



BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ADRYANNA ALEXANDRE PONTES FERREIRA

**ESTUDO DAS TECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DO PROCESSO
CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO CERÂMICO**

PORTO ALEGRE

2022

ADRYANNA ALEXANDRE PONTES FERREIRA

**ESTUDO DAS TECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DO PROCESSO
CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO CERÂMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Ritter dos Reis da Ânima Educação, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Eduardo Cesar Pachla

PORTO ALEGRE

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

ADRYANNA ALEXANDRE PONTES FERREIRA

**ESTUDO DAS TECNOLOGIAS APLICADAS À GESTÃO DO PROCESSO
CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO CERÂMICO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Ritter dos Reis.

Porto Alegre, 15 de novembro de 2022.

Prof. e orientador Eduardo Cesar Pachla, Dr.
Centro Universitário Ritter dos Reis

Prof. Diego Marisco Perez
Centro Universitário Ritter dos Reis

Dedico este trabalho ao meu amado
pai.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade de cursar a graduação em Engenharia Civil, e por estar completando com êxito essa etapa de estudo. Também agradeço a minha família pelo apoio e incentivo.

Agradeço ao meu orientador pela parceria, compreensão, orientação e apoio durante o desenvolvimento desse trabalho, e expresso também meus agradecimentos às contribuições de colegas e amigos.

Agradeço a todos os professores que me instruíram durante a graduação e que me ajudaram nessa jornada me capacitando para exercer a profissão de Engenheira Civil.

Por fim agradeço a todos que direta ou indiretamente participaram da minha formação acadêmica, e em especial, no processo de construção do trabalho de conclusão de curso.

*“A ciência pode nos divertir e fascinar, mas é
a engenharia que muda o mundo”.*

Isaac Asimov
(escritor e cientista americano)

RESUMO

O sistema de revestimento cerâmico compreende uma das etapas finais da construção de um empreendimento estando intrinsecamente ligado à entrega final do produto, principalmente no que se refere à estética, proteção e eficiência dos ambientes onde for aplicado. A precariedade no domínio do conhecimento técnico somado a variedade de materiais disponíveis no mercado, escolha do ferramental ideal, falta de habilidade da mão de obra, dependência e incompatibilidade do sistema de revestimento empregado com as etapas anteriores da obra, podem comprometer e gerar muita dificuldade na gestão dessa fase da obra. Incidindo no aumento de custos com perdas e desperdícios de mão de obra, material e atrasos no canteiro de obras. Assim, o presente estudo de caso buscou identificar por meio de uma breve revisão de literatura, em materiais já publicados, quais as principais tecnologias recomendadas na literatura para a gestão do processo construtivo do revestimento cerâmico. Os resultados da pesquisa, baseados nos princípios da filosofia *Lean Construction* e na obra residencial analisada, demonstraram que é imprescindível à gestão dessa fase da obra, contar com projeto de paginação para um perfeito planejamento dos quantitativos de materiais e sequenciamento do assentamento. Além disso, a engenharia deve atentar para a seleção adequada de equipamentos de corte, emprego de mão de obra qualificada, coordenação do sequenciamento correto dos serviços, evitar o tráfego excessivo de materiais e pessoas nos ambientes em que o revestimento do piso tenha sido concluído e entregue. Esse estudo de caso tratou especificamente do assentamento de porcelanato de grandes dimensões.

Palavras-chave: Gestão Canteiro de Obra. Revestimento Cerâmico. *Lean Construction*.

ABSTRACT

The ceramic covering system comprises one of the final stages of the construction of an enterprise and is intrinsically linked to the final delivery of the product, especially with regard to aesthetics, protection and efficiency of the environments where it is applied. The precariousness in the domain of technical knowledge added to the variety of materials available in the market, choice of the ideal tooling, lack of skill of the workforce, dependence and incompatibility of the covering system used with the previous stages of the work, can compromise and generate a lot of difficulty in the management of this phase of the work. Focusing on increased costs with losses and waste of labor, material and delays at the construction site. Thus, the present case study sought to identify, through a brief literature review, in materials already published, which are the main technologies recommended in the literature for the management of the construction process of ceramic tile. The research results, based on the principles of the Lean Construction philosophy and on the residential work analyzed, showed that it is essential for the management of this phase of the work to have a pagination project for a perfect planning of the quantities of materials and sequencing of the settlement. In addition, engineering must pay attention to the proper selection of cutting equipment, employment of qualified labor, coordination of the correct sequencing of services, avoiding excessive traffic of materials and people in environments where the floor covering has been completed and delivered. This case study dealt specifically with the laying of large porcelain tiles.

Keyword: Construction Site Management. Ceramic Covering. Lean Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Placa cerâmica extrudada, tardo branco mono-orientado.....	24
Figura 2: Placa cerâmica prensada, tardo vermelho polidirecionado	24
Figura 3: Sistema de revestimento cerâmico para parede	26
Figura 4: Sistema de revestimento cerâmico para piso	27
Figura 5: Técnica de sarrafeamento do reboco	29
Figura 6: Processo de sarrafeamento do contrapiso	30
Figura 7: Juntas de movimentação, assentamento, dessolidarização e estruturais..	32
Figura 8: Espaçadores: clipe e cunha	32
Figura 9: Alicates de pressão.....	33
Figura 10: Assentamento de piso com uso de espaçadores do tipo clipe e cunha ...	33
Figura 11: Remoção do espaçador	34
Figura 12: Ponto inicial da paginação	35
Figura 13: Distribuição das peças inteiras.....	36
Figura 14: Distribuição das peças cortadas.....	36
Figura 15: Direção do assentamento com linha mestra.....	37
Figura 16: Projeto de paginação de piso	37
Figura 17: Projeto de paginação de parede	38
Figura 18: Modelo de processo da Construção Enxuta	39
Figura 19: Duas formas de planejar uma mesma obra hipotética.....	42
Figura 20: Execução de verga	43
Figura 21: Cuidados na retirada da caixa	22
Figura 22: Cuidados com deslocamento em pequenas distâncias	22
Figura 23: Cuidados com armazenagem na obra.....	23
Figura 24: Carrinho com rodízios para deslocamento de porcelanatos de grandes dimensões	23
Figura 25: Espalhamento da argamassa e retirada do carrinho com auxílio das ventosas	24
Figura 26: Assentamento do porcelanato de grandes dimensões	24
Figura 27: Corte de porcelanato com bordas picotadas	25
Figura 28: Máquina riscadora manual	26
Figura 29: Profissional riscando a peça de porcelanato com riscador	26

Figura 30: Movimento de quebra da peça após marcação com riscador.....	27
Figura 31: Corte de porcelanato com uso de serra elétrica	27
Figura 32: Execução da primeira etapa de corte do porcelanato com uso de serra elétrica	28
Figura 33: Execução da segunda etapa de corte do porcelanato com uso de serra elétrica	28
Figura 34: Execução da terceira etapa de corte do porcelanato com uso de serra elétrica	29
Figura 35: Serra elétrica de bancada para corte de porcelanatos de grandes dimensões	29
Figura 36: Realização do corte em serra elétrica de bancada.....	30
Figura 37: Remoção de revestimento de parede.....	31
Figura 38: Diferença de alturas na execução da paginação da parede	32
Figura 39: Placa cerâmica com excesso de argamassa.....	33
Figura 40: Placa cerâmica com argamassa espalhada com desempenadeira dentada	33
Figura 41: Máquinas, ferramentas e acessórios para execução revestimento	34
Figura 42: Fachada da Residência.....	37
Figura 43: Corte no reboco para embutimento do rodapé	39
Figura 44: Execução de grelha oculta	40
Figura 45: Ralo oculto	41
Figura 46: Instalação de ralo oculto	41
Figura 47: Assentamento do porcelanato na garagem	42
Figura 48: Alinhamento do piso no pavimento térreo	44
Figura 49: Alinhamento do piso no pavimento superior	44
Figura 50: Recortes defeituosos e picotados	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantitativo planejado: pavimento térreo	43
Tabela 2: Quantitativo planejado: pavimento superior	43
Tabela 3: Incremento no custo do revestimento	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação das placas cerâmicas quanto a absorção de água e conformação	22
Quadro 2: Classe comercial e m função dos grupos de absorção de água	24

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
cm	Centímetro
GL	Superfície esmaltada (placa cerâmica)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	International Organization for Standardization
m ²	Metro quadrado
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PEI	Porcelain Enamel Institute
PIB	Produto Interno Bruto
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
STP	Sistema Toyota de Produção
UGL	Superfície não esmaltada (placa cerâmica)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	18
1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 Objetivo Geral	19
1.3.2 Objetivos Específicos	19
1.4 JUSTIFICATIVA.....	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 REVESTIMENTO CERÂMICO.....	21
2.1.1 Conceitos do Revestimento Cerâmico	21
2.1.2 Classificação das placas cerâmicas	22
2.2 PROCESSO CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO CERÂMICO.....	26
2.2.1 Substrato ou base	27
2.2.2 Chapisco e emboço	27
2.2.3 Contrapiso	29
2.2.4 Argamassa colante	30
2.2.5 Juntas	31
2.2.6 Projeto de paginação	34
2.3 MODELO DE GESTÃO <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	39
2.3.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	40
2.3.2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	41
2.3.3 Reduzir a variabilidade	41
2.3.4 Reduzir o tempo de ciclo	42
2.3.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes	43
2.3.6 Aumentar a flexibilidade de saída	18

2.3.7 Aumentar a transparência do processo.....	18
2.3.8 Focar o controle no processo global	19
2.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo.....	19
2.3.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	20
2.3.11 Fazer <i>benchmarking</i>	20
2.4 PERDAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO	20
2.4.1 Perdas, custos e desperdícios	20
2.4.2 Não conformidades na execução	30
2.4.3 Produtividade e treinamento da mão de obra	33
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	35
3.2 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	36
4 ESTUDO DE CASO	37
4.1 OBRA RESIDENCIAL ANALISADA	37
4.2 QUANTITATIVO PLANEJADO	42
4.3 QUANTITATIVOS UTILIZADOS	45
4.4 DESPERDÍCIOS	46
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO A – PLANTA BAIXA EXECUTIVA	55
ANEXO B – PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR	56
ANEXO C - TELHADO	57
ANEXO D – CORTES.....	58
ANEXO E – DETALHAMENTO PAVIMENTO SUPERIOR.....	62
ANEXO F – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PORCELANTO HELENA.....	63

1 INTRODUÇÃO

Esse estudo propõe uma discussão sobre a gestão do canteiro de obras em relação à etapa de execução do revestimento cerâmico. Através de um levantamento bibliográfico se buscará analisar as características e as tecnologias disponíveis para gestão dessa etapa de obra, destacando a preocupação com a coordenação de projetos, racionalização de processos construtivos e a padronização de procedimentos.

Neste contexto serão abordadas tecnologias de gestão tais como o *Lean Construction* (Construção Enxuta) e outras que visem o aumento da produtividade e a diminuição das perdas no setor da construção civil, especificamente na etapa de assentamento dos revestimentos cerâmicos (THEISSEN, 2018).

Conforme Borges e Santos (2021) o princípio da *Lean Construction* enuncia que a redução das atividades que não agregam valor e a melhoria contínua são duas premissas que devem fazer parte da gestão de obras de uma construtora que pretende aplicar essa filosofia. Além desses princípios a plena aplicação do método exige uma ampliação de outras estratégias de gestão.

Dentre as principais estratégias de gestão associadas ao *Lean Construction* Borges e Santos (2021) enumeram: a redução da variabilidade; o aumento do valor do produto levando em consideração as necessidades dos clientes; a diminuição dos tempos de ciclo; a simplificação dos processos executivos com a diminuição do número de passos ou etapas; o aumento da flexibilidade na execução; o incremento da transparência; foco no controle do processo global; balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões e a realização de *benchmarking*¹.

Na visão de Padoan Filho (2013) uma obra terá melhor desempenho se durante todas as etapas, do projeto à fabricação, mantiver um planejamento gerido sob um sistema de qualidade. O autor cita como exemplo, a implantação do SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade) baseado no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) ou na ISO 9001, ou seja, segundo o autor a adoção de estratégias eficazes de gestão garantem benefícios operacionais financeiro-administrativos, e benefícios junto aos clientes e funcionários.

¹ *Benchmarking* é uma análise estratégica das melhores práticas usadas por empresas do mesmo setor. *Benchmarking* vem de '*benchmark*', que significa 'referência', e é uma ferramenta de gestão que objetiva aprimorar processos, produtos e serviços, gerando mais lucro e produtividade (CASTRO, 2020).

Como benefícios operacionais o autor destaca maior organização e padronização de processos, redução de desperdícios e retrabalhos, melhoria no gerenciamento da obra, redução das não conformidades, definição clara de responsabilidades, aumento da produtividade e redução no prazo de entrega. Entre os benefícios financeiro-administrativos destaca maior facilidade de conseguir financiamento, aumento de competitividade, redução de custos e o aumento da lucratividade (PADOAN FILHO, 2013).

Em relação aos benefícios relacionados aos clientes tem-se a diminuição do número de reclamação pós-obra, melhoria da imagem da empresa, redução do preço do imóvel, etc. e, em relação à mão de obra, uma melhora na conscientização, qualidade e qualificação do trabalhador, melhoria da saúde e segurança do trabalhador no canteiro de obras, diminuição da rotatividade e absenteísmo e aumento da satisfação com o trabalho (PADOAN FILHO, 2013).

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O segmento da construção civil no Brasil, nos últimos anos, segundo Theissen (2018), vem procurando meios de aperfeiçoar seus processos produtivos, visando reduzir as perdas, aumentar a produtividade da mão de obra, melhorar a qualidade final do produto, reduzir custos, atender prazos de entrega, etc..

Sendo assim a problemática que o presente estudo almeja responder é: Quais as principais tecnologias recomendadas na literatura para gestão do processo construtivo do revestimento cerâmico visando impactar positivamente a produtividade e a qualidade final da obra?

1.2 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O estudo ora apresentado será delimitado pela a análise da literatura científica, publicada nos últimos cinco anos, disponíveis em revistas científicas especializadas no ramo da Engenharia Civil, e, em repositório de bibliotecas acadêmicas online, cujas publicações estejam disponibilizadas na íntegra e em português.

1.3 OBJETIVOS

Visando a melhor compreensão do estudo, os objetivos estão segmentados em duas categorias, conforme segue.

1.3.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo geral, analisar identificar as melhores práticas atualmente aplicadas e divulgadas na literatura científica especializada, indicada para o processo construtivo do revestimento cerâmico.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os processos envolvidos no assentamento de revestimentos cerâmicos através de referencial teórico;
- b) Identificar na literatura quais as tecnologias disponíveis e indicadas para gestão do processo construtivo do revestimento cerâmico;
- c) Caracterizar as principais falhas que podem ocorrer durante o processo construtivo do revestimento cerâmico;
- d) Identificar a partir de estudo de caso os problemas gerados pela falta de gestão durante a execução de revestimentos cerâmicos.

1.4 JUSTIFICATIVA

Conforme o Novo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED) do Ministério do Trabalho e Previdência, o setor da construção civil no Brasil registrou em junho 2022 o estoque de 2.492.936 postos de empregos formais na construção civil. O setor da construção civil em 2021 perdeu participação no PIB nacional chegando à marca de 2,6%. A expectativa do PIB para o ano de 2022 é de atingir a cota de 2% a 2,5%, muito abaixo do seu potencial, segundo o presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (CBIC, 2022).

Segundo o presidente da CBIC o aumento atual dos preços dos insumos ultrapassou o aumento da produção, diminuindo a rentabilidade das empresas,

gerando o malefício da retração da oferta do número de vagas no setor e uma menor participação da construção civil na alavancagem da economia brasileira, mesmo assim, a construção civil continua sendo uma potente ferramenta de inclusão social, por meio do emprego e geração de renda para a população (REVISTA CONSTRUSUL, 2022).

No entanto, conforme argumentam Cunha (2020) Borges e Santos (2021) a indústria da construção brasileira, mesmo tendo grande expressividade econômica ainda é extremamente artesanal e informal, apresenta altos índices de rotatividade, desperdícios e atrasos na identificação das falhas nos processos construtivos. Em vista disto, a realização de uma investigação das principais modalidades de gestão tais como a *Lean Construction* conforme sugerem os autores Borges e Santos (2021) ampliam o entendimento sobre a necessidade da indústria da construção civil evoluir em seu setor produtivo.

Nesse sentido a proposta desse estudo de revisão de literatura visa identificar e analisar exemplos de gestões de canteiros de obras no que se referem à escolha dos materiais, definições de projeto, armazenamento, movimentação e execução do assentamento do revestimento cerâmico com vistas a identificar as melhores práticas atualmente aplicadas e divulgadas na literatura científica especializada ou de entidades especializadas do setor da construção civil.

Assim, o presente estudo se faz importante porque amplia o conhecimento técnico sobre o tema aventando soluções que visam contribuir com a melhoria do processo construtivo do revestimento cerâmico. Pois, conforme argumentam Tormen et al. (2016) a maioria das edificações são executadas com deficiências de projeto, desperdício de materiais, retrabalhos, falta de controle de execução, dentre outros problemas, que acabam afetando o desempenho da edificação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa seção serão apresentados os fundamentos teóricos sobre o tema da gestão do revestimento cerâmico junto ao canteiro de obras. Serão apresentados os conceitos envolvidos, as normas vigentes, as características e funcionalidades desse sistema, os problemas que podem ocorrer durante sua execução, as principais recomendações técnicas a serem adotadas, os aspectos da mão de obra envolvida e o funcionamento de sua gestão baseado no *Lean Construction*.

2.1 REVESTIMENTO CERÂMICO

O revestimento cerâmico foi introduzido no Brasil pelos portugueses, visto o Brasil ter sido colônia de Portugal. O azulejo é um ícone da cultura arquitetônica portuguesa, pois foi em Portugal que surgiram as primeiras aplicações do azulejo que serviam de mostras decorativas, ornamentando e valorizando as fachadas, tetos, pisos e paredes das edificações. Em Lisboa as primeiras tentativas de produzir o azulejo, tipo ladrilhado vitrificado, datam do início do século XVI. Foi nessa época que nasceram as primeiras peças de azulejos lisos e esmaltados, pintados de verde-cobre usados em composições enxadrezadas (WANDERLEY, 2006).

A palavra azulejo tem origem árabe e significa placa pintada e vidrada em uma das faces, possuindo a face inversa com ranhuras ou fendas para facilitar sua aplicação e assentamento. Esse termo foi introduzido em Portugal juntamente com as primeiras peças importadas da Andaluzia e do Levante (WANDERLEY, 2006).

2.1.1 Conceitos do Revestimento Cerâmico

A NBR ISO 13006 ABNT (2020), Placas cerâmicas - Definições, classificação, características e marcação, define revestimento cerâmico como um conjunto formado pelas placas cerâmicas, a argamassa de assentamento e o rejunte.

Placas cerâmicas são peças comumente utilizadas para revestir pisos e paredes, composta por uma camada base, constituída de materiais argilosos, quartzo, caulim e fundentes e uma camada de cobertura esmaltada vidrada

constituída de quartzo finamente moído, óxido de chumbo, estanho e óxidos coloridos ou em composição com outros materiais inorgânicos, não-argilosos. São conformadas por processos de extrusão ou prensagem, passam por um processo de queima geralmente acima de 1000 °C, e como produto final obtém-se as peças com acabamentos esmaltado ou fosco. Assim, seu grau de vitrificação ou porosidade irá definir seu desempenho técnico (WANDERLEY, 2006; LACERDA, 2014).

