

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**EDUARDO BELISARIO JUNIOR**

**LOUÇAS SANITÁRIAS: UM BREVE *REVIEW***

**POÇOS DE CALDAS/MG**

**2025**

**EDUARDO BELISARIO JUNIOR**

**LOUÇAS SANITÁRIAS: UM BREVE *REVIEW***

Projeto Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sylma Carvalho Maestrelli.

**POÇOS DE CALDAS/MG**

**2025**

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca Campus Poços de Caldas

Belisario Junior, Eduardo.

Louças sanitárias : um breve review / Eduardo Belisario Junior. - Poços de Caldas, MG, 2025.

30 f. : il. -

Orientador(a): Sylma Carvalho Maestrelli.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Alfenas, Poços de Caldas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Louça sanitária. 2. Sílica. 3. Colagem de barbotina. 4. Sinterização. 5. Resistência mecânica. I. Maestrelli, Sylma Carvalho, orient. II. Título.

**EDUARDO BELISARIO JUNIOR**


**LOUÇAS SANITÁRIAS: UM BREVE *REVIEW***

A Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação do Projeto Final de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em: 12/12/2025

Profa. Dra. Sylma Carvalho Maestrelli  
Instituição: UNIFAL – campus de Poços de Caldas

Assinatura:

Documento assinado digitalmente  
 SYLMA CARVALHO MAESTRELLI  
Data: 17/12/2025 14:55:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Melina Savioli Lopes  
Instituição: UNIFAL – campus de Poços de Caldas

Assinatura:

Prof. Dr. Igor Rafael Buttignol de Oliveira  
Instituição: UNIFAL – campus de Poços de Caldas

Assinatura:

## RESUMO

Este trabalho examina a cadeia produtiva das louças sanitárias, destacando sua importância social e econômica. Produtos cerâmicos como vasos sanitários e lavatórios são projetados com foco na eficiência hídrica, durabilidade e conforto de uso. O setor é competitivo e globalizado, com o Brasil ocupando posição de destaque na produção e consumo. A demanda crescente é impulsionada por fatores como urbanização, envelhecimento populacional, sustentabilidade e valorização estética. A produção de louças sanitárias integra a indústria cerâmica, que utiliza matérias-primas como caulim, feldspato e quartzo; a qualidade do produto final depende da seleção, beneficiamento e dosagem precisa desses insumos. Neste trabalho são apresentadas e discutidas as etapas de fabricação, desde as matérias-primas até o produto final, incluindo a conformação (com destaque para a colagem de barbotina), a secagem controlada, a aplicação de esmalte e a queima, inspeção visual e testes de qualidade, sendo classificadas conforme critérios técnicos. Ainda, são abordados aqui os parâmetros de controle de desempenho do produto: absorção de água, massa específica aparente, porosidade aparente, retração linear e resistência mecânica. Avaliou-se também a incorporação de resíduos sólidos na formulação cerâmica como estratégia de sustentabilidade e economia circular, com discussão sobre efeitos nas propriedades finais.

Palavras-chave: louça sanitária; sílica; colagem de barbotina; sinterização; resistência mecânica.

## ABSTRACT

This study examines the production chain of sanitary ware, highlighting its social and economic importance. Ceramic products such as toilets and washbasins are designed with a focus on water efficiency, durability, and user comfort. The sector is competitive and globalized, with Brazil holding a prominent position in both production and consumption. Growing demand is driven by factors such as urbanization, population aging, sustainability, and aesthetic appreciation. The production of sanitary ware is part of the ceramic industry, which uses raw materials such as kaolin, feldspar, and quartz; the quality of the final product depends on the selection, beneficiation, and precise dosing of these inputs. This study presents and discusses the manufacturing stages—from raw materials to the final product—including forming (with emphasis on slip casting), controlled drying, glaze application and firing, visual inspection, and quality testing, classified according to technical criteria. Additionally, the work addresses product performance control parameters: water absorption, apparent density, apparent porosity, linear shrinkage, and mechanical strength. The incorporation of solid waste into the ceramic formulation was also evaluated as a strategy for sustainability and circular economy, with a discussion of its effects on final properties.

