REVESTIMENTOS CERÂMICOS NA CONSTRUÇÃO: INFLUÊNCIA DA PAGINAÇÃO E MODULAÇÃO NO TEMPO DE EXECUÇÃO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Ceramic claddings in construction: layout and modulation influence on execution time and waste generation

Helena Cruz Souza
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora, MG | helenacruzsouza@gmail.com

Thiago Vieira Silveira
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora, MG | thiagovsilveira.eng@gmail.com

Eduardo Fonseca Ribeiro
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora, MG | eduardofonsecarib@gmail.com

Júlia Castro Mendes
Universidade Federal de Juiz de Fora | Juiz de Fora, MG | juliacastro.mendes@ufjf.br

Resumo

O uso de revestimentos cerâmicos em áreas molhadas e molháveis é amplamente adotado no Brasil por sua disponibilidade, variabilidade estética, resistência à abrasão e umidade e facilidade de limpeza. Entretanto, a instalação desse material enfrenta desafios, principalmente a alta geração de resíduos e o tempo de execução, devido à frequente necessidade de cortes. Este estudo analisa o impacto da paginação e modulação na redução de perdas e otimização do tempo de execução. Baseado em um estudo de caso de um banheiro e uma cozinha, comparamos três abordagens de planejamento: o layout original, uma mudança no tamanho da peça e uma mudança no tamanho do cômodo. Podemos observar que, mudando as peças o tempo de execução é reduzido em 21,7%, e os resíduos em 91,9%, e alterando o cômodo esses valores são, respectivamente, 17,5% e 90,5%. Isso demonstra a importância da coordenação modular para maior sustentabilidade e racionalização na construção civil.

Palavras-chave: Revestimento cerâmico. Modulação. Paginação. Coordenação Modular. RCD.

ABSTRACT

The use of ceramic claddings in wet and moisture-prone areas is widely adopted in Brazil due to their availability, aesthetic variety, abrasion and moisture resistance, and ease of cleaning. However, those materials' installation presents significant challenges, particularly regarding waste generation and execution time, due to the frequent need for cutting. This study analyzes the impact of layout and modular coordination on waste reduction and execution time optimization. Based on a case study of a bathroom and a kitchen, the research compares three planning approaches: the original layout, a change in tile size, and a change in room size. The results show that modifying the tile size reduces execution time by 21.7% and waste by 91.9%, while adjusting the room size reduces these values by 17.5% and 90.5%, respectively. These findings highlight the importance of modular coordination in pursuing greater sustainability and process rationalization in the construction industry.

Keywords: Ceramic claddings. Modular Coordination. Layout. C&DW.

1 INTRODUÇÃO

O uso de revestimentos cerâmicos em áreas molhadas e molháveis, como banheiros e cozinhas, é comum no Brasil por suas propriedades técnicas e estéticas. Suas vantagens incluem variedade de acabamentos e preços, resistência à umidade e abrasão e facilidade de limpeza, essenciais para locais com alta exposição à água. Entretanto, esse sistema possui desafios, como a geração de resíduos, principalmente devido aos cortes para ajustar as peças ao ambiente. Os cortes, além de causarem desperdício, atrasam o assentamento, uma etapa já demorada (Ribeiro, 2025).

Uma solução eficaz para mitigar esses problemas é a aplicação da modulação e paginação de revestimentos cerâmicos (a coordenação modular). Segundo Rosso (1976), Greven (2007), Bauldalf (2007) e ABDI (2008), a Coordenação Modular, fundamentada no planejamento dimensional da edificação a partir de um ou mais módulos básicos, que se repetem ao longo do projeto, evitando dimensões fracionadas (ABNT, 2010). Assim as dimensões das placas cerâmicas são adaptadas ao ambiente (ajustando-se o tamanho das peças ou do ambiente), minimizando ou eliminando cortes.

