 3, 2024. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/3234>. Acesso em: 21 maio 2025.

OLIVEIRA, V. R. et al. Impacto do Last Planner System na gestão de obras públicas: avaliação de resultados. *Revista Brasileira de Engenharia Civil*, v. 14, n. 3, p. 101–115, 2024.

PEREIRA, S. S. et al. Inovações na engenharia civil: uma análise das novas tendências em materiais de construção. *Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 12, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/11169>. Acesso em: 21 maio 2025.

PINTO, T. P. *Manual de planejamento e controle de obras*. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

RODRIGUES, William C. *Metodologia Científica*. Paracambi: FAETEC/IST, 2007.

SANTOS, M. A.; ALMEIDA, G. C. A integração do sistema 5S com o planejamento de obras: estudo de caso em canteiro de médio porte. *Revista de Construção Sustentável*, v. 8, n. 3, p. 59–70, 2023.

SANTOS, M. A.; CARVALHO, G. F. Integração do sistema 5S e Last Planner System para otimização da produtividade no canteiro de obras. *Revista de Construção e Engenharia*, v. 9, n. 4, p. 120–135, 2023.

SILVA, A. L. E., Reis, L. V., DOS SANTOS, L. M. A. L., SANDIM, M., & PEREIRA, Z. I. S. Percepção e análise do programa 5S em uma empresa prestadora de serviço. *Revista GEPROS*, v. 11, n. 3, p. 23, 2016.

SILVA, A. C.; OLIVEIRA, F. R. Ferramentas da produção enxuta e seus impactos na eficiência operacional. *Revista de Engenharia de Produção*, v. 17, n. 2, p. 88–101, 2024.

SILVA, Edson Neves da; MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito. Proposta de um sistema de gestão integrando os princípios da construção enxuta (Lean Construction) aos aspectos da gestão da qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, com o foco nas empresas de pequeno porte da construção civil, 2021.

SILVA, M. G. *Análise de perdas de materiais em canteiros de obras de edificações verticais*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

SILVA, T. C.; ALMEIDA, D. F. Organização e produtividade: aplicação do 5S em canteiros de obras. *Revista Multidisciplinar de Engenharia*, v. 11, n. 2, p. 55–69, 2023.

SINGH, Arpit; KUMAR, Vimar; MITTAL, Ankesh; VERMA, Pratima. Identifying critical challenges to lean construction adoption. *Construction Innovation*. 24(1), 2023: 17-42. ISSN: 1471 -4175.

SOUZA, R. A.; SANTOS, D. M. Produção enxuta: fundamentos, princípios e aplicação prática. *Caderno Técnico em Engenharia de Produção*, v. 9, n. 4, p. 21–34, 2023. Disponível em: <https://cteproducao.com.br/artigos/2023/lean>. Acesso em: 21 maio 2025.

SOUZA, V. F.; LIMA, T. H. O. A importância da organização do canteiro de obras com base na metodologia 5S. *Revista Multidisciplinar em Construção Civil*, v. 10, n. 1, p. 33–45, 2023.

SUKDEO, N; RAMDASS, K; PETJA, G. Application of 7s methodology: A systematic approach in a bucket manufacturing organisation. *South African Journal of Industrial Engineering*. Joanesburgo, v. 31, n. 4, p. 178-193.

YIN, R. K., Estudo de Caso: Planejamento e Métodos; trad. Daniel Grassi – 2ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAPPILE, J. C. M. *Desenvolvimento de sensor baseado em IoT para monitoramento contínuo das propriedades do concreto moldado in loco*. São Paulo: Universidade de São Paulo – Construlnova, 2023. Disponível em: <https://sites.usp.br/construinova>. Acesso em: 21 maio 2025.