Key-words: sanitaryware; silica; slip casting; sintering; mechanical strength.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tipos de louças sanitárias comumente produzidas .....	15
Figura 2 - Ilustração do processo de conformação cerâmica por colagem de barbotina.....	18
Figura 3 - Processo de esmaltação manual de bacia sanitária .....	20
Figura 4 - Principais defeitos na produção de louças sanitárias .....	24

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Principais matérias-primas utilizadas pela indústria cerâmica.....	16
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos dois tipos de fornos. ....	21

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	11
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	12
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
4.1 LOUÇAS SANITÁRIAS: DEFINIÇÃO E ORIGEM .....	13
4.2 PRINCIPAIS LOUÇAS SANITÁRIAS E APLICAÇÕES .....	14
4.3 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA FORMULAÇÃO DE LOUÇAS SANITÁRIAS .....	15
4.4 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL.....	17
4.5 ETAPAS DE PROCESSAMENTO DAS LOUÇAS SANITÁRIAS.....	17
4.5.1 Colagem de Barbotina.....	18
4.5.2 Secagem .....	19
4.5.3 Esmaltação .....	19
4.5.4 Queima.....	20
4.5.5 Controle de Qualidade .....	22
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	25
<b>6 O QUE HÁ DE NOVO NO SETOR DE LOUÇAS SANITÁRIAS</b> .....	26
<b>7 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	27
REFERÊNCIAS .....	28

## 1 INTRODUÇÃO

As louças sanitárias constituem uma categoria abrangente de produtos cerâmicos destinados ao uso em banheiros e instalações sanitárias, com o propósito de assegurar a higiene pessoal, a eliminação de dejetos e o cuidado corporal. Esses artefatos desempenham papel fundamental na promoção de ambientes salubres e funcionais, tanto em contextos residenciais quanto institucionais e comerciais (Fortuna, 2017).

Essa categoria inclui itens como vasos sanitários, lavatórios, bidês, mictórios, banheiras, entre outros dispositivos utilizados em espaços voltados à higiene. Tais produtos são projetados com foco na eficiência do uso da água, na durabilidade dos materiais e na promoção do bem-estar dos usuários (Klaus *et al.*, 2011).

No contexto global, o Brasil ocupa posição de destaque, sendo um dos principais mercados consumidores de louças sanitárias além de um dos principais exportadores desses produtos. (Bustamante; Bressiani, 2000).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar e analisar as principais etapas de produção de louças sanitárias, desde a seleção das matérias-primas até a caracterização final do produto, abordando também os ensaios empregados no controle de qualidade e aspectos relevantes de desempenho.

A indústria de louças sanitárias ocupa papel estratégico no setor cerâmico, sendo responsável por produtos amplamente utilizados em edificações residenciais, comerciais e institucionais. Esses materiais demandam elevada resistência mecânica, baixa absorção de água, estabilidade dimensional e acabamento estético, o que depende diretamente do controle rigoroso das matérias primas, das etapas de processamento e das condições de queima. Esse cenário destaca a relevância do tema, uma vez que o desempenho funcional das louças sanitárias está intimamente associado ao domínio técnico das variáveis que governam sua fabricação.

Apesar de sua importância industrial e de sua ampla presença no cotidiano, o conhecimento disponível sobre o processo produtivo é fragmentado, distribuído em normas técnicas, artigos científicos, relatórios industriais e livros especializados. Essa dispersão dificulta a compreensão integrada da cadeia produtiva, especialmente para estudantes e profissionais em formação, que frequentemente encontram dificuldade em visualizar como cada etapa, desde a preparação da barbotina até o controle de qualidade final, influencia o desempenho do produto.

A lacuna central identificada, portanto, é a ausência de um material de síntese que apresente de forma clara, estruturada e tecnicamente fundamentada os principais elementos que compõem a formulação, o processamento e a avaliação de louças sanitárias. Essa lacuna se

torna ainda mais relevante no contexto atual de inovação tecnológica e de crescente adoção de práticas sustentáveis, que impõem novos desafios e exigem atualização constante por parte do setor cerâmico.

Diante desse contexto, justifica-se a realização deste trabalho como forma de organizar, consolidar e discutir os conceitos fundamentais que regem a produção de louças sanitárias, contribuindo para a formação técnica e para o entendimento global do processo.

Assim, o objetivo deste estudo é reunir e sistematizar informações atualizadas sobre matérias-primas, etapas de processamento, parâmetros de controle de qualidade e tendências tecnológicas na produção de louças sanitárias, oferecendo uma revisão estruturada que permita compreender, de maneira integrada, os fatores que determinam o desempenho final desses produtos.