A paginação planeja o assentamento das peças, detalhando as dimensões reais do ambiente, o ponto de início do assentamento e a disposição das peças, incluindo os cortes necessários. Essa prática permite uma estética harmoniosa, reduz o desperdício e otimiza a compra de materiais (SIENGE, 2022). Quando necessário, a coordenação modular permite que os cortes aproveitem integralmente as peças, por exemplo, cortando-as ao meio. Com isso, essa atividade traz diversos benefícios para a construção civil, como:
- Reduz a variedade de medidas utilizadas na fabricação de componentes;
- Evita cortes desnecessários e a geração excessiva de resíduos;
- Diminui o tempo e o custo da obra, facilitando o ajuste e montagem das peças;
- Aumenta a intercambialidade de componentes, facilitando reparos e manutenções;
- Viabiliza a exportação de materiais para países que utilizam o mesmo módulo dimensional;
- Induz maior precisão na execução dos projetos e amplia a cooperação entre agentes da cadeia produtiva.

A norma NBR 15873 (ABNT, 2010) estabelece o módulo mínimo de 10cm, recomendando que os fabricantes incorporem as folgas para instalação. Por exemplo, um revestimento cerâmico 40x40cm com junta de 4mm, deve possuir dimensões reais 39,6x39,6cm para que o tamanho final seja múltiplo de 10cm (ABCP, 2009).

Carvalho *et al.* (2015) destacam que a falta de planejamento no projeto arquitetônico e a baixa oferta de componentes construtivos modulados são os principais obstáculos à coordenação modular. Isso é especialmente relevante no cenário de sistemas construtivos pré-moldados e autoportantes, como alvenaria estrutural e paredes de concreto, que possuem dimensões fixas, e são amplamente utilizados em habitações de interesse social. A falta de planejamento adequado gera incompatibilidade entre revestimentos adquiridos em grandes lotes e diferentes tipologias construtivas aplicadas no Brasil, tornando o serviço de assentamento de cerâmicas pouquíssimo eficiente.

Assim, este estudo investiga as consequências quantitativas da paginação e modulação na geração de resíduos e no tempo de execução do revestimento cerâmico, com base no estudo de caso de um banheiro e uma cozinha de uma edificação do Programa Minha Casa Minha Vida.

2 METODOLOGIA

2.1 ESTUDO DE CASO

A pesquisa foi conduzida por um estudo de caso no programa Mestrado Acadêmico para Inovação (MAI) do CNPq, que visa fomentar a pesquisa e a inovação, promovendo a interação entre estudantes e empresas. Nesse contexto, o estudo foi desenvolvido em colaboração com uma construtora de grande porte com atuação em nível nacional.

As informações sobre materiais e layouts foram fornecidas pela empresa parceira. A construtora utiliza um sistema construtivo com paredes de concreto moldadas in loco, o que influencia na definição e aplicação dos revestimentos cerâmicos. A Figura 1 apresenta a planta baixa do apartamento utilizado para as análises.

Figura 1: Planta baixa do apartamento – áreas molhadas e molháveis hachuradas



Fonte: Empresa parceira

2.2 COMPARAÇÕES REALIZADAS

O estudo comparou três cenários, analisando tempo de execução e resíduos gerados em cada um:
- A Paginação atual adotou a paginação original da construtora, placas de 45x45 cm, e desconsiderou a Coordenação Modular.
- A proposta 1 substituiu as placas de 45x45 cm pelas de 40x40 cm, seguiu a Coordenação Modular e manteve as dimensões dos cômodos.
- A proposta 2 alterou as dimensões dos cômodos para compatibilizá-los com as placas de 45x45 cm, e seguiu a Coordenação Modular.