A NBR ISO 13006 ABNT (2020) define diversos critérios de classificação das placas cerâmicas: presença ou não de esmalte, método de fabricação (prensado, extrudado, grupo de absorção de água, resistência à abrasão superficial, resistência ao manchamento, resistência ao ataque de agentes químicos ou aspecto superficial/análise visual.

2.1.2 Classificação das placas cerâmicas

As principais características requeridas dos revestimentos cerâmicos são durabilidade do material; facilidade de limpeza; higiene; qualidade do acabamento final; proteção dos elementos de vedação; isolamento térmico e acústico; estanqueidade à água e aos gases; segurança ao fogo; aspecto estético e visual agradável.

As placas cerâmicas são divididas em grupos de acordo com seu método de fabricação e sua absorção de água, conforme a tabela disponível na NBR ISO 13006 ABNT (2020), conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Classificação das placas cerâmicas quanto a absorção de água e conformação

Conformação	Grupo I $E_v \leq 3\%$	Grupo II _a $3 < E_v \leq 6\%$	Grupo II _b $6 < E_v \leq 10\%$	Grupo III $E_v > 10\%$
A Extrudada	Grupo AI _a $E_v \leq 0,5\%$ (ver Anexo M)	Grupo AII _{a-1} ^a (ver Anexo B)	Grupo AII _{b-1} ^a (ver Anexo D)	Grupo AIII (ver Anexo F)
	Grupo AI _b $0,5 < E_v \leq 3\%$ (ver Anexo A)	Grupo AII _{a-2} ^a (ver Anexo C)	Grupo AII _{b-2} ^a (ver Anexo E)	
B Prensada a seco	Grupo BI _a $E_v \leq 0,5\%$ (ver Anexo G)	Grupo BII _a (ver Anexo J)	Grupo BII _b (ver Anexo K)	Grupo BIII ^b (ver Anexo L)
	Grupo BI _b $0,5 < E_v \leq 3\%$ (ver Anexo H)			

^a Grupos AII_a e AII_b são divididos em dois subgrupos (Partes 1 e 2) com diferentes especificações de produto.
^b Grupo BIII engloba apenas placas esmaltadas. Existe uma baixa quantidade de placas não esmaltadas prensadas a seco com absorção de água superior a 10% em fração de massa, as quais não estão cobertas por este grupo de produto.

Fonte: ABNT (2020)

Os três grupos, I II e III, classificam as placas em baixa, média e alta absorção de água, respectivamente. As placas de baixa absorção (grupo I) tem coeficiente de absorção menor ou igual a fração de massa de 3%, $E_v \leq 3 \%$. As placas de média absorção de água (grupo II) apresentam coeficiente variando entre $3 \% < E_v \leq 10 \%$, e as placas de alta absorção de água (grupo III), apresentam coeficiente $E_v > 10\%$. Os requisitos dimensionais e de qualidade superficial, e as propriedades físicas e químicas são indicados nos Anexos A a H e Anexos J a M, para cada classe de placa (informações disponíveis sem norma) (ABNT, 2020).

A norma estabelece que as placas e suas respectivas embalagens devem apresentar as seguintes informações: marca do fabricante, país de origem, indicação da qualidade e a classificação, dimensões nominais e de trabalho, identificação da natureza de sua superfície, se esmaltada (GL) ou não esmaltada (UGL), número de peças, lote e série, indicação da cor (ABNT, 2020).

Ainda, conforme NBR ISO 10545-7 ABNT (2017) Placas Cerâmicas Parte 7: Determinação da resistência à abrasão superficial para placas esmaltadas pode-se fazer uma classificação das placas esmaltadas para pisos, de acordo com sua classe de resistência à abrasão, que segue a seguinte especificação:

- a) Classe 0: placas esmaltadas não recomendadas para uso em pisos.
- b) Classe 1: placas indicadas para pisos em áreas trafegadas por calçados de sola macia, pés descalços, sem sujidades abrasivas tais como: banheiros residenciais, dormitórios, sem acesso para área externa.
- c) Classe 2: placas indicadas para uso em pisos em áreas trafegadas por calçados de sola macia, com incidência quantidades ocasionais de sujidades abrasivas tais como sala de estar e outros ambientes de menor tráfego.
- d) Classe 3: indicados para pisos em áreas com tráfego com calçado normal, e incidência de pequenas quantidades de sujidades abrasivas tais como: cozinhas residenciais, halls, corredores, varandas, galerias e terraços.
- e) Classe 4: indicados para pisos em áreas com tráfego regular com frequente ocorrência de sujidade abrasiva, ambientes comerciais, tais como, entradas, cozinhas comerciais, hotéis, salas de exposição e venda.

f) Classe 5: indicados para pisos em área públicas sujeitas a tráfego de pedestres durante períodos prolongados com incidência de moderada sujidade abrasiva, tais como, centros comerciais, aeroportos, foyers de hotéis, calçadas públicas e aplicações industriais ABNT (2017).

Além das classificações normativas, outra classificação bastante usual é a classe comercial que se baseia no critério de absorção de água, essa classificação tem a seguinte nomenclatura: porcelanato, grês, semi grês, semi porosa, porosa ou monoporosa. Conforme mostra o Quadro 2.

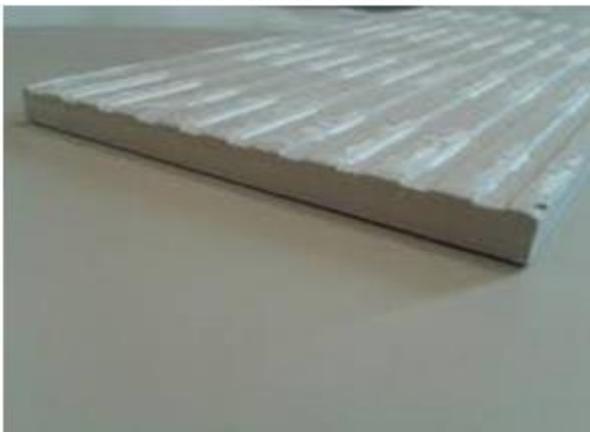
Quadro 2: Classe comercial e m função dos grupos de absorção de água

Grupo de Absorção de água	Classe Técnica	Classe Comercial
0,0 a 0,5 %	A1a / B1a	Porcelanato
0,5 a 3,0 %	A1b / B1b	Grês
3,0 a 6,0 %	A11a / B11a	Semi Grês
6,0 a 10%	A11b / B11b	Semi Poroso
≥ 10,0 %	A111 / B111	Poroso / Monoporosa

Fonte: CCB (2022).

Em relação ao processo de fabricação, as placas extrudadas são produzidas com garras mono-orientadas, tardoz branco (face da placa cerâmica que fica em contato com a argamassa de assentamento) e com saliências maiores, possuem menor teor de óxido de ferro, maior resistência, conforme mostra a Figura 1. As placas cerâmicas prensadas possuem garras polidirecionadas e com saliências menores, são menos resistentes, conforme mostra a Figura 2.

Figura 1: Placa cerâmica extrudada, tardoz branco mono-orientado



Fonte: Lacerda (2014)

Figura 2: Placa cerâmica prensada, tardoz vermelho polidirecionado



Fonte: Enciclopédia E-Civil (2022)

Os revestimentos cerâmicos também recebem outra classificação bastante usual, conhecida como Índice PEI, que indica a resistência da face esmaltada da peça ao desgaste por abrasão. A sigla PEI significa *Porcelain Enamel Institute* e refere-se ao laboratório que desenvolveu este método de ensaio. O PEI informa a resistência à abrasão, entretanto não garante que a placa cerâmica não riscará em contato com materiais de alta dureza. A classificação PEI segue a seguinte caracterização:

- a) PEI 1 é a menos resistente, recomendado para ambientes residenciais, exemplo: banheiros e dormitórios residenciais sem portas para o exterior.
- b) PEI 2: recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com sapatos. Exemplo: todas as dependências do imóvel, com exceção das cozinhas e entradas.
- c) PEI 3: recomendado para ambientes residenciais com incidência de sujeira abrasiva que não seja areia e outros materiais de dureza maior que areia (todas as dependências).
- d) PEI 4: recomendado para ambientes residenciais (todas as dependências) e comerciais com alto tráfego.
- e) PEI 5 é a mais resistente, recomendado para ambientes residenciais e comerciais com tráfego muito elevado. Exemplo: restaurantes, churrascarias, lanchonetes, lojas, bancos, entradas, corredores, exposições abertas ao público, consultório, outras dependências (INMETRO, 1998).

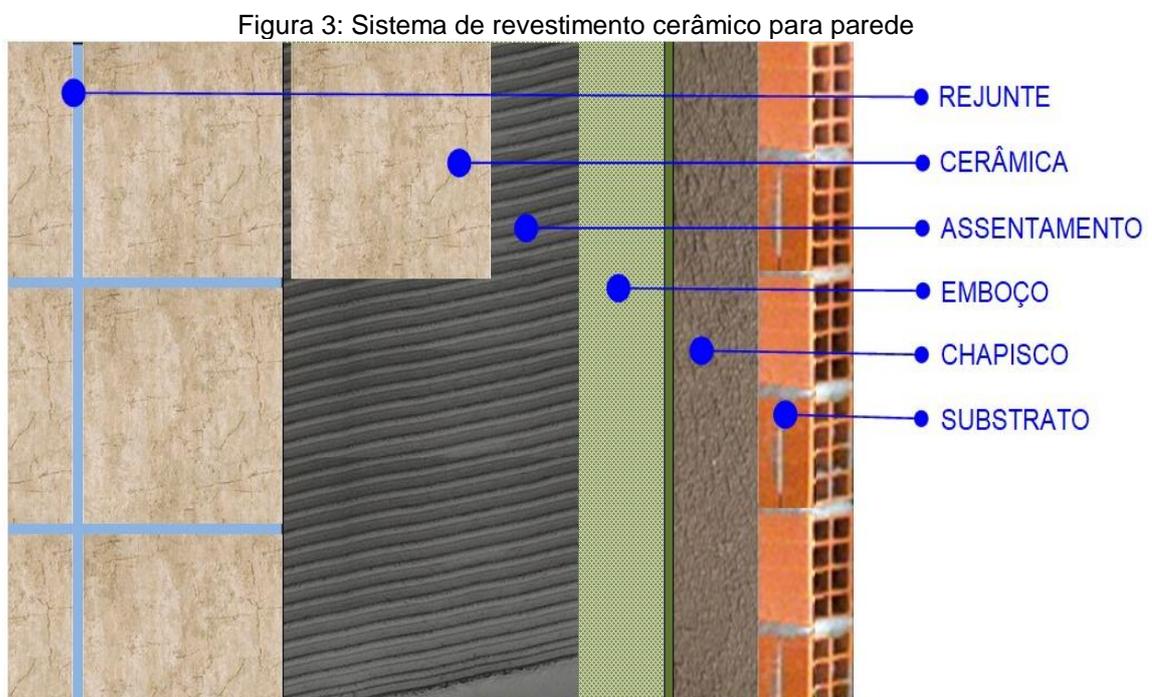
Segundo o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) os principais ensaios e inspeções visuais aplicáveis para determinação da qualidade, durabilidade e conformidade dimensional das placas cerâmicas e porcelanatos são: análise visual do aspecto superficial; determinação da absorção de água; porosidade aparente; densidade relativa aparente conforme NBR ISO 10545-3 (ABNT, 2020); determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão conforme a NBR 10545-4 ABNT(2020); resistência à abrasão superficial conforme a NBR ISO 10545-7 ABNT(2017); resistência à abrasão profunda conforme a NBR ISO 10545-6 ABNT (2017); resistência ao gretamento² conforme a

² O termo gretamento significa a existência de fissuras na face esmaltada, similar a um fio de cabelo. Apresenta-se em forma circular, espiral, ou em forma de teia de aranha. O gretamento é resultante da diferença de dilatação entre a massa e o esmalte (INMETRO, 1998).

NBR ISO 10545-11 (2017); resistência ao manchamento conforme a NBR ISO 10545-14 ABNT (2017); resistência ataque químico conforme a NBR ISO 10545-13 ABNT (2020); determinação da expansão por umidade conforme NBR ISO 10545-10 ABNT (2017); determinação do coeficiente de dilatação térmica conforme NBR ISO 10545-8 ABNT (2017); resistência ao choque térmico conforme NBR ISO 10545-9 ABNT (2017); resistência ao congelamento conforme NBR ISO 10545-12 ABNT (2017); determinação do coeficiente de atrito; determinação da resistência ao impacto conforme NBR ISO 10545-5 ABNT (2017); determinação das dimensões, da retitude dos lados, da ortogonalidade dos lados, da curvatura central, da curvatura lateral e do empeno conforme a NBR 10545-2 ABNT(2020). Todas essas metodologias são critérios usados para avaliação da conformidade das placas cerâmicas e porcelanatos em atendimento aos requisitos prescritos em norma.

2.2 PROCESSO CONSTRUTIVO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

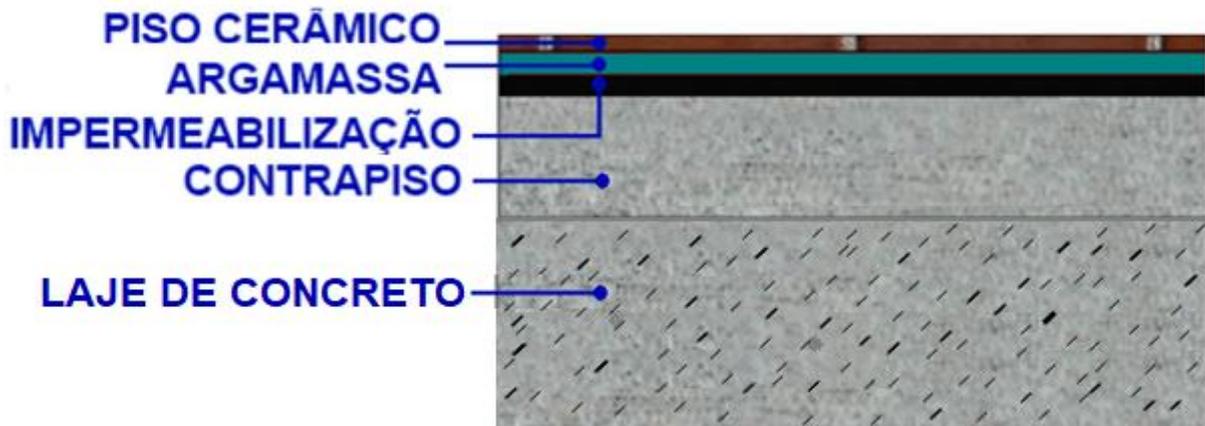
O sistema de revestimento cerâmico para parede é composto pelas camadas de chapisco, emboço, assentamento e revestimento e rejunte aplicadas sobre uma base estrutural (substrato) que pode ser composta por blocos cerâmicos, tijolos ou concreto, conforme mostra a Figura 3.



Fonte: Watanabe (2018)

O sistema de revestimento cerâmico para piso igualmente é composto por camadas sobrepostas aplicadas sobre uma base estrutural (laje ou lastro de concreto) formado pelas camadas de contrapiso, impermeabilização, argamassa de assentamento, revestimento (piso cerâmico) e rejunte, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Sistema de revestimento cerâmico para piso



Fonte: André (2021)

Ambos sistemas mostrados anteriormente podem ser compostos por outras combinações intermediárias de camadas a depender das exigências de projeto. No caso dos pisos, por exemplo, podem ser incluídas camadas de isolamento térmico, acústico ou sistema de aquecimento, etc., para as paredes podem ser incluídas camadas com telas de reforço, impermeabilização etc.

2.2.1 Substrato ou base

O substrato ou base constitui-se geralmente como um elemento estrutural e de sustentação ao revestimento, podendo ser de alvenaria com blocos cerâmicos (ou de concreto) ou elemento estrutural de concreto armado (SOUZA, 2019).

2.2.2 Chapisco e emboço

Camada de revestimento aplicada diretamente sobre a base ou substrato, com a finalidade uniformizar a absorção da superfície e melhorar as condições de aderência da camada subsequente, o emboço (REBELO, 2010).

A execução da camada de chapisco é especialmente importante quando o substrato é misto, com partes em blocos cerâmicos e partes em vigas e pilares de concreto, por exemplo, nessas aplicações o chapisco forma uma superfície áspera e rugosa nas áreas lisas (concreto) e forma uma película impermeável nas áreas com blocos cerâmicos. Segundo Watanabe (2018) essa uniformização melhora as condições de cura do emboço. Sem a execução da camada do chapisco, o emboço perde água mais rapidamente nas partes de cerâmica, ou atrasaria seu processo de cura nas partes de concreto, o que dificultaria o sarrafeamento, nivelamento e desempenho do emboço.

Muitos problemas de deslocamento de revestimento são oriundos de problemas de chapisco mal curado. Portanto, é importante aguardar o período de cura do chapisco antes da aplicação da camada do emboço (WATANABE, 2018).

Atualmente, existe chapisco industrializado, produto tecnologicamente formulado, com polímeros que retêm a água necessária para a cura do cimento, aplicado com rolo sobre o substrato. Essa tecnologia garante maior uniformidade e controle de qualidade para a camada de chapisco (WATANABE, 2018).

O emboço é a camada de nivelamento ou regularização, que compensa variações nas dimensões dos blocos e diferenças (ou falhas) de prumada de paredes. A execução do emboço deve seguir as recomendações constantes na NBR 7200 Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento ABNT (1998), que recomenda o uso de taliscas, servindo estas de guias para execução do emboço. Tendo a argamassa adquirido consistência adequada, faz-se a retirada dos excessos e das taliscas preenchendo-se os vazios. Após executa-se a regularização da superfície através do procedimento de sarrafeamento com uso da régua (ABNT, 1998). A Figura 5 mostra como é aplicada a técnica do sarrafeamento.

Figura 5: Técnica de sarrafeamento do reboco



Fonte: Mapa da Obra (2017)

2.2.3 Contrapiso

O contrapiso tem por finalidade corrigir defeitos e irregularidades existentes na base, assim como o emboço, ele é uma camada de regularização que serve de suporte ao revestimento cerâmico. Desempenha também outras funções, tais como, garantir o nivelamento dos caimentos para escoamento da água em áreas molhadas; serve de proteção mecânica para camadas de impermeabilização, e para as camadas de isolamento térmico ou acústico (WATANABE, 2018).

A Figura 6 mostra um profissional executando o contrapiso com a aplicação da técnica do sarrafeamento com régua de alumínio.

Figura 6: Processo de sarrafeamento do contrapiso



Fonte: Cruz (2020)

Segundo a NBR 9817 Execução de piso com revestimento cerâmico – Procedimento ABNT (1987) o assentamento das placas cerâmicas deve ocorrer somente 14 dias após a execução do contrapiso.

2.2.4 Argamassa colante

Conforme recomendações da NBR 13753 ABNT (1996), no caso de assentamento de revestimento cerâmico, seu início deve ser após a conclusão do revestimento de paredes, revestimento de tetos, fixação de caixilhos, execução da impermeabilização, instalação de tubulações embutidas nos pisos, ensaio das tubulações existentes quanto à estanqueidade. Seu início deve aguardar o prazo mínimo de cura de pelo menos 28 dias após a concretagem da laje (base) ou 14 dias após a execução do contrapiso.

Os tipos de argamassa colante e suas aplicações seguem a seguintes determinações:

- a) Argamassa colante AC-I indicada na aplicação em ambientes internos exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais;
- b) Argamassa colante AC-II indicada na aplicação de pisos e paredes externos.