## 2 JUSTIFICATIVA

A fabricação de louças sanitárias representa um dos segmentos mais relevantes da indústria cerâmica, tanto pelo impacto social associado ao saneamento básico quanto pela complexidade tecnológica envolvida na produção desses artefatos. A performance do produto final depende diretamente da adequação das matérias primas, do controle reológico das barbotinas, da eficiência na secagem, da uniformidade da aplicação de esmalte e das condições de queima, etapas que influenciam propriedades essenciais como absorção de água, porosidade, resistência mecânica e retração linear (Fortuna, 2017).

Apesar da ampla difusão desses produtos, os processos industriais empregados ainda exigem elevado nível de precisão, uma vez que pequenas variações composicionais ou operacionais podem resultar em defeitos estruturais, perdas de produção e não conformidades com normas técnicas. Nesse contexto, compreender de forma integrada os fatores que condicionam a qualidade das louças sanitárias é fundamental para a formação profissional em ciência e tecnologia, além de ser indispensável para a melhoria contínua dos processos industriais.

Adicionalmente, o setor tem sido pressionado por demandas ambientais e pelo avanço da economia circular, estimulando a busca por alternativas que privilegiem o uso eficiente de matérias primas e a incorporação de resíduos industriais na formulação cerâmica, sem comprometer o desempenho final do produto. Essa tendência reforça a necessidade de estudos que abordem tanto os fundamentos técnico-científicos da produção quanto os parâmetros de caracterização e controle de qualidade.

Dessa forma, este trabalho se justifica por reunir e discutir, de maneira sistematizada, os principais aspectos técnicos relacionados à produção de louças sanitárias, contribuindo para a compreensão dos processos e das propriedades que determinam a confiabilidade e a durabilidade desses materiais.

### 3 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre a produção de louças sanitárias, abordando as matérias primas utilizadas, as etapas do processamento cerâmico e os principais ensaios aplicados no controle de qualidade desses produtos.

#### 3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever as características das matérias primas empregadas na formulação cerâmica, com ênfase em caulim, feldspato e quartzo.
- b) Apresentar e discutir as etapas do processo industrial, incluindo preparação de barbotina, conformação, secagem, esmaltação e queima/vitrificação.
- c) Identificar os principais parâmetros físico-mecânicos utilizados na caracterização das louças sanitárias, analisando sua relação com o desempenho do produto final.
- d) Revisar estudos sobre alternativas sustentáveis para o setor, especialmente a incorporação de resíduos industriais em formulações cerâmicas.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 LOUÇAS SANITÁRIAS: DEFINIÇÃO E ORIGEM

A relevância das louças sanitárias transcende sua função estritamente utilitária, abrangendo aspectos relacionados à saúde pública, ao conforto e ao design de interiores. Para compreender plenamente essa importância, é necessário analisar sua evolução histórica e suas implicações contemporâneas. O uso de instalações sanitárias remonta às civilizações antigas, como Grécia e Roma, onde já se observavam práticas rudimentares de higiene pessoal. Contudo, foi durante a Revolução Industrial e ao longo do século XIX que se consolidaram os avanços mais significativos no desenvolvimento e na disseminação das modernas louças sanitárias, impulsionados pela crescente preocupação com a higiene e o saneamento. Conforme observa Karlen (1999), esse período foi marcado por inovações na fabricação de vasos sanitários e na implementação de sistemas de esgoto, transformando profundamente a forma como as sociedades lidavam com a eliminação de resíduos humanos.

As louças sanitárias desempenham papel essencial na promoção da higiene pessoal e na prevenção de enfermidades associadas à ausência de saneamento básico. A integração entre água corrente, sistemas de esgotamento sanitário e o uso de dispositivos como vasos sanitários e lavatórios contribuiu significativamente para a redução da disseminação de doenças transmitidas por água contaminada. A relação entre saneamento adequado e saúde pública é amplamente discutida por Bartram (2009) em *The Global Water and Sanitation Crisis*.

Além de sua função sanitária, as louças também exercem influência direta sobre o conforto e a qualidade de vida dos usuários. O design desses produtos tem evoluído para atender às exigências ergonômicas e de bem-estar, proporcionando uma experiência mais confortável e segura. Nesse sentido, os estudos de Sánchez *et al.*, (2018) sobre a ergonomia de banheiros públicos evidenciam a importância do design das louças sanitárias na experiência do usuário.