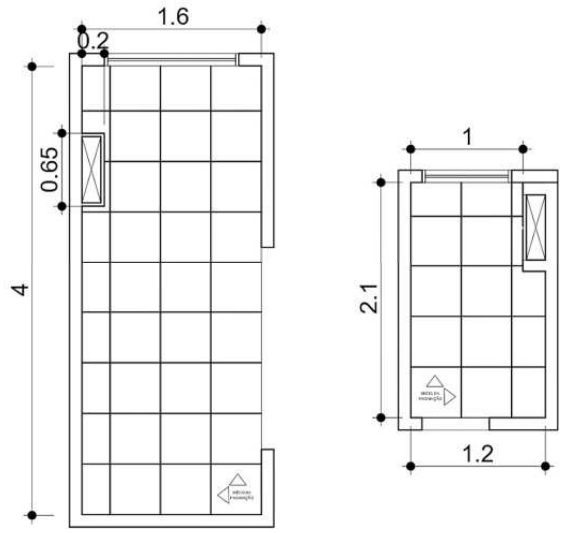
Os cálculos de tempo foram baseados no Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) do sistema atualmente praticado pela empresa, conforme Ribeiro (2025). Para a análise quantitativa, adotaram-se taxas de produtividade de 21,72 min/m² para áreas sem cortes e 29,13 min/m² para áreas com cortes.

3 RESULTADOS

3.1 ESTRATÉGIA DA PAGINAÇÃO

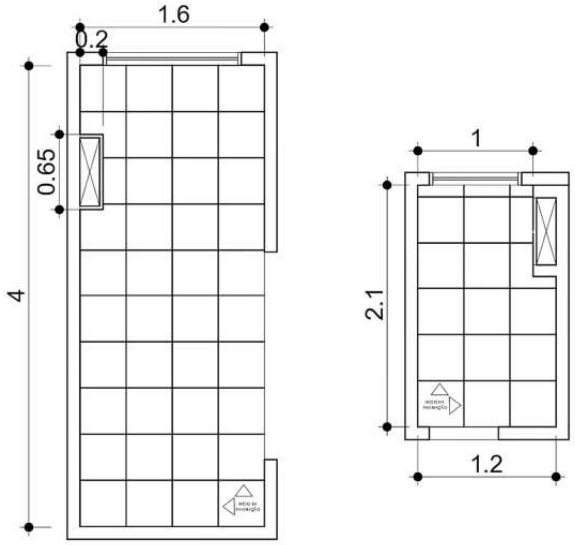
A Figura 2 mostra o estado atual do sistema. A empresa usa peças cerâmicas 45x45 cm (medida real) com junta de 4mm. Os rodapés são feitos de cerâmica também, reaproveitando cortes do piso, quando possível, ou cortando-se peças novas.

Figura 2: Paginação atual



Na Proposta 1, propusemos a substituição dos revestimentos 45x45 cm por 40x40 cm (medida real 39,6x39,6 cm), mantendo as dimensões originais do cômodo. As novas medidas se adaptam melhor aos espaços, reduzindo drasticamente a necessidade de cortes (ver Figura 3). Na cozinha (160x400cm), o uso de cerâmicas 40x40 cm praticamente elimina os cortes, exigindo-os apenas no *shaft*. No banheiro (210x120 cm), a dimensão de 120 cm é perfeitamente divisível por 40 cm, mas a de 210 cm, ainda demanda alguns cortes, além do *shaft*. Visto que a maioria dos conjuntos habitacionais sociais envolvem grandes volumes de unidades, é realista assumir que as construtoras podem estabelecer parcerias com indústrias cerâmicas para o fornecimento de placas com dimensões específicas.

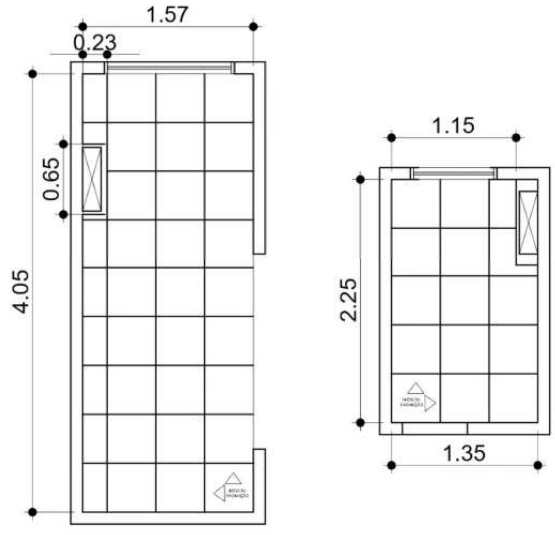
Figura 3: Proposta 1



No rodapé, propõe-se a utilização de rodapés de poliestireno, comercializados por metro e resistentes à água. Esse tipo de rodapé é de rápida instalação e elimina cortes adicionais de cerâmicas e a necessidade de destinar novas placas para essa função, considerando que o dimensionamento foi otimizado para evitar sobras.