- c) Argamassa colante AC-III indicada para ambientes onde é necessário alto desempenho em relação à resistência e às tensões de cisalhamento,
- d) Argamassa colante AC-III-E similar ao tipo AC-III, mas com tempo em aberto estendido.

Ainda segundo a NBR 13753 ABNT (1996) se a base de aplicação do revestimento for uma laje de concreto armado, também é necessário o preparo do contrapiso, pois o assentamento do piso com argamassa adesiva demanda uma base sarrafeada e desempenada para sua perfeita fixação. A base deverá ser executada de forma que a superfície apresente um caimento de 0,5% em direção ao ralo, não devendo ser ultrapassado o valor de 1,5%. Geralmente quando o caimento da base não foi bem executado, se busca regularizar o caimento no contrapiso.

2.2.5 Juntas

Conforme as definições da NBR 13753 ABNT (1996) o projeto deve prever juntas de movimentação, assentamento, dessolidarização e estruturais, conforme mostra a Figura 7.

Segundo Lacerda (2014) as juntas de movimentação têm a função de subdividirem o revestimento do piso, gerando alívio das tensões provenientes da movimentação da base. As juntas de assentamento estabelecem um espaço regular entre placas que serão preenchidas com o rejunte. As juntas de dessolidarização também têm a função de subdividir o revestimento do piso para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento, entretanto elas ficam situadas nos pontos de mudanças de planos, ou seja, nas quinas de paredes ou no perímetro das áreas revestidas, no encontro com colunas, vigas e saliências ou com outros tipos de revestimentos, segundo a NBR 13753 ABNT (1996).

As juntas estruturais tem a função de aliviar as tensões provocadas pela movimentação da estrutura, evitando que as mesmas sejam transmitidas ao piso, o que poderia ocasionar o surgimento de trincas e fissuras no revestimento (LACERDA, 2014).

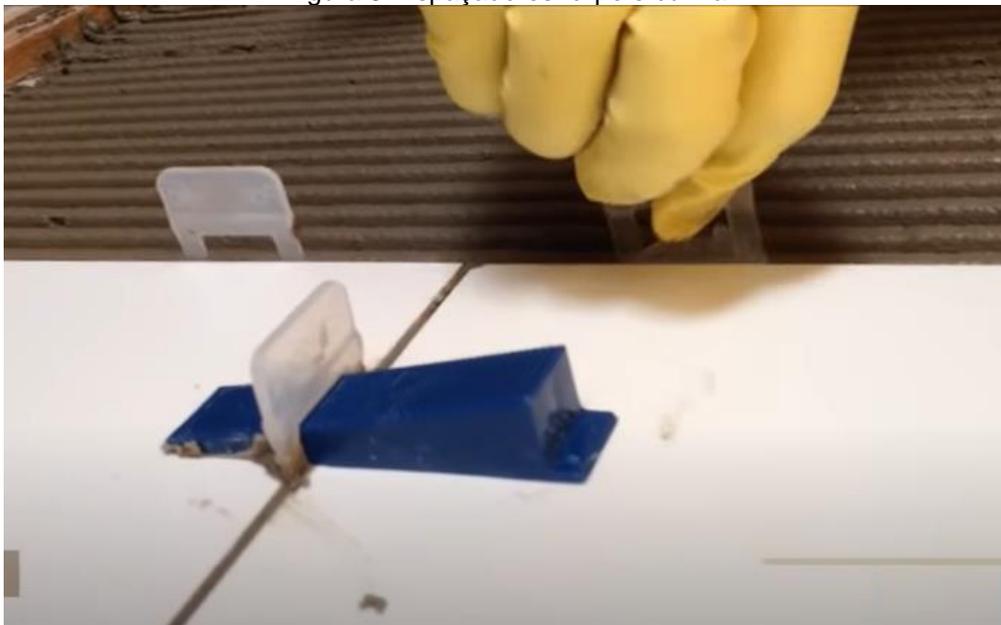
Figura 7: Juntas de movimentação, assentamento, dessolidarização e estruturais



Fonte: Lacerda (2014)

Para garantir o perfeito dimensionamento e alinhamento das juntas de assentamento deve-se usar espaçadores, os mais comuns são em formato de cruz. Para assentamento de placas de maiores dimensões, as juntas de assentamento devem receber uma atenção especial. Nesse caso no momento de execução do revestimento, o profissional deve fazer uso de espaçadores e niveladores do tipo clipe e cunha, conforme mostra a Figura 8 (PORTBELLO, 2014).

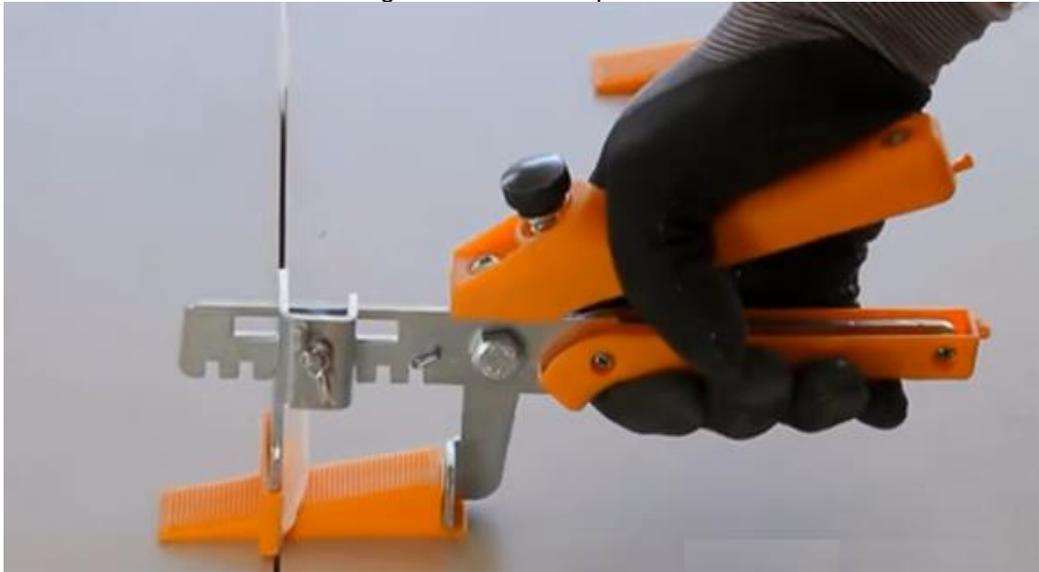
Figura 8: Espaçadores: clipe e cunha



Fonte: Portobello (2014)

Os cliques são colocados nas laterais da peça antes de assentar a próxima. Na sequência se posiciona as cunhas no orifício do clipe, e se utiliza um alicate de pressão para ajustar o nivelamento da placa, conforme mostra a Figura 9. (CORTAG, 2021).

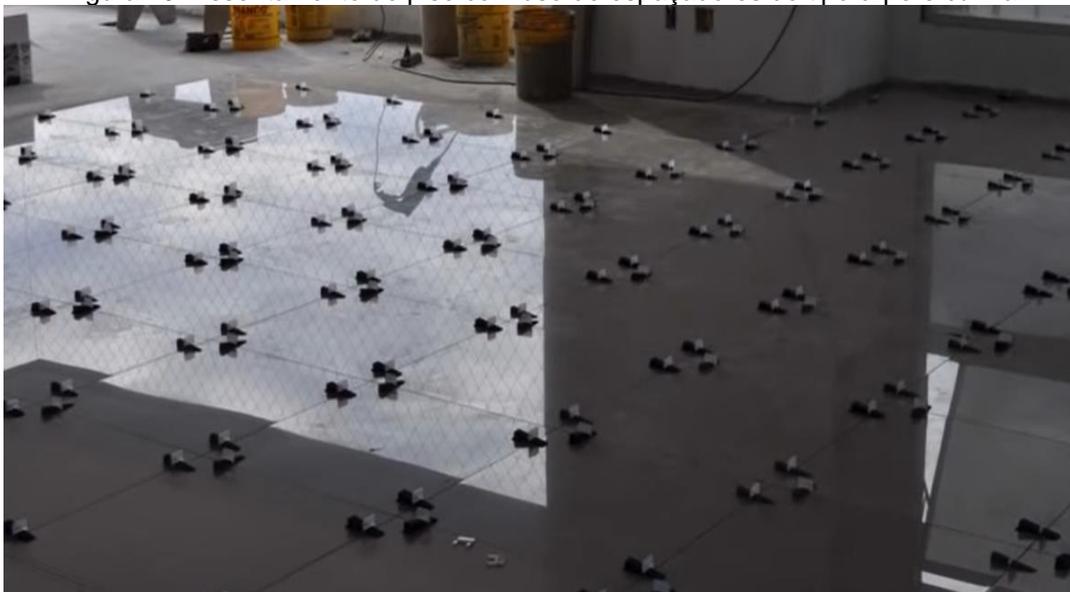
Figura 9: Alicate de pressão



Fonte: Cortag (2021)

A Figura 10 mostra o aspecto final do assentamento do piso com uso dos espaçadores e niveladores de cunha.

Figura 10: Assentamento de piso com uso de espaçadores do tipo clipe e cunha



Fonte: Portobello (2014)

Somente após a cura total da argamassa de assentamento pode-se remover os espaçadores. Para removê-los o profissional deve usar martelo de borracha e bater na lateral do espaçador, no mesmo sentido da linha do rejunte conforme mostra a Figura 11.

Figura 11: Remoção do espaçador



Fonte: Cortag (2021)

2.2.6 Projeto de paginação

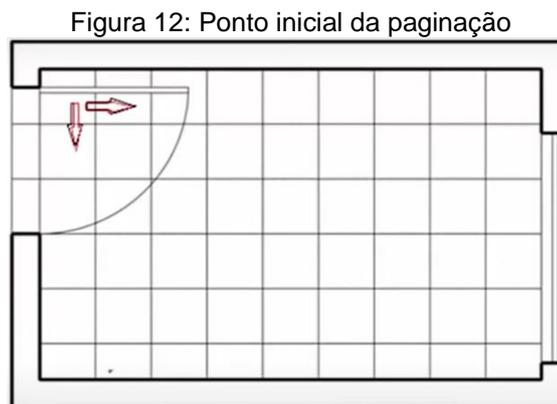
O projeto de paginação contribui melhorando fatores estéticos, promovendo conforto ambiental, economia de material, facilitando a instalação e valorizando o ambiente. A paginação de piso é o nome dado ao projeto (desenho técnico) que indica o tipo de revestimento a ser usado em um determinado ambiente, ou seja, trata-se de um projeto que calcula a quantidade de placas a serem utilizadas e definem o início da instalação. Para fazer a instalação de um piso o primeiro passo é saber com precisão as medidas exatas do local e reunir o máximo de informações a respeito do material que será utilizado no revestimento, tais como, indicação da marca, modelo, tamanho, cor. Também deve ser definida previamente a maneira que as peças serão distribuídas, se alinhadas em relação à parede ou em diagonal (IBDI, 2015).

Para definir a paginação devem-se ter previamente os dados do tamanho e formato da área e da placa cerâmica escolhida, pois essas informações são

fundamentais para evitar cortes e perdas durante a execução. Para áreas muito pequenas não são recomendadas peças muito grandes (por exemplo, peças com tamanho acima de 60cm x 60 cm) porque não causam um efeito estético agradável, geram muitos cortes e perdas e dificultam a execução dos caimentos dos pisos (quando necessário) (IBDI, 2015).

De maneira geral, quando a área revestida tem formato retangular, e o piso é executado alinhado à parede a perda gira em torno de 7%, quando executado em diagonal a perda chega a 10% do material. Entretanto, dependendo do formato do ambiente as perdas podem variar de 8% a 12%, ou seja, quanto maior a irregularidade do formato do ambiente maior é a perda. Ainda, quando o revestimento apresenta detalhes e desenhos, esse tipo de placa exige uma preocupação maior com o planejamento para evitar cortes e perdas das peças (IBDI, 2015).

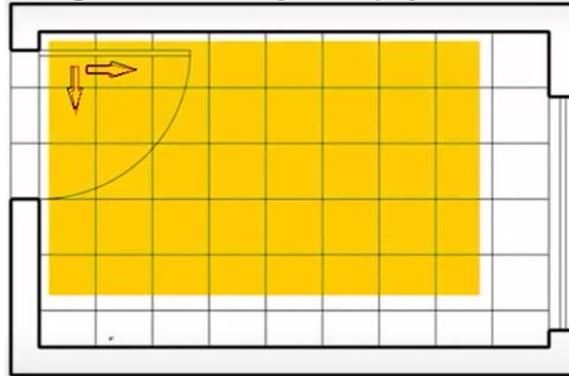
Para iniciar corretamente a paginação de um piso deve-se definir previamente a direção e o ponto de início da execução do trabalho. Existem duas formas de iniciar a paginação: a partir do centro, deixando os cortes das peças para serem executados junto à parede ou iniciar a partir de uma parede como mostra a Figura 12.



Fonte: IBDI (2015).

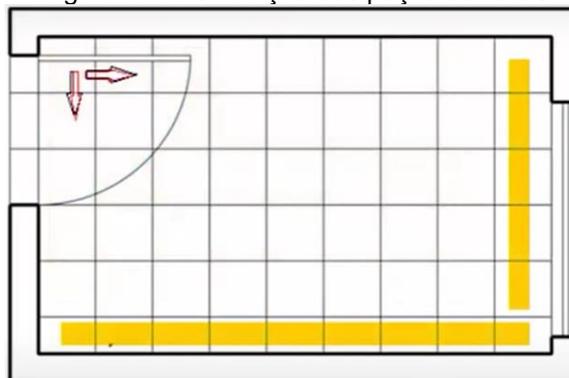
A decisão do início da paginação vai depender muito da geometria do ambiente e do espaço que tiver a maior evidência no ambiente. O ideal é priorizar a distribuição das peças inteiras no espaço de maior circulação conforme Figura 13 e peças com cortes para os cantos dos ambientes junto às paredes ou que ficará debaixo dos móveis como mostra a Figura 14, esse procedimento visa esconder o recorte.

Figura 13: Distribuição das peças inteiras



Fonte: IBDI (2015).

Figura 14: Distribuição das peças cortadas

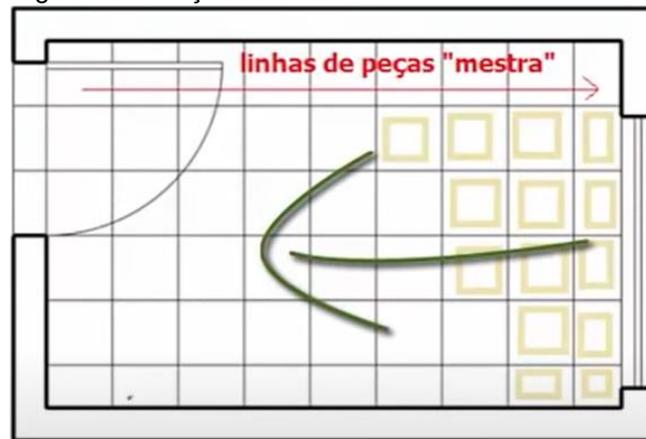


Fonte: IBDI (2015).

Em um projeto de paginação quanto menos quebra melhor por isso é bastante comum que o início da colocação seja definido em um encontro de parede, geralmente no ponto da porta, onde as pessoas tem a tendência de prestar mais atenção ao detalhamento do piso.

O assentamento de cerâmica é comumente iniciado do fundo do cômodo em direção à porta, pois quando o instalador entra no cômodo para executar o trabalho ele deve evitar pisar sobre as peças recém-assentadas, para que as mesmas não afundem, quebrem ou se desalinhem. Se o início da paginação foi definida junto à porta deve-se então assentar uma linha de peças como mestra. Após a execução da linha mestra o instalador do piso inicia o assentamento das peças do fundo do cômodo em direção à porta, conforme mostra a Figura 15, sem precisar pisar sobre o piso recém-assentado (IBDI, 2015).

Figura 15: Direção do assentamento com linha mestra

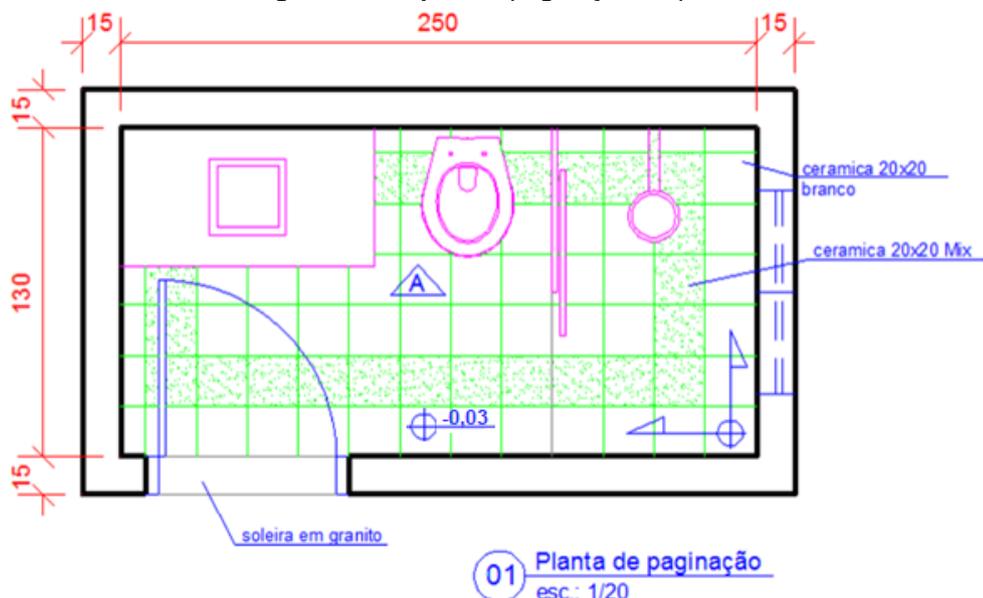


Fonte: IBDI (2015).

A paginação de piso é composta por projeto e memorial descritivo. Em relação às cotas é necessário constar as medidas do ambiente e das peças cerâmicas a serem assentadas. No memorial descritivo deve constar minimamente o nome do revestimento, tamanho, marca, referência, local de aplicação, metragem e se possível a quantidade de caixas a serem utilizadas do material.

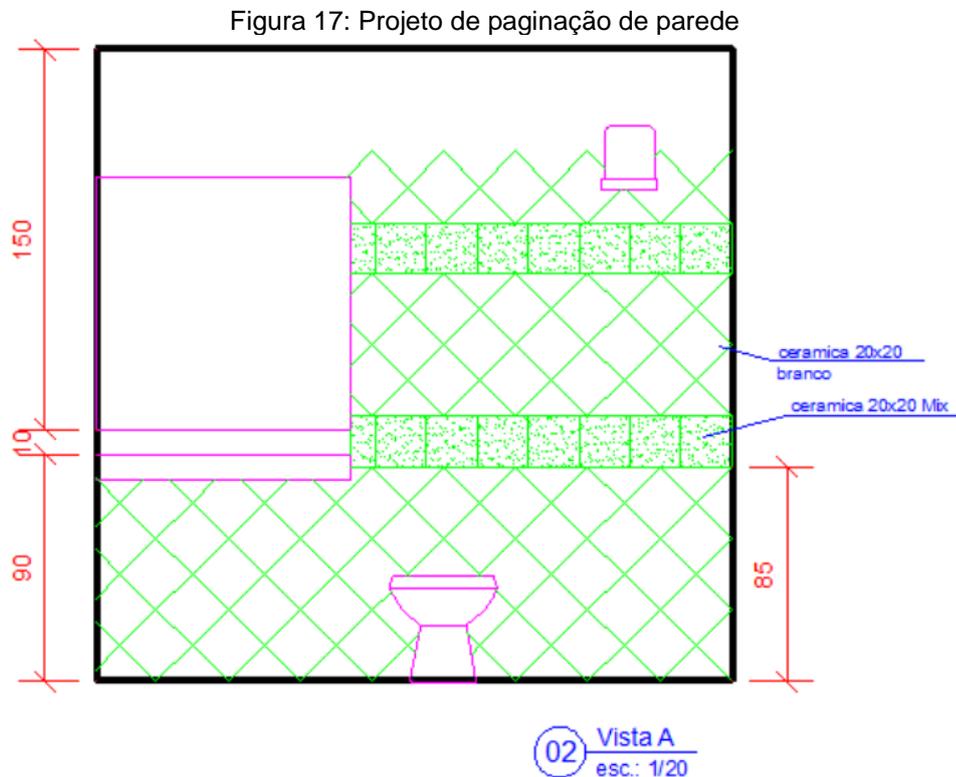
Na planta de piso também é necessário constar o nível do piso (por exemplo, banheiros têm níveis diferentes dos demais ambientes), o tipo de rodapé utilizado, soleira e demais características. Também devem constar no desenho o ponto de início da colocação das peças, as vistas, cotas, legenda e a quantificação do material por m², conforme mostra a Figura 16.