Na contemporaneidade, as louças sanitárias deixaram de ser apenas elementos funcionais, passando a integrar o projeto estético de banheiros e espaços sanitários. O design e a aparência desses produtos podem impactar significativamente a atmosfera dos ambientes. A influência do design nas preferências dos consumidores é abordada por Bloch e Brunel (2009), ao analisarem como a congruência entre marca e estética afeta atitudes e escolhas dos usuários.

Dessa forma, a contextualização histórica e contemporânea das louças sanitárias revela sua importância multifacetada, que abrange dimensões sanitárias, ergonômicas e estéticas. A

compreensão dessa complexidade é fundamental para o estudo do ambiente construído e para a promoção da saúde e do bem-estar nas sociedades modernas (Bloch; Brunel, 2009).

## 4.2 PRINCIPAIS LOUÇAS SANITÁRIAS E APLICAÇÕES

A categoria de louças sanitárias compreende uma ampla gama de produtos cerâmicos desenvolvidos com a finalidade de promover a higiene pessoal, a eliminação de resíduos e os cuidados com o corpo. Esses itens exercem papel essencial tanto em ambientes residenciais quanto comerciais, contribuindo para a criação de espaços higiênicos, funcionais e confortáveis em residências, hotéis, instalações públicas, entre outros.

Cada componente dessa categoria é projetado para atender a demandas específicas de funcionalidade e conforto, refletindo avanços tecnológicos e preocupações com a saúde pública e o bem-estar dos usuários. A seguir, são apresentados os principais tipos de produtos que integram o conjunto denominado louças sanitárias.

Os vasos sanitários representam um dos elementos mais representativos das louças sanitárias, projetados com o propósito de permitir a eliminação eficaz e higiênica dos resíduos humanos. Esses dispositivos apresentam diversas tipologias, variando em design, dimensões e sistema de descarga desde modelos com caixa acoplada até os suspensos e os de altura elevada. A concepção desses produtos envolve rigorosas condições ergonômicas e critérios de sustentabilidade, especialmente no que tange à economia de água. Esse conjunto de características é essencial para atender às demandas atuais de conforto, acessibilidade e responsabilidade ambiental (Wendt, 2001).

Os lavatórios são componentes fundamentais nas instalações sanitárias, destinados à higienização das mãos e do rosto. Esses dispositivos apresentam ampla variedade de formatos, dimensões e estilos de instalação, incluindo modelos de embutir, de apoio e suspensos. A seleção do tipo adequado está relacionada às características do ambiente, à frequência de uso e às exigências de acessibilidade, garantindo conforto e segurança aos usuários (Fohome Ceramics, [s.d.]).

De acordo com a ABNT NBR 16728-1:2019, os bidês exercem função relevante principalmente na higiene íntima. Esses dispositivos são instalados próximos aos vasos sanitários e possibilitam a limpeza com água após a utilização do banheiro. Em contextos em que a preocupação com a higiene pessoal é mais acentuada, os bidês são considerados complementares aos vasos sanitários, contribuindo para práticas sanitárias mais completas, confortáveis e alinhadas às exigências de bem-estar (ABNT, 2019).

Os mictórios são dispositivos comuns em banheiros coletivos, especialmente em ambientes públicos e comerciais para uso masculino. Entre os principais benefícios, destaca-se a economia significativa de água e a melhor utilização do espaço disponível. Estão disponíveis modelos com descarga manual, sistemas automáticos e versões sem água, que dispensam totalmente o uso hídrico. A escolha do modelo ideal deve levar em consideração a frequência de uso do local e as metas de sustentabilidade do estabelecimento, garantindo eficiência operacional e alinhamento aos princípios ambientais (Randall; Chipako, 2019).

As banheiras são tradicionalmente associadas ao conforto e à experiência de relaxamento, sendo mais presentes em residências sofisticadas e hotéis de categoria superior. Além da função básica de banho, esses equipamentos podem incorporar tecnologias como sistemas de hidromassagem e aquecimento, que ampliam o valor funcional e estético do ambiente. Contudo, sua utilização implica maior consumo de água e demanda significativa de espaço físico, fatores que restringem sua aplicação em projetos com limitações estruturais ou que priorizam práticas sustentáveis e eficiência hídrica (Zhongcái; Hónglěi, 2022).