Na segunda proposta, mantivemos o tamanho original da cerâmica (45x45 cm, medida real 44,6x44,6 cm) e alteramos as dimensões dos cômodos (Figura 4). A cozinha passou de 400x160 cm para 405x157,5 cm, com um aumento na largura do *shaft* de 20 cm para 22,5 cm, o que leva a uma redução de 0,33% da área total. A dimensão de 405 cm da cozinha elimina cortes, enquanto a de 157 cm otimiza-os, permitindo o uso de ambas as metades das placas cortadas. No *shaft*, precisa-se de cortes apenas nas laterais.

Figura 4: Proposta 2



No banheiro, que também adotava placas 45x45 cm, a mudança das medidas de 210x120 cm para 225x135 cm mostrou-se vantajosa. Isso aumentaria 20,5% a área do cômodo, mas eliminaria a necessidade de cortes em ambas as dimensões, exceto no *shaft*. O rodapé segue a proposta 1.

3.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

Nessa seção, comparamos os quantitativos dos três cenários. Nas Figuras 5 e 6, as placas verdes indicam peças sem corte; laranjas, peças cortadas reaproveitáveis como rodapé; amarelas, peças cortadas reaproveitadas no próprio piso; vermelhas, peças cortadas sem reaproveitamento; e azul, o rodapé cerâmico.

Figura 5: Paginação da cozinha.
Esquerda: proposta atual; centro: proposta 1; direita: proposta 2

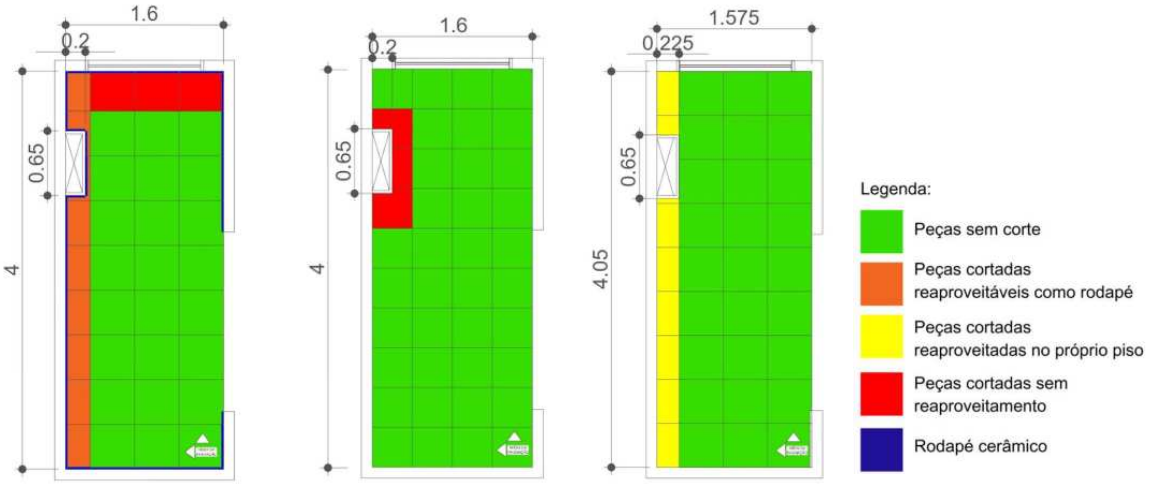
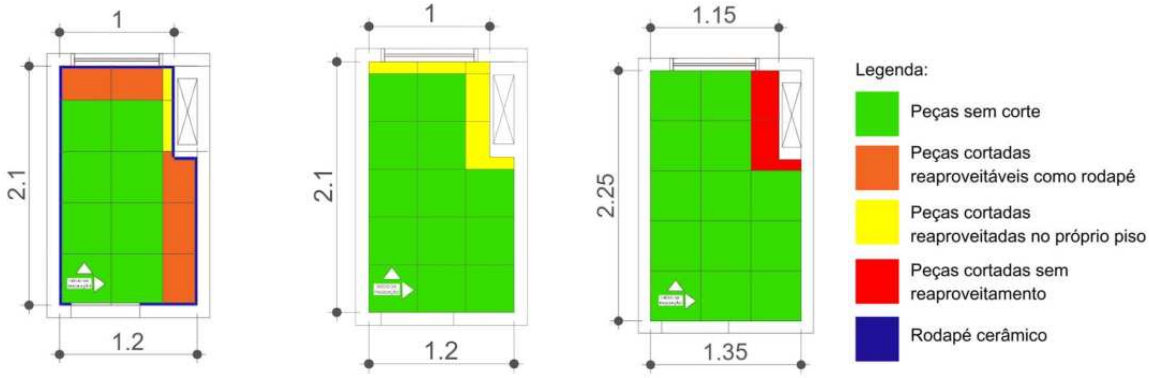