Figura 16: Projeto de paginação de piso



Fonte: Lobo (2019)

De igual forma o projeto de paginação das paredes também devem ser representados em vista, para que seja possível verificar as alturas, recortes e os desenhos dos revestimentos, conforme mostra a Figura 17.

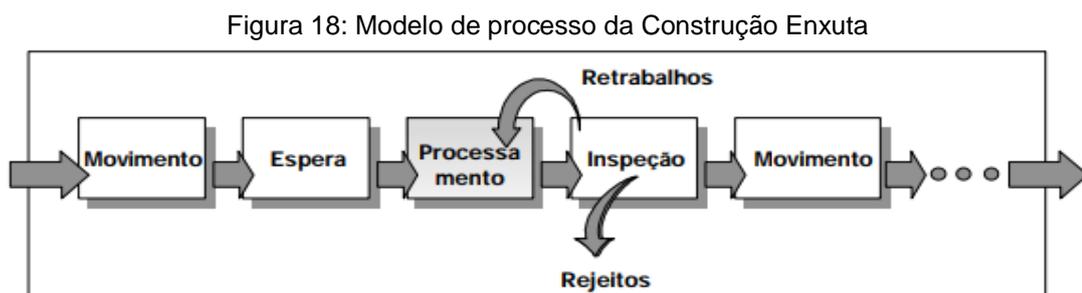


Fonte: Lobo (2019)

Outra questão fundamental é o estoque de materiais, que consiste na reserva de peças para substituições ou manutenções futuras. Usualmente muitos construtores adotam a medida de 10% como reserva ideal de estoque, entretanto esse percentual pode variar, dependendo dos seguintes fatores: tamanho e formato do ambiente; quantidade de interferências (colunas, nichos, etc.); paredes irregulares (com quinas e curvas); tamanho e cor da cerâmica, pois quanto maior as peças, maior o risco de quebras, se forem escolhidas estampas e cores especiais, peças com relevo, etc. deve-se reservar uma quantidade maior de estoque para encaixe dos desenhos. Na medida do possível, deve-se guardar os materiais em suas embalagens originais, pois na caixa constam o número do lote e a referência do material que facilitam sua identificação futura (IBDI, 2015).

2.3 MODELO DE GESTÃO *LEAN CONSTRUCTION*

Lean Construction ou Construção Enxuta é um modelo de processo de construção que considera além do sistema de conversão tradicional (transformar matéria prima em produto final) as atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção conforme mostra a Figura 18. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão denominadas atividades de fluxo.



Fonte: Koskela (1992)

Outro aspecto importante a ser considerado no modelo *Lean Construction* é a geração de valor, conceito este vinculado à satisfação do cliente. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos.

Essa metodologia de gestão é aplicável não só para os processos de produção (físicos) como também é aplicável nos processos de caráter gerenciais, tais como planejamento, controle, suprimento, projeto, etc. onde ao invés de materiais, as atividades de transporte, espera, processamento e inspeção ocorrem com informações (fluxo de informações). Além do fluxo de materiais e informações, outro tipo de fluxo na produção que necessita de atenção é o fluxo de trabalho, que se refere ao conjunto de operações a ser realizado por cada equipe no canteiro de obras incluindo mão de obra e máquinas.

Assim, resumidamente os princípios básicos da construção enxuta conforme Koskela (1992) são:

- a) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;

- b) Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- c) Reduzir a variabilidade;
- d) Reduzir o tempo de ciclo;
- e) Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
- f) Aumentar a flexibilidade de saída;
- g) Aumentar a transparência do processo;
- h) Focar o controle no processo global;
- i) Introduzir melhoria contínua no processo;
- j) Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- k) Fazer benchmarking.

Nas próximas subseções serão aprofundados os conceitos relativos a cada um dos princípios do *Lean Construction*, listados acima, nos itens (a) até (k).

2.3.1 Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

A eficiência dos processos pode ser melhorada e as perdas reduzidas através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, como também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo. Entretanto, deve-se levar em consideração que esse princípio de eliminação de atividades de fluxo deve respeitar a seguinte máxima: existem diversas atividades que não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são essenciais à eficiência global da obra, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança.

Para aplicar esse princípio deve-se identificar as atividades de fluxo que podem ser controladas e/ou eliminadas. Exemplo: o emprego de um suporte para o mangote durante bombeamento de argamassa permite que o servente realize o espalhamento da argamassa ao invés de simplesmente segurar o mangote.

2.3.2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Este princípio estabelece que devem ser identificadas claramente as necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção. Os clientes externos podem ser caracterizados pelos compradores potenciais, e suas necessidades são identificadas por meio de pesquisas de mercado e avaliações pós-ocupação de obras já executadas. Os clientes internos podem ser caracterizados como as equipes de trabalho. As necessidades de uma parte devem ser comunicadas a outra subsequente de forma explícita e descomplicada, seja por meio de planilhas, reuniões, detalhamento de projetos, etc.

No caso de clientes externos, as necessidades devem ser comunicadas aos projetistas, arquitetos, aqueles que demandam a concepção do empreendimento para criar produtos que atraiam o cliente e que sejam competitivos no mercado. Na obra, a equipe que executa a estrutura de concreto armado deve levar em consideração as tolerâncias dimensionais durante a execução de seu trabalho, porque isso impacta facilitando ou dificultado a execução do serviço da equipe subsequente, do revestimento por exemplo.

2.3.3 Reduzir a variabilidade

A variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor ao produto e o tempo de execução. Por exemplo, aquisição de blocos cerâmicos de diferentes fornecedores para uma mesma obra, pode gerar incidência de grande variação dimensional entre as peças, dificultando o serviço da equipe de e alvenaria.

Outros exemplos: adotar procedimento padrão para execução de instalações hidrossanitárias, pode-se reduzir a incidência de retrabalhos por motivo de vazamentos; treinar a mão de obra para se familiar com os padrões da empresa; planejar o sequenciamento de tarefas para disponibilizar os recursos na quantidade e tempo certos.

Para esse tipo de controle pode ser usada a ferramenta *Last Planner*, que é uma ferramenta destinada ao planejamento e controle da produção no nível operacional, desenvolvida por Ballard e Howell (1998) cujo principal objetivo é formalizar o plano de curto prazo, através da utilização de uma planilha relativamente simples, através da qual se pode avaliar, acompanhar e registrar as causas do cumprimento ou não das tarefas programadas, essa planilha deve conter os seguintes campos: o que; onde; quem; quando; por que, avaliação da tarefa se ok ou não; apontamento do problema e solução adotada.

2.3.4 Reduzir o tempo de ciclo

Esse princípio tem origem na filosofia Just in Time, o tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. O exemplo teórico da Figura 19 demonstra como organizar os ciclos das etapas de serviços, de forma a encadeá-los para que não se tenha várias etapas sendo desenvolvidas em um mesmo período.

Figura 19: Duas formas de planejar uma mesma obra hipotética

ALTERNATIVA 1 (LONGO TEMPO DE CICLO)									
Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A	■	■	■	■	■	■			
B		■	■	■	■	■	■		
C			■	■	■	■	■	■	
D				■	■	■	■	■	■

ALTERNATIVA 2 (PEQUENO TEMPO DE CICLO)									
Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A	■	■	■						
B			■	■	■				
C					■	■	■		
D							■	■	■

Fonte: Isatto et al. (2000)

Conforme a Figura 19, na alternativa 1 (longo tempo de ciclo), temos durante os períodos 3 a 6, mais de 3 etapas sendo executadas concomitantes, na alternativa

2 (pequeno tempo de ciclo), durante todo o prazo da obra, temos no máximo duas etapas sendo realizadas ao mesmo tempo.

A segunda alternativa com a redução dos tempos de ciclos faz com que a gestão do canteiro de obra se torne mais ágil, pois o volume de trabalhos em andamento é menor, isso facilita o controle da produção e o uso do espaço físico disponível, minimiza a vulnerabilidade em relação a incidência de erros, acidentes e desperdício de material, mão de obra, pois tende a se trabalhar com uma equipe mais enxuta o que reduz os tempos ocioso da mão de obra e equipamentos.

2.3.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Quanto mais racionalizada a atividade menor a quantidade de atividades auxiliares para desenvolvê-la, ou seja, minimiza-se a incidência de atividades que não agregam valor. Por exemplo, adotar sistema de vergas pré-moldadas ao invés de moldadas *in loco*, favorece o fluxo de execução do serviço da alvenaria, já a verga moldada *in loco* interrompe o fluxo da execução da alvenaria e ainda exige a interferência da equipe de ferreiro e carpinteiro para sua terminalidade, ou seja, implica no acréscimo e atividade que não agregam valor.

Figura 20: Execução de verga

(a) Montagem da caixaria de madeira para verga executada *in loco*

(b) Viga verga pré-moldada



Fonte: Isatto et al. (2000)

A Figura 20 no item (a) apresenta a imagem da montagem da caixaria para concretagem de uma verga a ser moldada *in loco* e na lateral esquerda item (b) um modelo de verga pré-moldada, que apenas necessita ser posicionada no local, e

chumbada adequadamente, o que demanda apenas o envolvimento da equipe da alvenaria.

2.3.6 Aumentar a flexibilidade de saída

Esse princípio refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório ele eleva o valor agregado do produto e gera aumento da eficiência em atender as necessidades do cliente.

Algumas empresas, por exemplo, adiam a definição do layout interno das unidades construtivas, ou seja, adiam a execução das divisórias internas de gesso acartonado de algumas unidades como estratégia para permitir aumentar a flexibilidade na entrega do produto, dentro de determinados limites e sem alterar os custos ou gerar ônus para o andamento da produção. Com isso consegue agregar valor ao produto e atender necessidades específicas dos clientes, personalizando o produto, ao mesmo tempo em que mantém essa flexibilidade sem perda dos níveis de produtividade.

2.3.7 Aumentar a transparência do processo

Esse princípio viabiliza a detecção dos erros de forma mais rápida, além de possibilitar a disponibilidade de informações, necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho. Esse princípio também é usado para aumentar o comprometimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias.

Exemplo da aplicação desse princípio no canteiro de obras: eliminação de tapumes cegos por telas metálicas que permitem a visualização do ambiente de trabalho, utilização de sinalização, demarcações de áreas, divulgação de indicadores de desempenho por meio de painéis informativos na obra, investimento em programas de treinamento em organização e limpeza como, por exemplo, Programa 5S. O termo 5S vem de cinco palavras japonesas que começam com s: *seiri* (senso de utilização), *seiton* (senso de organização), *seiso* (senso de limpeza), *seiketsu* (senso de padronização) e *shitsuke* (senso de disciplina).

2.3.8 Focar o controle no processo global

Por vezes o controle da produção e o esforço de melhorias tende a ser focado nos sub-processos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias em uma atividade de conversão pode deteriorar a eficiência dos fluxos de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global da obra.

Por exemplo, a adoção de um novo sistema de vedação vertical pode aumentar a produtividade da execução das paredes, mas com um impacto relativamente pequeno em relação à redução do tempo gasto em atividades que não agregam valor, tais como, içamento de paredes, transporte, tempos ociosos de espera de equipes subsequentes, ou seja, empregou-se um esforço pontual de melhoria que não gerou benefícios no contexto geral da obra.

Outro exemplo é produzir um produto sem perceber os requisitos da demanda do mercado, resultando em uma obra com ótima qualidade, mas que não atende as necessidades dos clientes, caso a necessidade do mercado seja por apartamentos compactos de 1 dormitório e a construtora entrega apartamentos de 3 dormitórios, esse apartamentos não atenderão as necessidades daquele público específico, e conseqüentemente a empresa terá dificuldade de venda das unidades.

2.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo

O trabalho em equipe e a gestão participativa são elementos essenciais para a introdução da melhoria contínua nos processos. Essas iniciativas se caracterizam com pela utilização de indicadores de desempenho; a definição clara de prioridades e metas a serem alcançadas; a padronização de procedimentos consolidando as boas práticas para que sirvam de referências futuras; criação de políticas de identificação e correção de problemas atacando as causas e evitando soluções paliativas (ISATTO et al., 2000).

2.3.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

A melhoria de fluxo está relacionada à melhoria incremental, na condução das operações gerenciais e de produção, internas à empresa. As conversões referem-se às iniciativas de mudanças provenientes do ambiente de fora da empresa, como por exemplo, a identificação de inovações e novas tecnologias que podem ser empregadas para melhorar e gerar valor agregado às atividades da empresa (ISATTO et al., 2000).

2.3.11 Fazer *benchmarking*

Benchmarking consiste na técnica de aquisição de conhecimento por meio do aprendizado das práticas adotadas por outras empresas líderes no mesmo segmento. Esse princípio envolve: conhecer os próprios processos da empresa; identificar boas práticas em outras empresas similares; entender como funcionam essas boas práticas; e adaptar à realidade da empresa (ISATTO et al., 2000).

2.4 PERDAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO

Geralmente as perdas na construção civil são associadas a entulhos e restos de madeira, argamassa, blocos, etc., ou seja, materiais imprestáveis para o reaproveitamento. A construção enxuta amplia esse conceito, considerando como perda, todo consumo de recurso de qualquer natureza, tais como, materiais, mão de obra, equipamentos e capital, acima da quantidade mínima necessária para atender os requisitos dos clientes internos e externos da edificação. A noção de perda está fortemente vinculada à noção de agregar valor e não se refere apenas as sobras de materiais e entulhos.

2.4.1 Perdas, custos e desperdícios

Shingo (1981) criador do Sistema Toyota de Produção (STP) ou Produção Enxuta, voltado para a indústria automobilística, classificava os desperdícios em sete categorias, isto é, sete tipos de atividades que não agregam valor ao produto.

Segundo o referido autor esses sete desperdícios eram definidos como perda por movimentação, espera, superprodução, transporte, processamento, fabricação e estoque. Em 1992, Koskela adaptou essa filosofia para a indústria da construção civil, construindo assim o conceito da Construção Enxuta.

Formoso (1996) reuniu os trabalhos de Shingo (1981) e Skoyles (1987) sobre o STP, com objetivo de identificar os tipos de perdas mais frequentes na construção civil, em seu trabalho classificou as perdas segundo seu controle em perdas aceitáveis e inaceitáveis; quanto à natureza, em perdas de superprodução; substituição; espera; transporte; processamento; estoques; movimento; fabricação defeituosa; roubo, vandalismo, acidentes; e quanto à origem, em perdas de produção; projeto; planejamento; fabricação; suprimentos e logística.

Conforme observa Koskela (1999) o fenômeno das perdas também era devido à falta de remoção das restrições que antecedem a execução de uma tarefa. Assim, segundo o autor o início ou continuidade de uma tarefa está atrelado a dispor antecipadamente de todos os recursos antes de iniciar a execução da tarefa seguinte. Esses recursos podem ser materiais, equipamentos, mão de obra, condições externas, espaço, instruções e terminalidade da etapa ou tarefa anterior. Portanto, quando não se faz a devida remoção das restrições, isso implica na ocorrência da improvisação no canteiro de obras.

A seguir, apresenta-se um exemplo de perda por movimentação de fácil ocorrência durante o processo de colocação de revestimentos. Porcelanatos de grandes dimensões podem quebrar antes mesmo de serem retirados da caixa. Para evitar a quebra da peça, devem ser manuseados com auxílio de suportes e ventosas. A peça deve estar com os cantos protegidos. Pelo menos duas pessoas devem executar essa operação. Os porcelanatos em grandes formatos devem ser retirados das caixas na posição horizontal como mostra a Figura 21.

Figura 21: Cuidados na retirada da caixa



Fonte: Portobello (2018)

Para a movimentação da peça em pequenas distâncias deve-se manter a mesma na vertical como mostra a Figura 22.

Figura 22: Cuidados com deslocamento em pequenas distâncias



Fonte: Portobello (2018)

A armazenagem na obra também requer cuidados, a peça deve ficar apoiada verticalmente em superfície plana tanto na parte que toca no solo quanto a parte que toca na parede. Os reforços protetivos das cantoneiras não devem ser removidos, conforme mostra a Figura 23.

Figura 23: Cuidados com armazenagem na obra



Fonte: Portobello (2018)

Para facilitar o manuseio durante a colocação do revestimento, o profissional pode-se fazer uso das ventosas e do carrinho com rodízios, conforme mostra a Figura 24.

Figura 24: Carrinho com rodízios para deslocamento de porcelanatos de grandes dimensões



Fonte: Cortag (2021)

Estando o porcelanato preso ao carrinho, com o tardez voltado para fora, o profissional faz o espalhamento da argamassa, e após, com o auxílio de um ajudante, e fazendo uso das ventosas, posiciona a peça para assentamento, como mostra a Figura 25 e Figura 26, respectivamente.

Figura 25: Espalhamento da argamassa e retirada do carrinho com auxílio das ventosas



Fonte: Cortag (2021)

Figura 26: Assentamento do porcelanato de grandes dimensões



Fonte: Cortag (2021)

Ocorrência de bordas picotadas é outro exemplo comum de desperdício de revestimentos pelo uso da técnica errada no momento do corte. Geralmente quando não se usa equipamento adequado ou se emprega a técnica de corte de forma

errada, as bordas do corte apresentam um efeito serrilhado ou picotado conforme mostra a Figura 27.

Figura 27: Corte de porcelanato com bordas picotadas



Fonte: Manfrim (2019)

Na Figura 27, segundo Manfrim (2019), quando usado uma serra elétrica manual com disco inadequado ou desgastado, a borda apresenta efeito picotado. Por esse motivo quando não é possível recuperar a peça com uso de técnicas de lixamento, placas inteiras acabam sendo desperdiçadas aumentando o custo da obra. A lixação da borda acaba sendo uma técnica de recuperação paliativa porque gera excesso de poeira e desperdício de tempo durante a execução do trabalho.

Segundo a Cerâmica Portinari (2019) para cortes de porcelanato, recomenda-se utilizar máquina com disco diamantado liso, lubrificado com água, porque o porcelanato no geral possui uma massa mais rígida e homogênea em comparação com outros revestimentos cerâmicos.

Por exemplo, a máquina riscadora manual, mostrada na Figura 28 é indicada para corte reto de pisos cerâmicos e porcelanatos com até 10 mm de espessura (CERÂMICA PORTINARI, 2019).