Figura 1 - Tipos de louças sanitárias comumente produzidas



Vaso sanitário

Lavatório

Mictório

Banheira

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

#### 4.3 MATÉRIAS PRIMAS UTILIZADAS NA FORMULAÇÃO DE LOUÇAS SANITÁRIAS

A cerâmica abrange uma ampla variedade de materiais obtidos a partir de massas de coloração predominantemente branca, amarelada ou avermelhada, que, em grande parte dos casos, são revestidas por uma camada vítrea transparente e incolor. As louças sanitárias constituem um exemplo representativo dessa classificação, sendo amplamente utilizadas em ambientes residenciais e institucionais (Oliveira; Maganha, 2006).

Na mineração existem desafios ambientais que impactam a sustentabilidade ambiental e social. A produção acelerada e a redução dos teores de minério reduzem a eficiência do processo de extração o que gera um aumento no volume de rejeitos tornando mais complexo o

manejo, estes rejeitos podem causar danos irreversíveis na água, solo, plantas, animais e nas comunidades próximas a região. Nesse contexto, a utilização de resíduos sólidos na produção de cerâmica surge como alternativa sustentável e eficaz para minimizar os danos ao meio ambiente e às comunidades afetadas (Torquato, 2022).

Albuquerque *et al.*, (2007) caracterizaram o caulim, feldspato e quartzo e avaliaram a relação entre os dados de caracterização e a qualidade do material cerâmico produzido a partir destas matérias primas. O material cerâmico foi produzido a partir dos três: feldspato, caulim e quartzo em proporções que variaram de 80 a 10% em massa, sendo queimado em temperaturas entre 1100 e 1200°C. Os autores notaram que maiores teores de feldspato acarretaram menores índices de porosidade aparente. As composições com aproximadamente 45% de feldspato e caulim, e 10 % de quartzo ostentaram qualidades reológicas e de sinterabilidade mais satisfatórias para a elaboração cerâmica.

As matérias-primas empregadas na indústria cerâmica são determinantes para a qualidade e o tipo de produto obtido. Conforme apresentado na Tabela 1 – *Principais matérias-primas utilizadas pela indústria cerâmica*, esses insumos podem ser agrupados em três categorias principais: naturais, beneficiadas e sintéticas. A seleção adequada da matéria-prima está diretamente relacionada ao desempenho técnico e estético do material cerâmico produzido (Bustamante; Bressiani, 2000).

Tabela 1 - Principais matérias-primas utilizadas pela indústria cerâmica

<b>Classificação das matérias-primas</b>	<b>Matérias-primas</b>
Naturais	Argilas Vermelhas, Argilitos, Silitos, Filitos, Agalmatolitos, Caulins, Talcos, Feldspatos, Quartzos, Calcários.
Beneficiadas	Filitos, Agalmatolitos, Caulins, Talcos, Feldspatos, Magnesitas, Argilas Refratárias, Alumina, Chamotes.
Sintéticas	Alumina, Óxidos, Esmaltes, Fritas.

Fonte: Adaptado de Bustamante; Bressiani, (2000).

As matérias-primas provenientes de jazidas naturais passam por processos de beneficiamento, como britagem e/ou moagem, seguidos da classificação granulométrica. Em muitos casos, essas matérias-primas são armazenadas por um período de até seis meses em pátios a céu aberto, com o objetivo de promover sua maturação. Esse procedimento favorece a decomposição da matéria orgânica presente no solo, resultando em uma matéria-prima mais pura e homogênea, adequada para o início do processo produtivo (Oliveira; Maganha, 2006).

O processo de manufatura cerâmica tem início somente após essas etapas preliminares. As composições cerâmicas, também denominadas pastas, são formadas pela combinação de duas ou mais matérias-primas, associadas a aditivos e água (ABCERAM, 2025). De acordo com Silva *et al.*, (2018), uma das fases mais críticas da produção cerâmica consiste na dosagem precisa dos componentes, exigindo o rigoroso cumprimento das formulações previamente estabelecidas. A adição controlada das matérias-primas é essencial para garantir a homogeneidade física e química da massa.

O controle da umidade dos materiais é igualmente imprescindível, uma vez que a composição da massa depende diretamente do peso seco de cada componente. De modo geral, essas massas podem ser classificadas em três categorias principais: a suspensão líquida (ou barbotina), utilizada na moldagem em gesso ou polímeros; as massas secas ou semissecas, em forma granulada, destinadas à conformação por prensagem; e as massas plásticas, empregadas na extrusão, podendo ser posteriormente submetidas a processos como torneamento ou prensagem (ABCERAM, 2025).