Tabela 1: Comparação quantitativa das propostas nas cozinhas

	Proposta atual	Proposta 1: alteração na peça	Proposta 2: alteração no cômodo
Área total do cômodo	6,27 m²	6,27 m²	6,21 m²
Tamanho da peça	45 x 45 cm	40 x 40 cm	45 x 45 cm
Peças inteiras necessárias (Sem cortes) (Verde)	27 peças | 5,47 m²	37 peças | 5,92 m²	27 peças | 5,47 m²
Peças cortadas reaproveitáveis como rodapé (Laranja)	9 peças | 0,81 m²	8,2 m de rodapé de poliestireno	9,8 m de rodapé de poliestireno
Peças cortadas reaproveitadas no próprio piso (Amarela)	0 peças | 0 m²	0 peças | 0 m²	8 peças | 0,76 m²
Peças desperdiçadas (Áreas cortadas não reaproveitáveis) (Todas as cores)	0,40 m²	0,13 m²	0,04 m²
Tempo estimado de serviço	172 min (incluindo cortes no rodapé)	138,7 min (sem rodapé)	141,2 min (sem rodapé)

Figura 6: Paginação do banheiro. Esquerda: proposta atual, centro: proposta 1; direta: proposta 2



A diferença entre cenários foi significativa. Na primeira proposta (alteração na peça), o tempo de execução das cozinhas reduziu 19,3%, e dos banheiros 27,2%. As cozinhas gerariam 67,4% menos resíduo e os

banheiros, 97,6%. Na proposta 2 (alteração no cômodo), o tempo da cozinha reduziu 17,9%. No banheiro, apesar do aumento de 20% da área, a redução dos cortes fez o tempo cair 16,4%. A geração de resíduos caiu 90% nas cozinhas e 90,5% nos banheiros.

Tabela 1: Comparação quantitativa das propostas nos banheiros

	Proposta atual	**Proposta 1: alteração na peça**	**Proposta 2: alteração no cômodo**
Área total do cômodo	2,36 m²	2,36 m²	2,88 m²
Tamanho da peça	45 x 45 cm	40 x 40 cm	45 x 45 cm
Peças inteiras necessárias (Sem cortes) (Verde)	8 peças | 1,62 m²	13 peças | 2,08 m²	13 peças | 2,63 m²
Peças cortadas reaproveitáveis como rodapé (Laranja)	5 peças | 0,05 m²	5 m de rodapé de poliestireno	6,65 m de rodapé de poliestireno
Peças cortadas reaproveitadas no próprio piso (Amarela)	1 peça | 0,07 m²	2 peças | 0,28 m²	0 peças | 0 m²
Peças cortadas apenas para rodapé	2 peças | 0,3 m²	0 peças | 0 m²	0 peças | 0 m²
Peças desperdiçadas (Áreas cortadas não reaproveitáveis) (Todas as cores)	1,7 m²	0,04 m²	0,16 m²
Tempo estimado de serviço	73,25 min (incluindo cortes no rodapé)	53,31 min (sem rodapé)	61,2 min (sem rodapé)