Figura 28: Máquina riscadora manual



Fonte: Cerâmica Portinari (2019)

Assim, fazendo uso do riscador manual basta riscar a peça conforme mostra a Figura 29.

Figura 29: Profissional riscando a peça de porcelanato com riscador



Fonte: Cerâmica Portinari (2015)

Após riscar, o profissional deve fazer pressão sobre a marcação, e quebrar com o auxílio da própria ferramenta, finalizando o processo de corte da peça, conforme mostra a Figura 30.

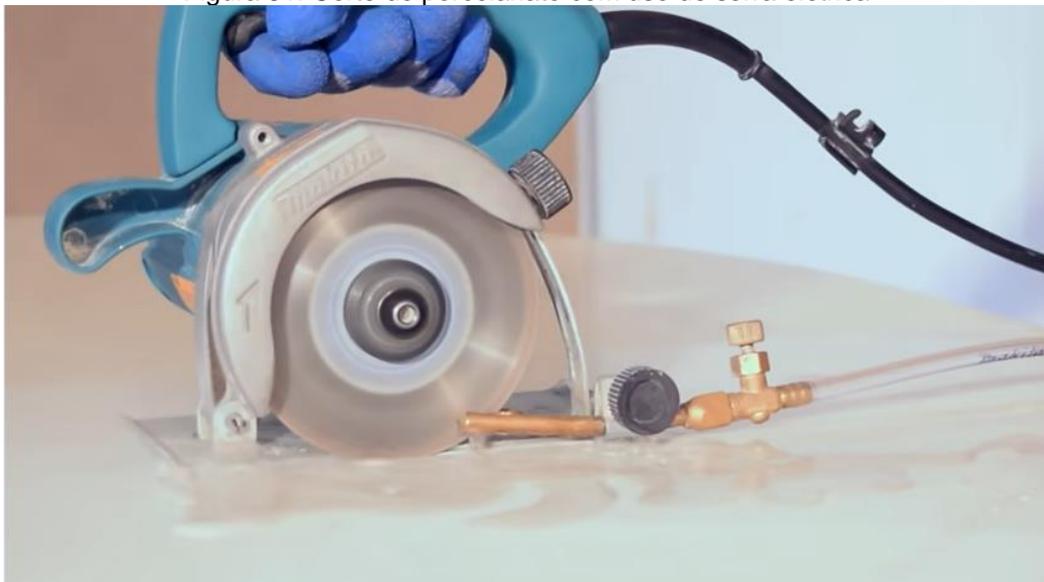
Figura 30: Movimento de quebra da peça após marcação com riscador



Fonte: Portinari (2015)

Geralmente, segundo a Cerâmica Portinari (2019) os cortes em placas com lado até 60 cm são realizados com riscador manual. Em placas com lado maior que 60 cm os cortes são realizados com serra elétrica, com disco diamantado contínuo, lubrificado com água. A água facilita o corte, reduz a poeira e evita o superaquecimento do disco, conforme mostra a Figura 31.

Figura 31: Corte de porcelanato com uso de serra elétrica

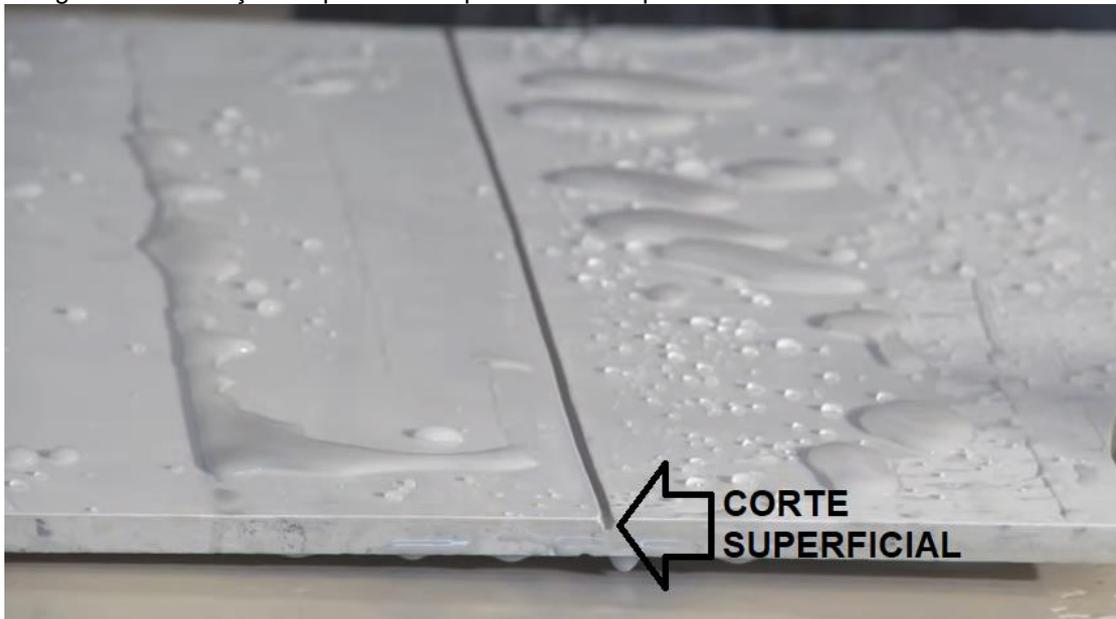


Fonte: Cerâmica Portinari (2015)

No corte com serra elétrica a Cerâmica Portinari (2015) recomenda a adoção de três etapas de corte com profundidades diferentes. Primeiro corte deve ser

superficial, para evitar lascas e melhorar o acabamento da peça, conforme mostra a Figura 32.

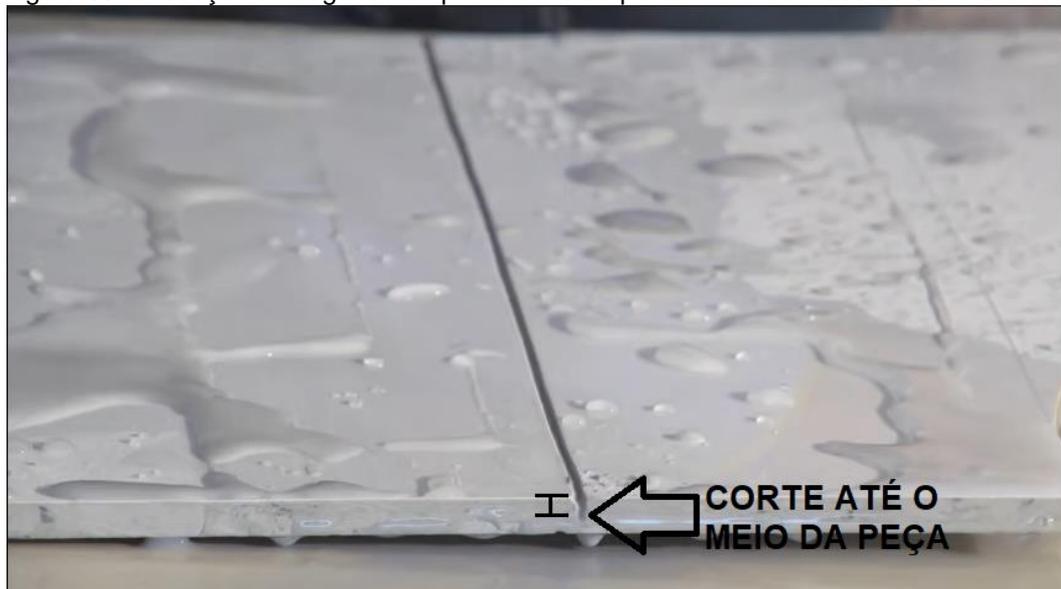
Figura 32: Execução da primeira etapa de corte do porcelanato com uso de serra elétrica



Fonte: Cerâmica Portinari (2015)

Segunda etapa de corte: deve-se atingir o meio da espessura da peça, conforme mostra a Figura 33.

Figura 33: Execução da segunda etapa de corte do porcelanato com uso de serra elétrica



Fonte: Cerâmica Portinari (2015)

A terceira etapa consiste na conclusão do corte da peça, conforme mostra a Figura 34.

Figura 34: Execução da terceira etapa de corte do porcelanato com uso de serra elétrica



Fonte: Cerâmica Portinari (2015)

Outra ferramenta útil para corte de porcelanatos é a serra elétrica de bancada, apresentada na Figura 35.

Figura 35: Serra elétrica de bancada para corte de porcelanatos de grandes dimensões



Fonte: Dutra Máquinas (2014)

A serra de bancada permite realizar cortes de placas de porcelanato com dimensões de até 1,20m, em ângulo reto ou 45° como mostra a Figura 36.

Figura 36: Realização do corte com serra elétrica de bancada em ângulo de 45°



Fonte: Dutra Máquinas (2014)

2.4.2 Não conformidades na execução

O não atendimento de forma satisfatória dos requisitos de projeto e do sequenciamento correto das tarefas resulta em não conformidades (retrabalhos e perdas de materiais e mão de obra) tendo como consequência custos adicionais, atrasos e baixa qualidade na entrega do produto. A qualidade implica na avaliação satisfatória de todo o processo, do desempenho do produto em atendimento ao padrão pré-estabelecido até a entrega final do produto ao cliente (ROCHA, 2022).

A seguir, a título de exemplificação foram identificados alguns exemplos de inconformidades, de ocorrência frequente, durante a execução dos serviços de colocação de revestimento cerâmico em pisos e paredes encontrados na literatura:

- a) Remoção de revestimento da parede sem a devida proteção do piso: descuido do instalador com o espaço de trabalho, ou seja, a não utilização de meios adequados de proteção para o piso acabado, essa falha durante a execução da tarefa, fatalmente implicará em danos irreparáveis ao esmalte das placas cerâmicas do piso pronto conforme mostra a Figura 37 (ROCHA, 2022).

Figura 37: Remoção de revestimento de parede



Fonte: Rocha (2022)

- b) Incompatibilidade da paginação: na Figura 38 observa-se a ocorrência de diferença entre a paginação do revestimento interno com a paginação do revestimento externo. Tal irregularidade decorre da falta de leitura dos projetos e despreparo da mão de obra.

Figura 38: Diferença de alturas na execução da paginação da parede



Fonte: Rocha (2022)

- c) Uso de técnica inadequada para espalhamento da argamassa colante: conforme mostra a Figura 39, o instalador utilizou argamassa colante em excesso, pois fez uso de ferramental inadequado para execução da tarefa. O executor deveria fazer uso de desempenadeira dentada conforme especificado em norma. A Figura 40 mostra como fica o espalhamento da argamassa com uso da desempenadeira dentada.

Figura 39: Placa cerâmica com excesso de argamassa



Fonte: Rocha (2022)

Figura 40: Placa cerâmica com argamassa espalhada com desempenadeira dentada



Fonte: Borges e Santos (2021)

d) O uso de ferramentas desgastadas ou em péssimo estado de conservação potencializa a má qualidade no assentamento: a falha devido ao uso de máquinas, ferramentas e acessórios desgastados e avariados são fortes indicadores de possíveis problemas na fase de assentamento. Na tentativa de realização de cortes geram excesso de quebras e cortes com acabamentos imperfeitos, tortos e com aspecto serrilhado, etc.

2.4.3 Produtividade e treinamento da mão de obra

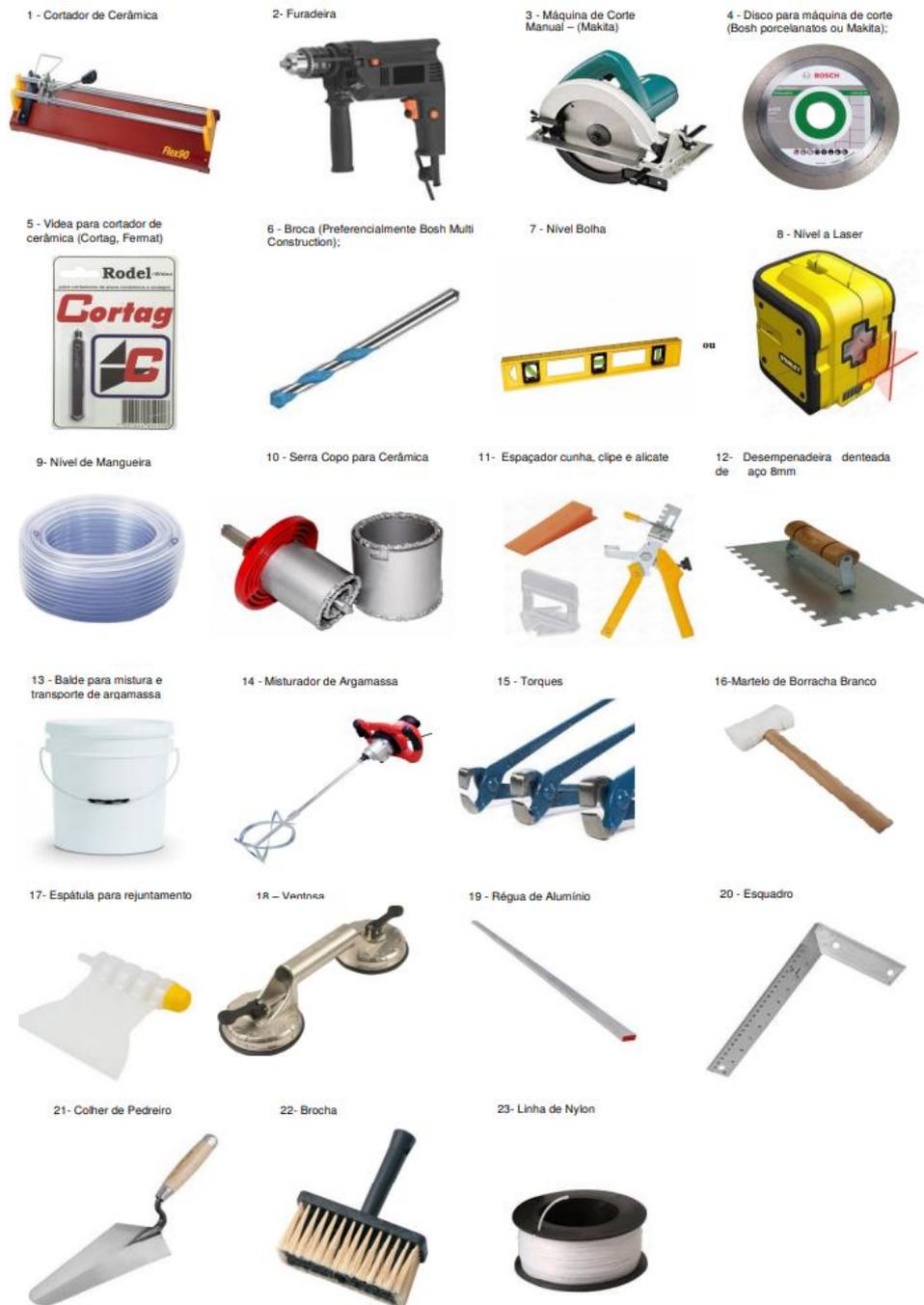
Para garantir o desempenho técnico exigido por norma é imprescindível o emprego de mão de obra qualificada: Por isso antes de contratar um profissional azulejista deve-se exigir a comprovação de sua experiência. Se possível deve-se buscar investigar referências anteriores e solicitar fotos de trabalhos anteriores do profissional a contratar, buscando assim atestar se a qualidade da mão de obra ofertada por ele atende as expectativas da empresa.

Muitos são os problemas provenientes de manuseio incorreto ou falhas de mão de obra ocorridas no processo de execução do assentamento dos revestimentos, por isso recomenda-se o treinamento da equipe e que esses profissionais possam dispor de ferramental adequado para a execução do serviço.

Segundo a assistência técnica da Incepa as principais máquinas, ferramentas e acessórios recomendados para o bom desempenho da mão de obra são: cortador

de cerâmica, furadeira, máquina de corte, disco de corte, videa para máquina de corte de cerâmica, brocas, nível de bolha, nível laser, nível mangueira, serra copo, espaçadores de cunha, clipe e alicate, desempenadeira dentada, balde, misturador mecânico de argamassa, torquês, martelo de borracha, espátula de rejuntamento, ventosas, régua de alumínio, esquadro, colher de pedreiro, brocha, linha de nylon, etc., conforme mostra a Figura 41.

Figura 41: Máquinas, ferramentas e acessórios para execução revestimento



Fonte: Incepa (2017)

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será descrito qual o tipo de pesquisa adotado e sua classificação quanto aos seus objetivos e forma da abordagem, detalhando os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos metodológicos utilizados durante seu desenvolvimento.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Conforme Gil (2010) a pesquisa científica é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas pesquisados e segundo Fonseca (2002) pesquisas do tipo estudo de caso abrangem investigações e coleta de dados junto às pessoas e ambientes, geralmente são de cunho exploratório e descritivo, e usam diferentes tipos recursos para o levantamento de dados.

Com base nesses conceitos esse estudo foi caracterizado como um Estudo de Caso, quanto aos procedimentos adotados, abrangeu a investigação da gestão do processo construtivo aplicado na etapa de execução do revestimento cerâmico de uma obra de porte médio localizada na cidade de Santarém no estado do Pará.

Quanto aos objetivos, esse estudo classifica-se como exploratório e descritivo, pois busca através do conhecimento adquirido no referencial teórico identificar em meio ao processo executivo da obra, os fatores que causam desperdícios e impactam na qualidade e desempenho da construção no quesito revestimento.

Mesmo que a evidência científica desse tipo de pesquisa seja considerada baixa, sua contribuição se revela amplamente colaborativa na aquisição de informações a respeito de determinada temática, levantando questões e colaborando na atualização de conhecimentos demandando um curto espaço de tempo (ROTHER, 2007).

Quanto à abordagem, este estudo utiliza uma abordagem qualitativa para análise e compreensão do tema pesquisado. Segundo Minayo (2001) a pesquisa qualitativa trabalha com o universo dos significados, dos motivos, dos processos,

dos fenômenos, ou seja, com características que necessariamente não precisam ser retratadas por variáveis quantitativas.

3.2 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Em relação à adoção do tipo de instrumento de coleta de dados, optou-se pela consulta à literatura científica na área da engenharia civil. Para elaboração do referencial teórico, como fontes secundárias de consulta foram usados documentos já publicados sobre o tema, tais como, artigos científicos, teses e dissertações, disponíveis em revistas científicas como a *Scientific Eletronic Library Online (Scielo)* entre outras. Também foram usadas como fonte de consulta as normas ABNT. Para acessar esses bancos de dados eletrônicos foram utilizados como descritores os seguintes termos: gestão canteiro de obra; revestimento cerâmico; *Lean Construction*.

Para coleta de dados primários foram utilizadas as técnicas de observação e consulta aos documentos e registros da obra, tais como: projetos, imagens e documentos administrativos, com o objetivo de expandir a visão do processo de gestão aplicado durante a etapa de execução do revestimento cerâmico, especificamente referente ao assentamento de porcelanato de grandes dimensões.

4 ESTUDO DE CASO

Para realização desse estudo foram levantados os dados construtivos de uma obra localizada na cidade de Santarém no estado do Pará, com área total construída de aproximadamente 250m², conforme projetos arquitetônicos que constam nos Anexos A à E. O imóvel se localiza em bairro nobre, é um projeto personalizado com design que foge do padrão usual, esquadrias com dimensões e geometria diferenciadas, e uso de material de acabamento de primeira linha, refinado e de alta qualidade.

Conforme se observa nos Anexos A e B os projetos arquitetônicos contemplam uma área de uso residencial e outra para uso industrial destinado a implantação de um fábrica de tapeçaria. Entretanto os dados construtivos analisados nesse estudo incluirão apenas a área residencial, que incorpora a execução do revestimento.