#### 4.4 REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

A incorporação de resíduos sólidos na indústria cerâmica configura-se como uma prática sustentável, fundamentada nos princípios da economia circular. Essa abordagem consiste na utilização de subprodutos oriundos de diferentes processos, como cinzas, lodos industriais, rejeitos de mineração e resíduos da construção civil, na composição das massas cerâmicas. Tal estratégia contribui para a redução do volume de resíduos destinados a aterros e, simultaneamente, para a mitigação dos impactos ambientais decorrentes da extração de matérias-primas naturais, como argila e feldspato (Menezes *et al.*, 2002). Além disso, promove a valorização de materiais descartados, reduzindo custos produtivos e estimulando a inovação tecnológica no setor. Pesquisas indicam que, quando submetidos a processos adequados, esses resíduos não comprometem as propriedades físicas e mecânicas dos produtos acabados, garantindo qualidade e desempenho satisfatórios (Lima, 2024).

Nesse contexto, a indústria cerâmica assume papel estratégico na transição para modelos produtivos mais sustentáveis, reforçando a integração entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental (Ayres, 2023).

#### 4.5 ETAPAS DE PROCESSAMENTO DAS LOUÇAS SANITÁRIAS

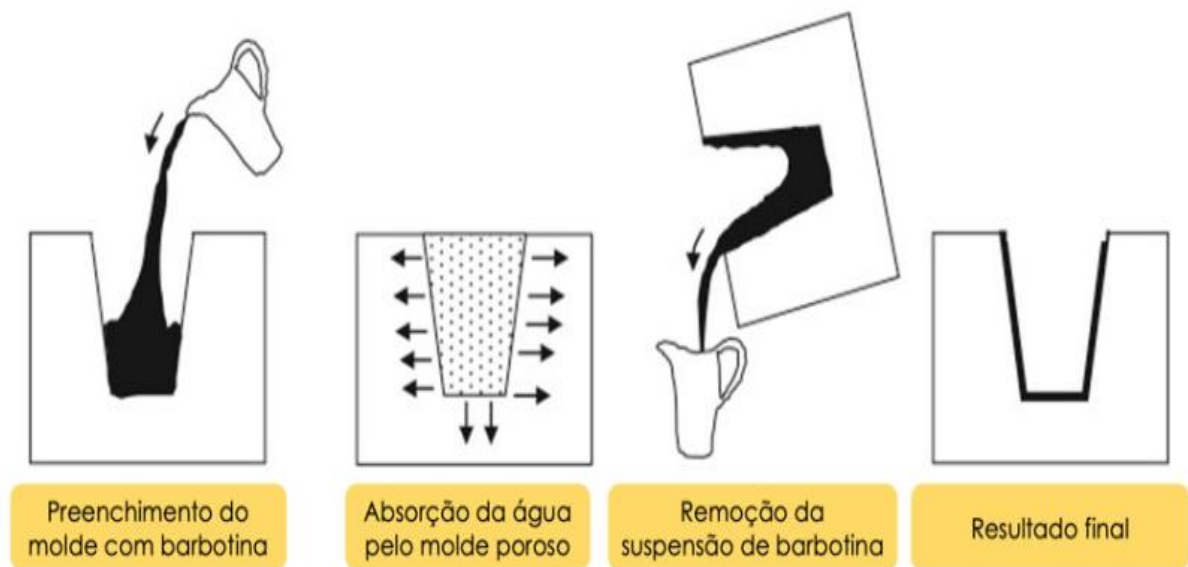
### 4.5.1 Colagem de Barbotina

Existem diversos métodos disponíveis para a conformação de peças cerâmicas, cuja escolha depende, principalmente, das características específicas do produto a ser fabricado. Entre os fatores determinantes estão a geometria e as dimensões da peça, as propriedades das matérias-primas utilizadas, as exigências técnicas do processo e as considerações econômicas envolvidas. A transformação das matérias-primas em peças com a forma desejada pode ser realizada por diversos processos, sendo a colagem de barbotina um dos mais amplamente utilizados.

A colagem de barbotina é o processo pelo qual um molde poroso, tipicamente feito de gesso, é preenchido com por uma suspensão de um pó cerâmico fino em líquido. A ação capilar, em consequência dos poros do molde, retira o meio líquido do preenchimento (Schafföner; Aneziris, 2012).