Essas alterações são ainda mais relevantes em larga escala - supondo um empreendimento de 96 apartamentos adotando as propostas que geram menos resíduos (proposta 2 na cozinha e proposta 1 no banheiro) a geração de entulho cai de 201,6 m² para 7,68 m² de cerâmica. Adotando as propostas mais rápidas (proposta 1 em ambos), o tempo de assentamento se reduziria de 392,4 h para 307,2 h.

Uma limitação destes resultados são as questões qualitativas inerentes ao processo, como cerâmicas danificadas; variações no tamanho das placas; desalinhamentos nas paredes e erros de corte, podendo comprometer a coordenação modular. Além disso, o rodapé de poliestireno não foi considerado na análise, pois sua instalação é imediata e pode ser executada por uma equipe terceirizada em paralelo, sem impactar diretamente o tempo e os resíduos gerados pelo assentamento cerâmico.

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa analisou a influência da paginação e modulação de revestimentos cerâmicos na redução de resíduos e do tempo de execução do serviço de assentamento. Comparou-se o cenário atual da construtora parceira com a proposta 1, que ajusta as peças às dimensões do cômodo (de 45x45 cm para 40x40 cm), e a proposta 2, que adapta os cômodos às dimensões das peças (45x45 cm).

Os resultados demonstraram que soluções fundamentadas na modulação e paginação podem reduzir significativamente a geração de resíduos. Na cozinha, a proposta 2 teve melhor desempenho, com 90% menos resíduos e 17,9% menos tempo. No banheiro, a proposta 1 destacou-se, com redução de 97,6% nos resíduos e 27,2% no tempo. Em grandes conjuntos habitacionais, essas economias representam grande economia de tempo e dinheiro.

Como conclusão, os resultados evidenciaram que um planejamento detalhado, focado na precisão dimensional e no uso eficiente dos materiais, otimiza processos, promovendo sustentabilidade e economia no setor, o que ficará ainda mais evidente com a análise da aplicação das técnicas em paredes e da comparação da aplicação do rodapé de poliestireno, pensado para um futuro projeto.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu profundo agradecimento às instituições e entidades que tornaram este trabalho possível. Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de mestrado para Eduardo Fonseca Ribeiro e das bolsas de pesquisa de Iniciação Científica para Helena Cruz Souza e Thiago Vieira Silveira, no âmbito do projeto 400077/2023-0. Também estendemos nossa gratidão à MRV Engenharia e Participações S.A. pelo suporte financeiro e pelas contribuições intelectuais que enriqueceram significativamente esta pesquisa. Além disso,

reconhecemos a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) pelo apoio institucional, cuja estrutura e incentivo à pesquisa foram fundamentais para a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Coletânea de ativos: Caderno modular. Goiânia: s.n., 2009.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL - ABDI, Relatório de avaliação dos esforços para implantação da Coordenação Modular no Brasil, Brasília: s.n. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15873 - Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro. ABNT, 2010.

CARVALHO, Antônio; TAVARES, Igor. **Modulação no projeto arquitetônico de estabelecimentos assistenciais de saúde: O caso dos Hospitais SARAH.** Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulacao_hospitais_sarah.pdf>

Greven, H. & Baldauf, A., 2007. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada. Coleção Habitare, 9 ed. Porto Alegre: ANTAC.

RIBEIRO, Eduardo. ***Framework* de seleção de alternativas para construção civil: Estudo de caso sobre revestimento de áreas molhadas.** Universidade Federal de Juiz de Fora (Dissertação de Mestrado) 2025.

SIENGE, 2022. **Paginação de piso: principais tipos e boas práticas de execução**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/paginacao-de-piso/>