4.1 OBRA RESIDENCIAL ANALISADA

A Figura 42 mostra a fachada da residência em fase de acabamento, trata-se de um projeto construtivo com *design* moderno e imponente. Exclusivamente projetado para atender as preferências e necessidades do proprietário da obra.

Figura 42: Fachada da Residência



Fonte: autora (2022)

O sistema construtivo adotado na construção foi o convencional, com lajes, pilares e vigas estruturais e parede de alvenaria de bloco cerâmico de vedação. Revestimento com reboco e acabamento em pintura com alto padrão de qualidade. No teto foram aplicados revestimento em gesso acartonado.

O piso da residência, em toda a sua extensão, foi revestido com placas de porcelanato e rodapé embutido do mesmo material, e nas áreas molhadas (banho das suítes e lavabo) as paredes também foram revestidas com porcelanato.

O revestimento adotado foi porcelanato com placas de 60cm x 120cm e de 80cm x 80cm acabamento acetinado. O porcelanato além de uma infinidade de benefícios confere sofisticação, resistência e longa vida útil ao revestimento. Outros detalhes das características técnicas do porcelanato usado na obra constam no Anexo F.

Porcelanato 60cm x 120cm: classificação tonal de variação moderada, recomendação de uso: alto tráfego, junta mínima: 2 mm, espessura: 9.8mm, 2,20m² por caixa, peso por caixa: 42.80kg, 3 pç. por caixa, valor R\$ 283,58 custo da caixa do porcelanato.

Porcelanato 80cm x 80cm: classificação tonal de variação moderada, recomendação de uso: alto tráfego, junta mínima: 2 mm, espessura: 9.8mm, 2,07m² por caixa, peso por caixa: 40,20kg, 3 pç. por caixa, valor R\$ 114,69 custo da caixa do porcelanato.

Aplicação do revestimento foi realizado sobre as paredes de alvenarias pós-regularização do reboco, e piso de concreto (térreo) e laje maciça segundo pavimento. Preparo da base:

- a) Alvenarias: o sarrafeamento do emboço e do reboco ocorreu em duas etapas. A primeira quando da marcação das taliscas (criação da faixa mestra); após o preenchimento da parede, a régua de alumínio foi utilizada para retirar o excesso da argamassa garantindo a plumada das paredes. Segunda etapa quando a massa apresentava maior aderência e boa consistência (não completamente endurecida) foram retirados os excessos da argamassa com a régua com movimentos na vertical e horizontal. Para dar acabamento antes do revestimento foi usada desempenadeira sem espuma, deixando um aspecto rústico ao reboco.

b) Pisos: para execução de contrapiso inicialmente foi feito a impermeabilização das áreas molhadas e a determinação dos níveis de referência. Após foi executada a aplicação da argamassa do contrapiso com acabamento sarrafeado.

Antes da colagem do revestimento do piso foi executado um recorte no reboco das paredes, que não seriam revestidas com porcelanato, para embutimento do rodapé. Foi recortada uma faixa de aproximadamente 20 cm de altura, conforme se observa na Figura 43, foto do local.

Figura 43: Corte no reboco para embutimento do rodapé



Fonte: Autora (2022)

Outro detalhe construtivo empregado na obra estudada foi a execução de ralos e grelhas ocultos, conforme mostra a Figura 44.

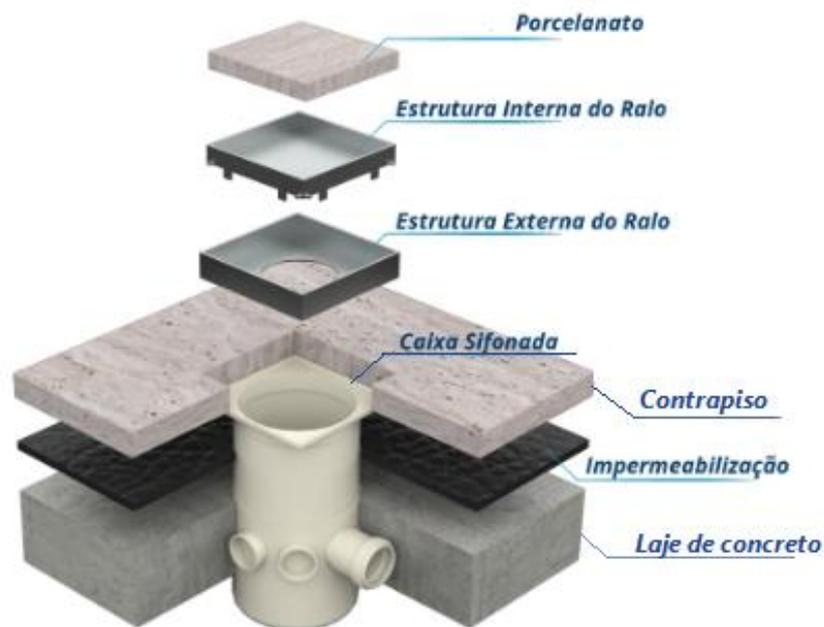
Figura 44: Execução de grelha oculta



Fonte: Autora (2022)

Essa técnica consiste em instalar uma placa de revestimento na estrutura interna do ralo como mostra a Figura 45. Após sua instalação ele fica no mesmo nível do revestimento, ficando aparente apenas a borda de marcação de seu perímetro.

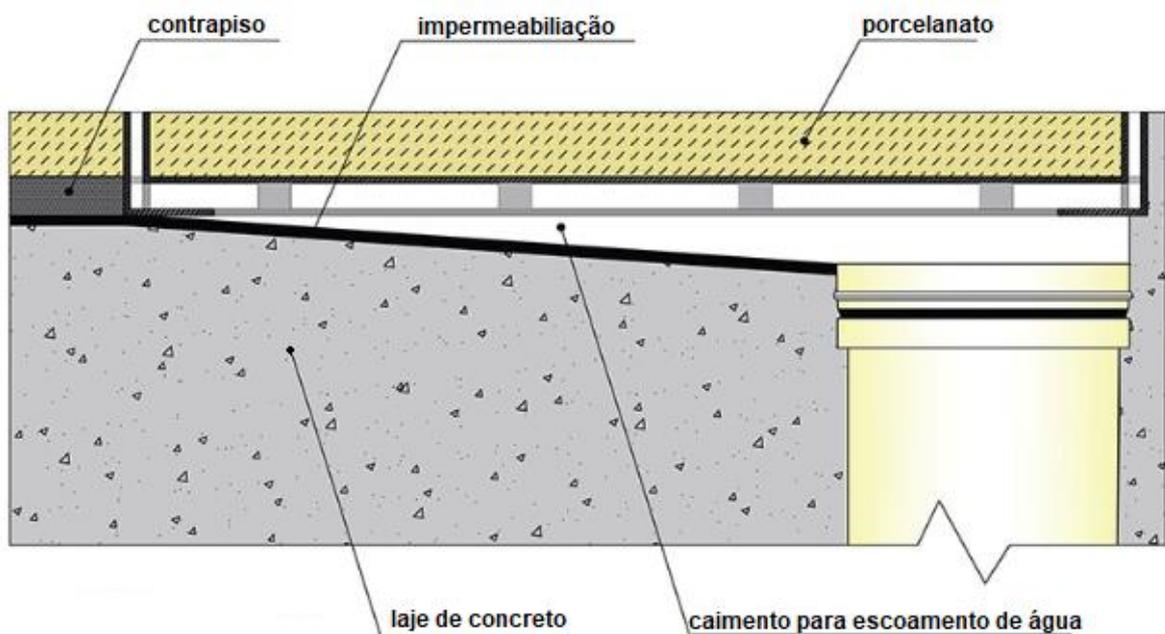
Figura 45: Ralo oculto



Fonte: Vidro Laser (2022)

A Figura 46 mostra o corte esquemático (desenho técnico) da instalação do ralo oculto. Observa-se que na região da saída da água, o piso deve ser executado com leve caída em direção à tubulação e que a impermeabilização deve ser executada previamente a instalação da estrutura externa do ralo, que deve ficar encaixada no contrapiso.

Figura 46: Instalação de ralo oculto



Fonte: Vidro Laser (2022)

Em relação à execução do assentamento do revestimento no piso e parede a obra da residência estudada não contou com projeto de paginação, o desenvolvimento dos trabalhos foi confiado à experiência dos profissionais contratados e à inspeção da engenharia. A Figura 47 mostra a colocação do porcelanato 80 cm x 80 cm com o emprego dos espaçadores do tipo clipe e cunha.

Figura 47: Assentamento do porcelanato na garagem



Fonte: Autora (2022)

4.2 QUANTITATIVO PLANEJADO

Como não foi realizado projeto de paginação a compra do material para execução do revestimento foi baseada nas informações das áreas constantes no projeto arquitetônico da residência. A Tabela 1 apresenta o quantitativo planejado para compra do porcelanato aplicado no pavimento térreo da residência. Portanto conforme os dados do projeto para o porcelanato 80cm x 80cm o quantitativo foi de 47,63m² e para o porcelanato 60cm x 120cm o quantitativo foi de 74,46m².

Tabela 1: Quantitativo planejado: pavimento térreo

Pavimento Térreo	Porcelanato 80 x 80		Porcelanato 60 x 120		
	Área de piso (m ²)	Área de rodapé (m ²)	Área de piso (m ²)	Área de parede (m ²)	Área de rodapé (m ²)
Garagem	41,80	3,74			
Sala de estar e jantar			36,20		3,32
Cozinha			17,00		2,40
Lavabo externo	2,09			15,54	
Soma das áreas:	43,89	3,74	53,20	15,54	5,72

Fonte: Autora (2022)

A Tabela 2 apresenta o quantitativo planejado para compra do porcelanato aplicado no pavimento superior da residência. Portanto conforme os dados do projeto para o porcelanato 60cm x 120cm o quantitativo foi de 174,17m².

Tabela 2: Quantitativo planejado: pavimento superior

Pavimento Superior	Porcelanato 60cm x 120cm		
	Área de piso (m ²)	Área de parede (m ²)	Área de rodapé (m ²)
Sacada 1	3,40		0,44
Sacada 2	6,20		0,60
Suíte 1	25,80		3,23
Closet	5,35		1,35
Depósito	4,00		1,06
BWC1	4,58	28,28	
Hall	15,25		3,17
Suíte 2	14,50		2,51
BWC 2	3,11	18,41	
Quarto 3	9,43		2,15
BWC 3	3,14	18,20	
Soma das áreas	94,76	64,89	14,52

Fonte: Autora (2022)

No pavimento térreo a colocação do piso foi em ângulo reto, acompanhando o alinhamento dado pela parede de divisa da garagem. Nos demais cômodos onde foi aplicada a placa com o tamanho 60 cm x 120 cm o padrão de alinhamento foi mantido conforme mostra exemplificadamente a Figura 48.

120cm totalizando a metragem de 264m² e 25 caixas do porcelanato 80cm x 80cm totalizando 51,75m².

4.3 QUANTITATIVOS UTILIZADOS

Durante andamento da execução do assentamento do porcelanato foi necessário realizar uma compra complementar de ambos os porcelanatos porque a quantidade adquirida inicialmente foi insuficiente. A compra complementar do porcelanato de 60cm x 120cm foi de 22 caixas totalizando a metragem de 48,40m², e do porcelanato 80cm x 80cm foi de 2 caixas, totalizando 4,14m² para guardar como excedente porque não havia sobrado piso reserva na primeira compra.

Também foi comprada uma quantidade complementar de argamassa de assentamento, mas o construtor não soube informar o quanto a mais foi gasto desse material porque em função da validade desse tipo de produto, o mesmo não era estocado em obra. As compras eram realizadas conforme a necessidade demandada, durante o andamento dos serviços. Portanto, em relação a esse material não foi possível fazer um levantamento dos quantitativos.

Em relação ao porcelanato, o acréscimo no custo foi de R\$ 6.468,14, conforme demonstrado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Incremento no custo do revestimento

Material	Nº caixas	m ² /cx.	Metragem	Custo CX.	Total R\$
Porcelanato 60 x 120	22	2,20	48,40m ²	R\$ 283,58	R\$ 6.238,76
Porcelanato 80 x 80	2	2,07	4,14m ²	R\$ 114,69	R\$ 229,38
Totais			75,31m ²		R\$ 6.468,14

Fonte: Autora (2022)

Nesse valor não foi considerado o incremento de custo de outros insumos, tais como: argamassa de assentamento, rejunte, espaçadores, discos de corte, consumo de energia elétrica e água, despesas com frete, remoção de calça, etc.

A modalidade de contratação da mão de obra foi por medição, valor de R\$ 25,00 por metro quadrado pronto. Por esse motivo as despesas de mão de obra com resserviços não foram computadas, porque a liberação de pagamento era contra a

entrega do serviço pronto, após o aceite da inspeção do engenheiro responsável pela obra.

4.4 DESPERDÍCIOS

Para apontar algumas alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras inicialmente precisam ser observadas e levantadas as possíveis causas do problema. A dificuldade de coleta de dados já se enquadra como uma das dificuldades para se mensurar o desperdício. Empresas pequenas não mantêm históricos de compras detalhados, ou porque não registram todas as suas operações, ou o que acontece na maioria das vezes, não dispõem de tempo nem pessoal para atender esse tipo de tarefa. Por isso muitos desperdícios passam despercebidos. E muitas vezes o construtor não sabe responder por que sua obra custou mais caro do que o planejado.

Em relação à obra residencial analisada nesse estudo foram identificadas as seguintes causas para o problema do desperdício dos porcelanatos:

- a) Ausência de projeto de paginação: a obra em questão apresentava uma geometria atípica, nem todas as peças possuíam encontros de paredes em ângulo reto. Essa situação gerou muitos recortes o que favoreceu a quebra e inutilização de várias placas de porcelanato no momento do assentamento;
- b) Emprego de disco de corte inadequado para porcelanato: no início da execução dos trabalhos, o profissional, usou disco de corte de baixa qualidade e acabou quebrando algumas placas de porcelanato. A engenharia já tinha detectado o problema e estava providenciando uma máquina de bancada com disco de corte adequado. Entretanto, por conta própria, o profissional decidiu testar o uso de sua serra elétrica manual, equipada com disco errado. Essa imperícia, gerada pela impaciência do profissional, resultou na quebra de várias placas de porcelanato;
- c) Ocorrência de problemas diversos na execução dos ralos ocultos: surgiram problemas no embutimento das bordas (algumas ficaram salientes); também correram problemas, tais como, falta de inclinação para escoamento da água, recorte da placa de porcelanato com

acabamento picotado. Em função da ocorrência desses problemas alguns serviços foram refeitos o que gerou bastante desperdício de material; inclusive uma das grelhas empenou e precisou ser totalmente removida e substituída por outra peça nova.

- d) Recortes defeituosos: a Figura 50 mostra um exemplo da ocorrência de problemas com o corte das peças. Defeito na geometria do corte e no acabamento de borda (aspecto picotado). Este tipo de fenômeno foi bastante recorrente na obra, e causou inúmeros desperdícios de placas de porcelanato.

Figura 50: Recortes defeituosos e picotados



Fonte: autora (2022)

- e) Junto à área da escada, a colocação do porcelanato não passou na vistoria da engenharia porque as geometrias dos recortes estavam fora do esquadro, aos moldes do tipo de problema apresentado na Figura 50. O profissional não conseguiu executar o desenho exigido para aquele trecho, por esse motivo o piso no entorno da escadaria de acesso ao segundo pavimento precisou ser arrancado e novamente refeito;
- f) Outro problema recorrente: riscos no piso. Em função do acesso de carga e descarga de material da obra ser pela garagem, algumas peças de porcelanato do pavimento térreo acabaram sofrendo riscos e esfolamentos, por esse motivo tiveram que ser substituídas.

Além do desperdício do porcelanato durante o assentamento do piso, observou-se na obra estudada, que não houve um planejamento prévio para execução do rodapé. Durante a execução do reboco não foi previsto nenhuma espera para o embutimento do rodapé. A Figura 43, anteriormente apresentada, mostra o profissional escareando o reboco junto ao piso, para deixá-lo na profundidade correta para execução do embutimento do rodapé.

Os itens descritos nas alíneas, letras a até f, foram as principais causas das perdas, desperdícios e custos sofridos pela obra, identificados durante o desenvolvimento desse estudo. Provavelmente a ausência de projeto de paginação e uma melhor seleção da mão de obra tenham sido os fatores mais relevantes para geração do volume de problemas enfrentados pela engenharia nessa obra, que infelizmente refletiram no incremento do custo da etapa de execução do revestimento.

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Conforme apurado na literatura, o não atendimento de forma satisfatória dos requisitos de projeto e do sequenciamento correto das tarefas resulta em não conformidades caracterizados como retrabalhos, perdas de materiais e mão de obra, tendo como consequência direta custos adicionais, atrasos e baixa qualidade na entrega do produto (ROCHA, 2022).

Reiteradamente a literatura destaca que no canteiro de obra é imprescindível o emprego de mão de obra qualificada, de preferência deve-se buscar comprovar se a qualidade da mão de obra ofertada pelo profissional atende as expectativas da empresa antes de contratá-lo. Na obra analisada o profissional contratado apresentou algumas sérias deficiências em sua mão de obra, apesar do construtor ter sido precavido em relação a liberação dos pagamentos, adotando o sistema de pagamento por medição contra a entrega do serviço pronto. Ocorreram muitos problemas executivos durante o processo de assentamento dos revestimentos que poderiam ter sido evitados, com uma seleção mais criteriosa das competências do profissional contratado.

Em obras de maior porte, com empresas mais estruturadas, geralmente o construtor investe no treinamento de sua mão de obra, o que é bastante promissor e benéfico tanto para o funcionário que melhorar sua qualificação quanto para a empresa. Mas, em obras de pequeno porte essa realidade não se aplica, por esse motivo o processo de seleção da mão de obra deve ser mais criterioso.

A luz dos conceitos da teoria do *Lean Construction* proposta por Koskela (1992) mesmo que aplicada em uma escala reduzida em função do porte da obra estudada, percebe-se que seus princípios básicos, podem ser aplicados para melhorar o desempenho do canteiro de obra. Considerar as necessidades dos clientes é uma delas.

Na obra estudada o cliente tinha a expectativa de resolver dois problemas ao mesmo tempo; construir sua residência e sua indústria em um mesmo local. Por esse motivo a elaboração do projeto exigiu muito dos profissionais envolvidos. Apesar dos contratemplos na execução de alguns serviços como no caso do assentamento dos revestimentos com a incidência de perdas de materiais a engenharia reagiu e conseguiu focar no controle no processo global da obra,

entregando a residência e a área da indústria dentro do prazo estipulado e com a qualidade aos moldes do que foi acertado inicialmente com o cliente.

Portanto esse estudo de caso alcançou os objetivos propostos, elucidou as melhores técnicas para a gestão dos serviços de assentamento de revestimentos. No caso em tela, assentamento de porcelanato de grandes dimensões, e expôs as principais ocorrências de problemas que podem ser evitados com emprego de técnicas corretas em relação a gestão da mão de obra, do planejamento dos quantitativos de materiais, e do sequenciamento correto dos serviços.

Como recomendações para trabalhos futuros, se sugere o acompanhamento da execução de outros tipos de revestimentos cerâmicos, com maior detalhamento dos insumos, para que a abordagem da pesquisa abranja com maior precisão a importância de se evitar o fenômeno das perdas no canteiro de obras, ampliando a visão tanto de engenheiros que já atuam no mercado de trabalho, como daqueles que estão iniciando na profissão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRÉ, Luis. **Funções das camadas**. Qualificad, 2021. Disponível em: <<https://qualificad.com.br/funcao-das-camadas/>>.

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

_____. **NBR 7200 Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 9817 Execução de piso com revestimento cerâmico – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR ISO 10545-2 Placas Cerâmicas - Parte 2: Determinação das dimensões e qualidade superficial**, Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR ISO 10545-3: Placas cerâmicas - Parte 3: Determinação da absorção de água, porosidade aparente, densidade relativa aparente e densidade aparente**. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR ISO 10545-4 Placas cerâmicas - Parte 4: Determinação da carga de ruptura e módulo de resistência à flexão**. Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR ISO 10545-5 Placas Cerâmicas - Parte 5: Determinação da resistência ao impacto pela medição do coeficiente de restituição**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-6 Placas cerâmicas - Parte 6: Determinação da resistência à abrasão profunda para placas não esmaltadas**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-7 Placas Cerâmicas - Parte 7: Determinação da resistência à abrasão superficial para placas esmaltadas**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-8 Placas Cerâmicas - Parte 8: Determinação da expansão térmica linear**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-9 Placas Cerâmicas - Parte 9: Determinação da resistência ao choque térmico**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-10 Placas Cerâmicas - Parte 10: Determinação da expansão por umidade**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-11 Placas Cerâmicas - Parte 11: Determinação da resistência ao gretamento de placas esmaltadas**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-12 Placas Cerâmicas - Parte 12: Determinação da resistência ao congelamento**. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 10545-13 Placas cerâmicas - Parte 13: Determinação da resistência química.** Rio de Janeiro, 2020.

_____. **NBR ISO 10545-14 Placas Cerâmicas - Parte 14: Determinação da resistência ao manchamento.** Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR ISO 13006 Placas cerâmicas - Definições, classificação, características e marcação.** Rio de Janeiro, 2020.

BORGES, Jheny Santos; SANTOS, João Victor Ayres. **Aplicação do Lean Construction em um canteiro de obras com ênfase nos processos de transporte, armazenamento e execução de revestimentos cerâmicos.** Projeto de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2021. 91 f.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Banco de Dados: Emprego Formal - NOVO CAGED** (Ministério do Trabalho e Previdência). Publicado em 02 ago. 2022. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/emprego-formal-novo-caged-ministerio-do-trabalho-e-previdencia>>. Acesso em 15 ago. 2022.

CASTRO, Ivan Nunes de. **O que é Benchmarking e qual a sua importância para o Marketing Digital.** Publicado em 18 jun. 2020. Disponível em: <<https://rockcontent.com/br/blog/benchmarking/>>. Acesso em 15 ago. 2022.

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB). **Programa Setorial da Qualidade de Placas Cerâmicas para Revestimento.** Relatório setorial nº 041/2022 (Rev. 01) Jul. 2022. Entidade Setorial Nacional Mantenedora Anfacer – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica Para Revestimento, 2022. Disponível em: <<https://www.ccb.org.br/pt/psq>>.

CERÂMICA PORTINARI. **Cerâmica Portinari explica: como fazer cortes em porcelanato.** Publicado em 29 set. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3h8lhr5uu-Y>>.

CERÂMICA PORTINARI. **Cortes especificação.** 2019. Disponível em: <<https://www.ceramicaportinari.com.br/dicas/cortes>>.

CONSTRUÇÃO CIVIL. **Método executivo: execução de revestimentos cerâmicos para pisos e paredes.** Publicado em 27 abr. 2012. Disponível em: <<https://construcaociviltips.blogspot.com/2012/04/metodo-executivo-execucao-de.html?m=1>>.

CORTAG. **Carro de transporte grandes formatos: Sistema Infinity 60802 Cortag.** Publicado em: 12 maio 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DZwtGJOJPeU&t=5s>>.

CRUZ, Talita. **Contrapiso: Confira 8 passos para uma instalação sem erros.** Publicada em: 16 abr. 2020. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/contrapiso/>>.

CUNHA, Mariah Liberato. **Proposta de melhoria para o processo de revestimento cerâmico de fachada com base nos conceitos e nas ferramentas da mentalidade enxuta**. Monografia (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Natal, RN, 2020. 25 f.

ENCICLOPÉDIA E-CIVIL. **Dicionário da Construção Civil**, 2022. Disponível em: <<https://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-tardoz.html>>.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2010.

INCEPA. **Orientação para assentamento de pisos e porcelanatos**. Serviços de assistência Técnica Incepa, 2017. Disponível em: <http://ldacabamentos.com.br/ldblogger/wp-content/uploads/2017/07/ROCA-2-orientacao_tecnica_-_assentamento_de__pisos_e_porcelanatos.pdf>.

INSTITUTO BRASILEIRO DESIGN DE INTERIORES (IBDI). **Como fazer paginação de piso corretamente**. Publicado em: 10 set. 2015. Disponível em: <<https://ibdi-edu.com.br/>>.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Revestimentos Cerâmicos** (pisos e azulejos). Publicado em 01 nov. 1998. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4PL_u7IFbuEJ:www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/revestimentos.asp?iacao%3Dimprimir&hl=pt-BR&gl=br&strip=1&vwsr=0>.

ISATTO, Eduardo Luís; FORMOSO, Carlos Torres; CESARE, Cláudia Monteiro de; HIROTA, Ercília Hitomi; ALVES, Thaís da Costa Lago. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000.

LACERDA, Fernanda Caldeira de. **Revestimentos de piso para restaurantes e cozinhas industriais**. Monografia Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Curso de Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2014. 68f.

LOBO, Diego. **Como fazer paginação de pisos e parede**. Publicado em: 25 fev. 2019. Disponível em: <<http://www.habitamos.com.br/como-fazer-paginacao-de-pisos-e-parede/>>.

MAPA DA OBRA. **Sarrafeamento é necessário para regularizar a superfície**. Publicado em: 07 mar. 2017. Disponível em: <<https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/sarrafeamento-e-necessario-para-regularizar-a-superficie/>>.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

NORTON MÁQUINAS. **Máquina cortadora de pisos TR231**. Publicado em: 29 jul. 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=0hsh0KhqSK4>>.

PADOAN FILHO, Clóvis Santo. **Instrução de trabalho (IT) para assentamento de revestimento cerâmico em paredes internas**: requisitos do nível “A” do sistema de avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras da construção civil (SIAC). Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2013. 95 f.

PORTOBELLO. **Porcelanato em grandes formatos**: qual é a melhor logística? Conteúdo Técnico. Publicado em: 18 jul. 2018. Disponível em: <<https://blog.archtrends.com/porcelanato-em-grandes-formatos-qual-e-melhor-logistica/>>.

REVISTA CONSTRUSUL. **Expectativa sobre o PIB da construção passa para 2,5%**. Publicado em 12 maio de 2022. Disponível em: <<https://revistaconstrusul.com.br/expectativa-sobre-o-pib-da-construcao-passa-para-25/>>. Acesso em 15 ago. 2022.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão sistemática x revisão narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 5 - 6, jun. 2007.

THEISSEN, Alexandre Spaniol. **Conceitos de construção enxuta (Lean Construction) aplicados à gestão de execução de obras na fase de revestimento cerâmico interno** – estudo de caso. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). São Leopoldo, 2018. 117 f.

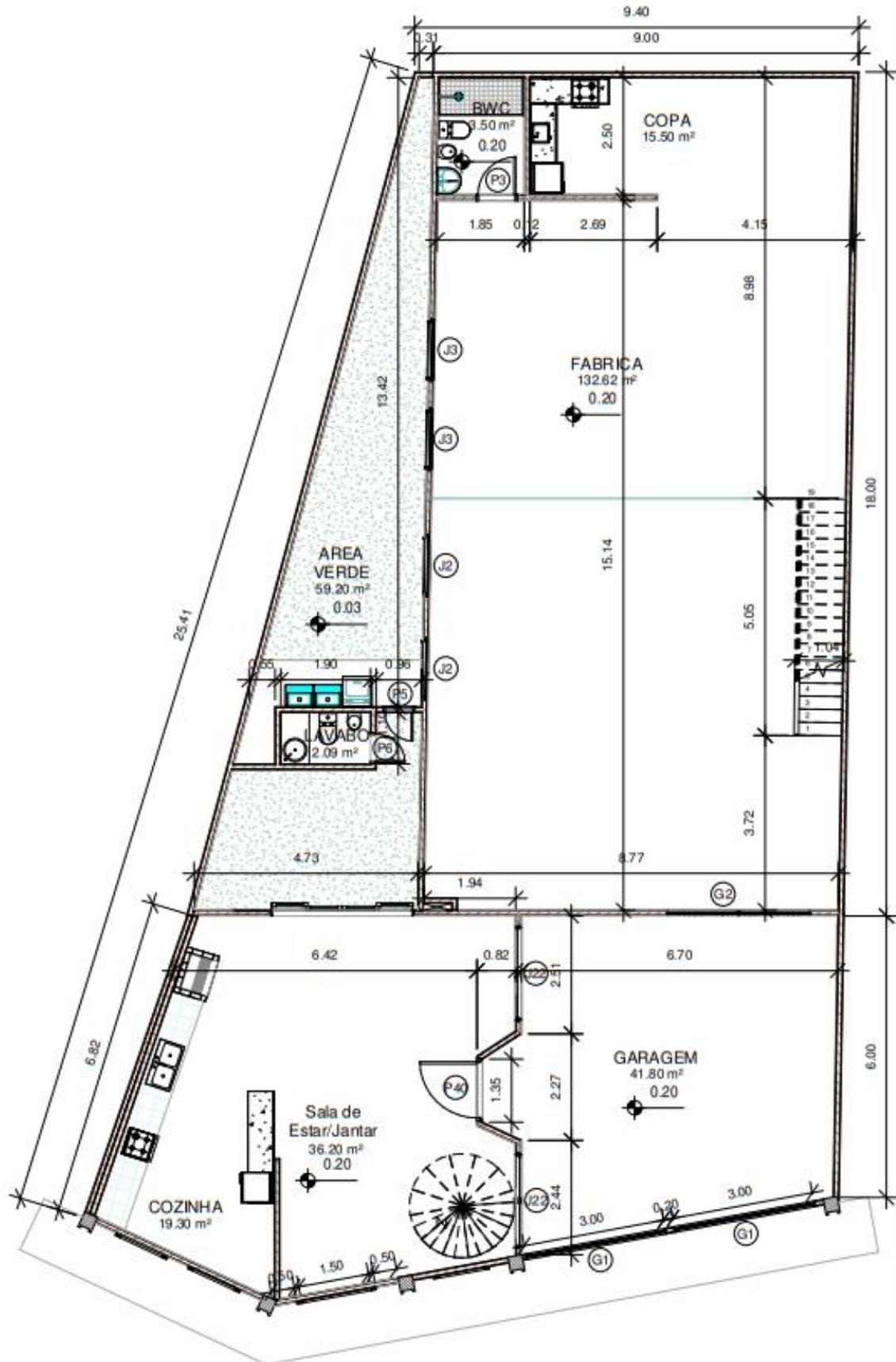
TORMEN, Andréia Fátima; BUENO, Guilherme Manfredini; DE MARCO, Carlos Eduardo Giacomini; SILVA, Cristina Vitorino da. Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos esmaltados em ambientes internos: análise da influência dos processos construtivos em alvenaria convencional e estrutural. **Cerâmica Industrial**, v. 21, n. 2, Erechim, 2016.

VIDRO LASER. **Ralo Oculto**. 2022. Disponível em: <<https://vidrolaser.com.br/ralo-oculto>>.

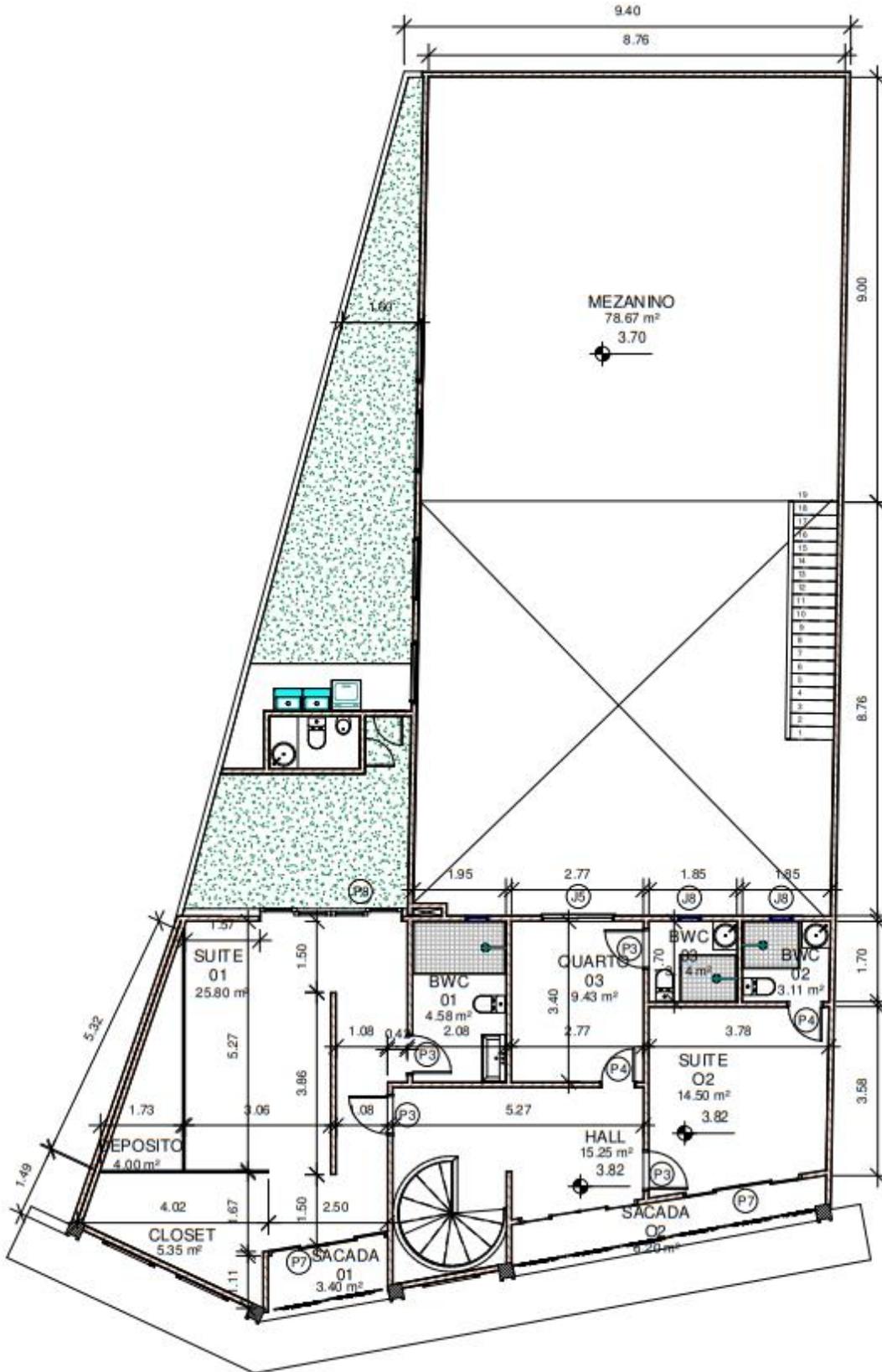
WANDERLEY, Ingrid Moura. **Azulejo na arquitetura brasileira**: os painéis de Athos Bulcão. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2006. 160 f.

WATANABE, Roberto Massaru. **As patologias do revestimento**. Disponível em: <<http://www.ebanataw.com.br/roberto/patologias/patrevcer.php>>.

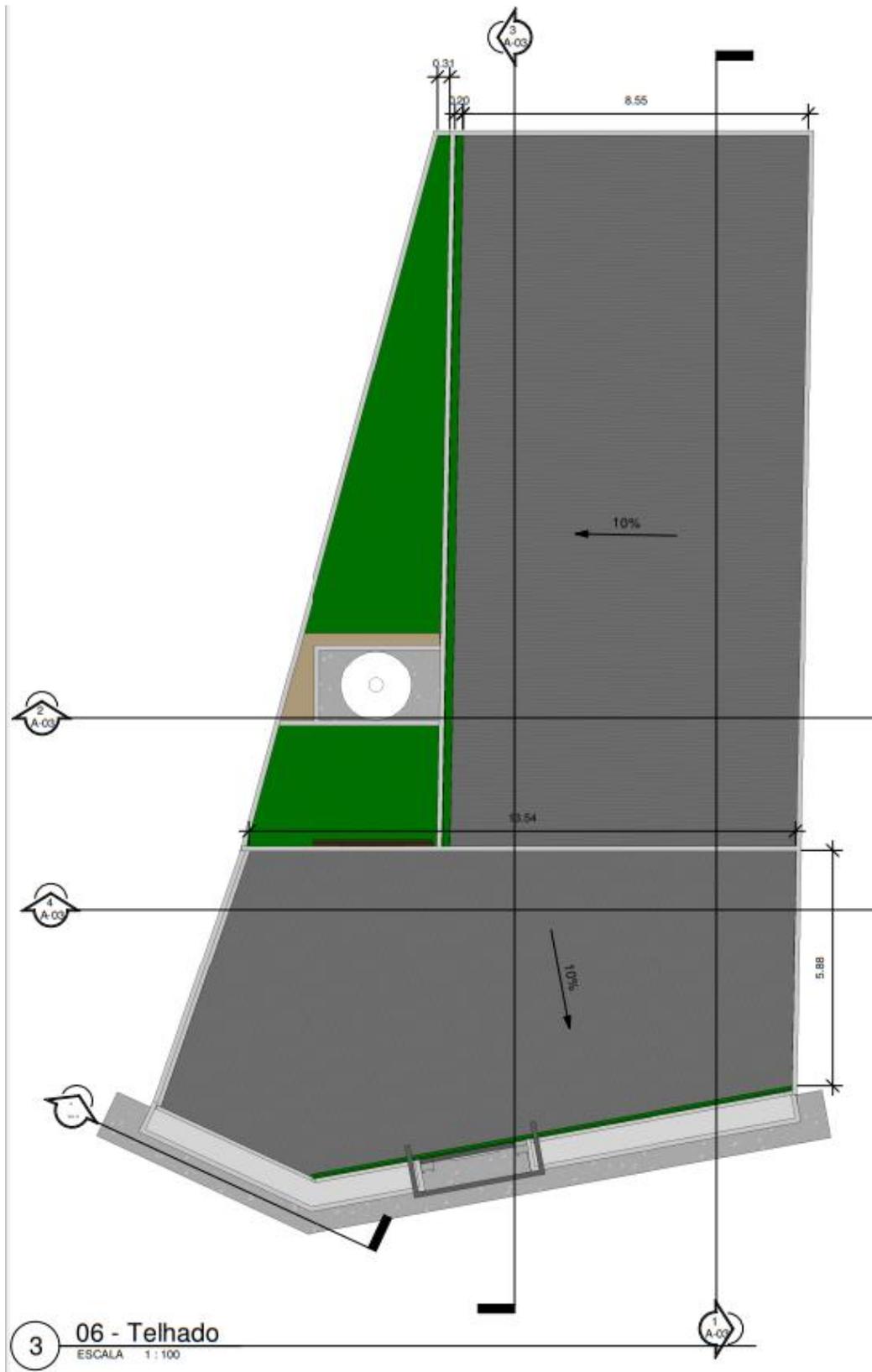
ANEXO A – PLANTA BAIXA EXECUTIVA



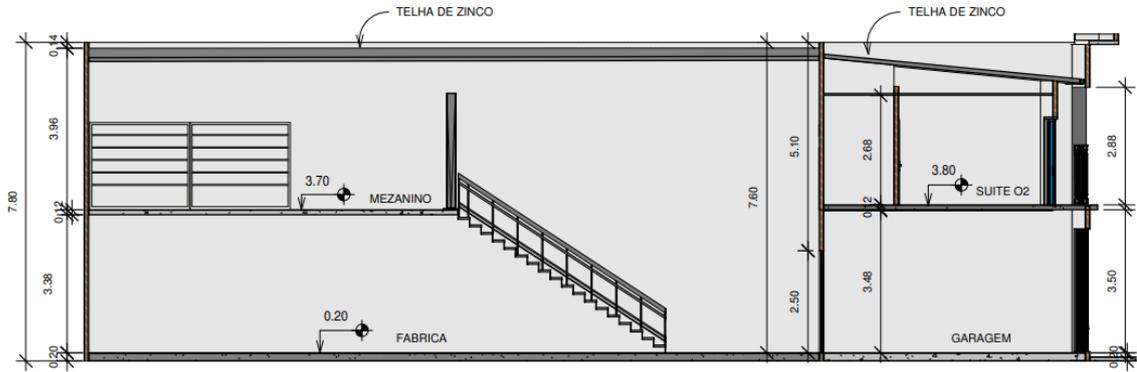
ANEXO B – PLANTA BAIXA PAVIMENTO SUPERIOR



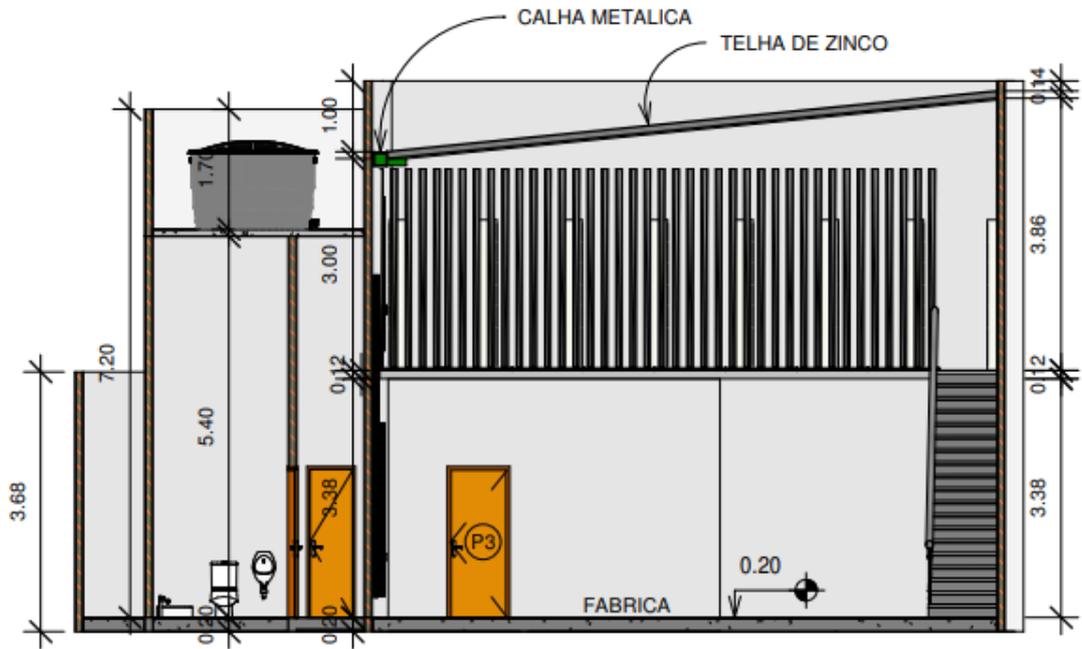
ANEXO C - TELHADO



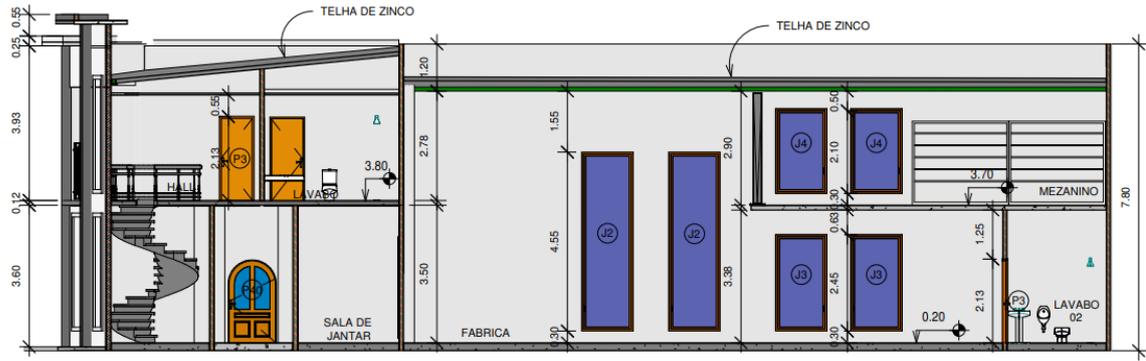
ANEXO D – CORTES



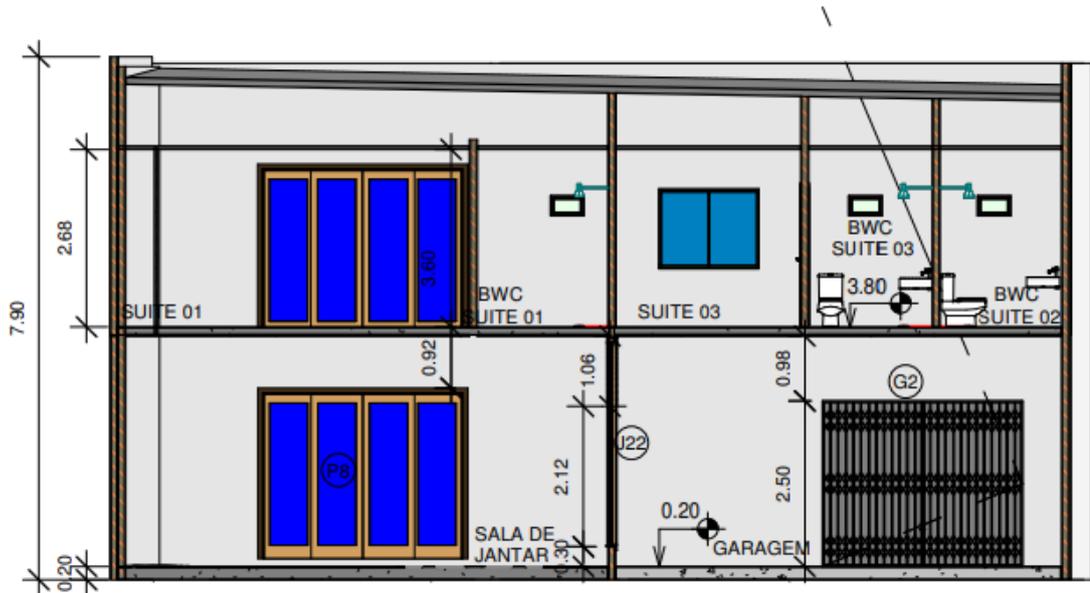
1 Corte 1
ESCALA 1:100



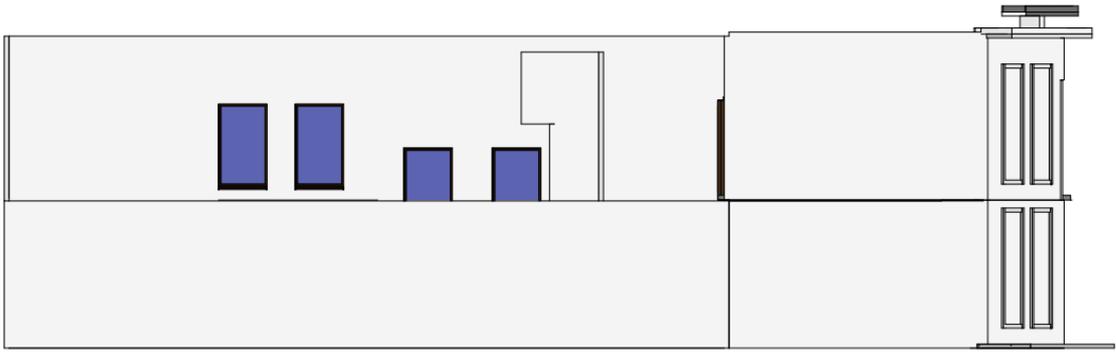
2 Corte 2
ESCALA 1:100



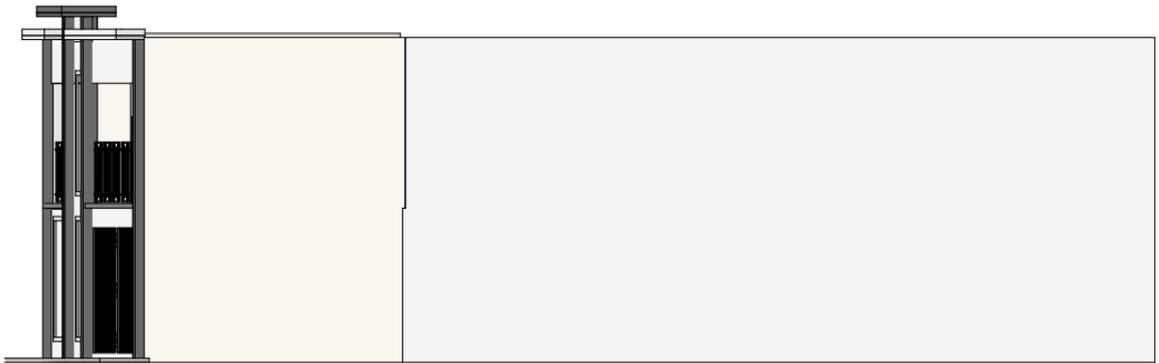
3 Corte 3
ESCALA 1:100



4 Corte 4
ESCALA 1:100



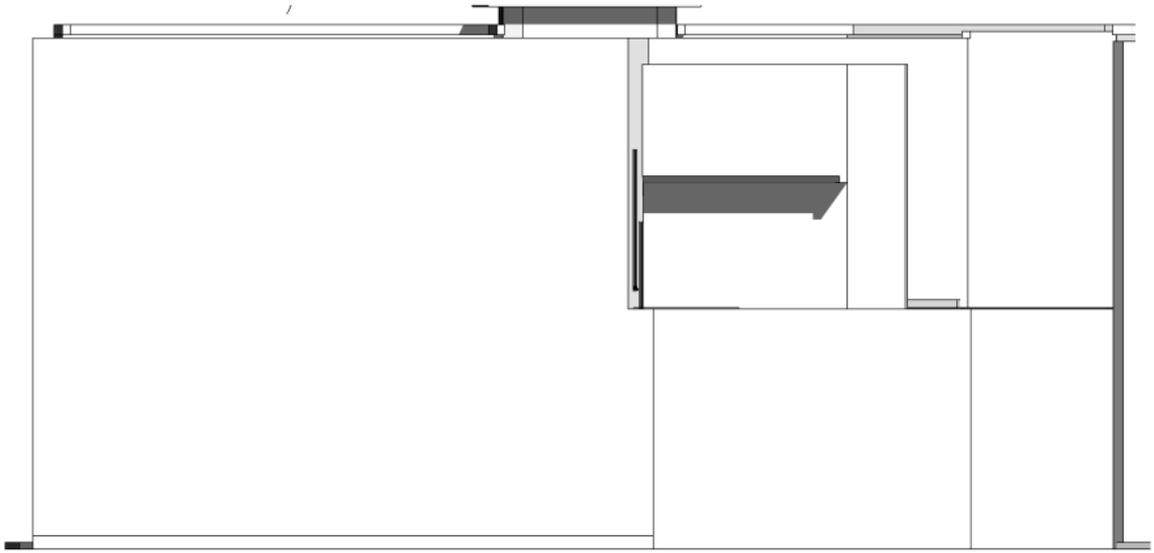
5 Elevação Direita
ESCALA 1:100



6 Elevação Esquerda
ESCALA 1:100



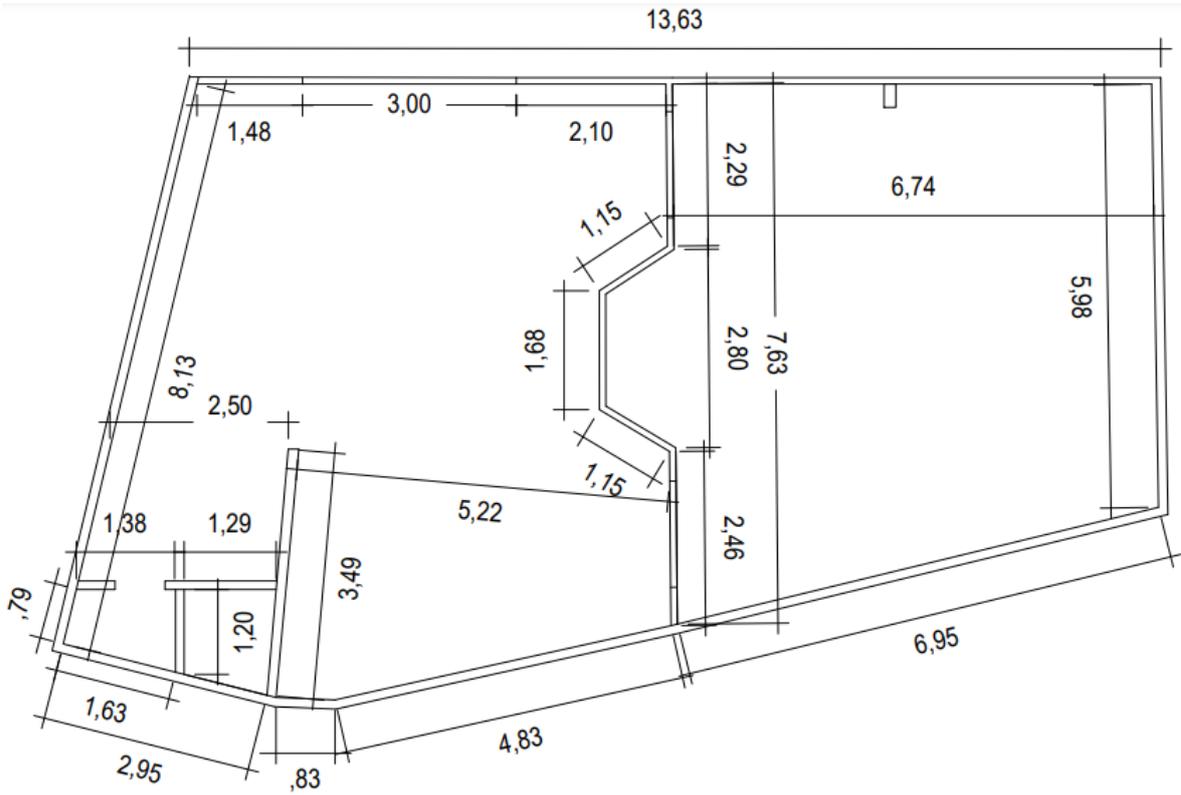
7 Elevação Frontal
ESCALA 1:75



8 Elevação Fundos

ESCALA 1:75

ANEXO E – DETALHAMENTO PAVIMENTO SUPERIOR



ANEXO F – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO PORCELANTO HELENA

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - DATOS TÉCNICOS - TECHNICAL SPECIFICATIONS			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E VISUAL / DIMENSIONS AND SURFACE QUALITY			
ABNT NBR ISO 13006:2020 / Anexo G Porcelanato Esmaltado (GL)	ISO 13006 : 2018 / Annex G Group BI _a	Retificado Rectified	Ensaio Test
 Desvio de S em relação a S_w Variaciones de dimensiones en relación a W / Size variations relative to W		± 0,3 % / ± 1 mm	ABNT NBR ISO 10545-2 ISO 10545-2
 Desvio de e em relação a e_w / Variaciones de espesor / Thickness variation *		± 5 % / ± 0,5 mm	
 Ortogonalidade / Desvio de la ortogonalidad / Rectangularity		± 0,3 % / ± 1,5 mm	
 Retitude / Rectitud de los lados / Straightness of sides		± 0,3 % / ± 0,8 mm	
 Curvatura central / Curvatura central / Centre curvature **		± 0,4 % / ± 1,8 mm	
Curvatura lateral / Curvatura lateral / Edge curvature **		± 0,4 % / ± 1,8 mm	
Empeno / Empeno en relación diagonal / Warpage **		± 0,4 % / ± 1,8 mm	
 Aspecto superficial (Qualidade A) / Calidad de la superficie / Surface quality		≥ 95 %	

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - DATOS TECNICOS - TECHNICAL SPECIFICATIONS			
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / PHYSICAL PROPERTIES			Ensaio / Test
 Absorção de água / Absorción de agua / Water absorption	Porcelanato Esmaltado ≤ 0,5 %		ABNT NBR ISO 10545-3
 Módulo de resistência a flexão / Resistencia a la flexión / Bending strenght	≥ 35 Mpa		ABNT NBR ISO 10545-4
 Carga de ruptura / Fuerza de rotura / Modulus of rupture (e ≥ 7,5 mm)	≥ 1300 N		ABNT NBR ISO 10545-4
 Resistência a gretagem / Resistencia al cuarteo / Glaze crazing resistance	Não greta / Cumple / Guarantee		ABNT NBR ISO 10545-11
 Resistência ao congelamento / Resistencia al hielo / Frost resistance	Resiste / Resiste / Resistant		ABNT NBR ISO 10545-12
 Expansão por umidade (EPU) / Expansión por humedad / Moisture expansion	≤ 0,02 %		ABNT NBR ISO 10545-10
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS / CHEMICAL PROPERTIES			Ensaio / Test
 Resistência ao manchamento / Resistencia a las manchas / Resistance to staining	≥ 4		ABNT NBR ISO 10545-14
Resistência ao ataque químico / Resistencia química / Resistance to chemicals			Ensaio / Test
 Usos domésticos e para tratamento em piscinas / Productos domésticos de limpieza - Sales para piscinas Resistance to household chemicals and swimming pool salts	≥ GB		ABNT NBR ISO 10545-13
 Ácidos de baixa concentração / Ácidos de concentración baja / Low concentrations of acids	≥ GLB		ABNT NBR ISO 10545-13
 Alcalis de baixa concentração / Alcalis de concentración baja / Low concentrations of alkalis	≥ GLB		ABNT NBR ISO 10545-13

PROCESSO DE FABRICAÇÃO: VIA ÚMIDA (MONOQUEIMA)
MANUFACTURING PROCESS: DRY-PRESS CERAMIC FLOOR TILES (SINGLE - FIRED)

Helena
CERAMICA

Recomendações de uso

A indicação dos locais onde o produto pode ser instalado leva em consideração um conjunto de fatores e/ou características.

Para uma especificação que atenda o desempenho esperado e vida útil projetada, o especificador e/ou projetista deve considerar:

- a utilização a que se destina o local de aplicação (residência, comércio, quintal, cozinha, garagem, banheiro, área interna ou externa, área coberta ou descoberta, etc.) ;
- características técnicas inerentes aos porcelanatos como : absorção de água (baixíssima), expansão por umidade (quase nula), resistência mecânica (alta), resistência ao congelamento (atendida);
- características específicas de cada referência ou tipologia (acetinados, rústicos, polidos, relevos) , como coeficiente de atrito (resistência ao escorregamento), resistência ao ataque químico / manchamento, resistência ao risco, relevos decorativos;
- as condições climáticas da região