À medida em que o líquido penetra no molde, forma-se simultaneamente uma camada na superfície do gesso. As partículas de cerâmica são demasiadamente grandes para entrar nos poros do molde e, portanto, são depositadas na parede do molde e após a formação de uma espessura suficiente do corpo cerâmico, o resto da suspensão é vertido para fora e o corpo “verde” é colocado para secar antes de ser retirado do molde (Le Ferrand, 2021), como indicado na Figura 2.

Figura 2 - Ilustração do processo de conformação cerâmica por colagem de barbotina



Fonte: Adaptado de Le Ferrand, (2021).

### 4.5.2 Secagem

Conforme descrito por Oliveira e Maganha (2006), após a etapa de conformação, ou colagem de barbotina, as peças cerâmicas ainda apresentam um teor significativo de umidade, proveniente da preparação da massa. Essa umidade deve ser removida de forma lenta e controlada até atingir níveis residuais adequados — geralmente entre 0,8% e 1,5% — a fim de evitar a formação de defeitos estruturais, como trincas, bolhas ou empenamentos. Essa etapa é conhecida como secagem e é fundamental para a integridade do produto. Para isso, são empregados diferentes métodos, como a aplicação de ar quente, vácuo ou radiação infravermelha, que criam as condições ideais para a evaporação gradual da água.

Durante o processo de secagem, além da remoção da umidade, ocorre um aumento progressivo da resistência mecânica da peça. Esse fortalecimento é atribuído ao empacotamento e pela atração entre as partículas sólidas, o que intensifica as forças de ligação entre elas (Pukasiewicz, 2001).

Depois da secagem, o corpo “verde” pode ser retirado do molde e enviado para pintura e sinterização, sendo que a temperatura da sinterização pode variar de acordo com a composição e das propriedades pretendidas do produto (Callister, 2002).

### 4.5.3 Esmaltação

Após a etapa de secagem, a maioria dos produtos cerâmicos recebe uma fina e contínua camada de revestimento vítreo, denominada esmalte ou vidrado. A tecnologia convencional de esmaltação tem como principal objetivo a obtenção de um esmalte pronto para aplicação, geralmente apresentado sob a forma de uma suspensão aquosa composta por partículas finas. Os principais insumos utilizados nesse processo incluem matérias-primas como fritas, caulim, areia, óxidos metálicos e pigmentos, os quais, após moagem a úmido, originam uma barbotina com teor de água em torno de 40%. Essa barbotina é dosada conforme formulações específicas e alimenta o moinho de esferas, equipamento fundamental no processo de esmaltação por via úmida (Pereira *et al.*, 2004).

Figura 3 - Processo de esmaltação manual de bacia sanitária



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

#### 4.5.4 Queima

A etapa de queima, subsequente à esmaltação, consiste em um tratamento térmico fundamental que promove diversas transformações microestruturais na massa cerâmica. Essas transformações incluem alterações alotrópicas, reações no estado sólido, formação de fases líquidas, entre outras, que ocorrem em diferentes faixas de temperatura. O processo de queima não se limita à elevação da temperatura das peças, mas também envolve o controle da taxa de aquecimento, do tempo de permanência na temperatura máxima e da velocidade de resfriamento, sendo este último fator crucial para evitar a formação de trincas e outros defeitos estruturais (Vieira *et al.*, 2002).

Essa etapa é determinante na fabricação de produtos cerâmicos, pois é durante a queima que ocorrem as principais transformações físico-químicas tanto no corpo cerâmico quanto no esmalte. É nesse momento que o material adquire suas propriedades finais, definindo de forma irreversível a qualidade do produto. Além disso, a queima representa a última oportunidade para a correção de defeitos oriundos de etapas anteriores do processo produtivo (Vieira *et al.*, 2002).

Durante a queima, os corpos cerâmicos são submetidos a temperaturas elevadas, geralmente próximas a 1200 °C, o que corresponde a aproximadamente 70% da temperatura de fusão

do material. Esse processo pode ser realizado em fornos contínuos ou intermitentes, e segue três fases principais: aquecimento até a temperatura desejada, manutenção em patamar térmico por tempo determinado e resfriamento até temperaturas inferiores a 200 °C. A duração total do ciclo de queima pode variar, dependendo do tipo de produto a ser fabricado (Fortuna, 2017). Segundo Huanca (2013), os fornos contínuos mais utilizados são os modelos tipo Hoffmann e túnel, enquanto os fornos intermitentes — também denominados periódicos — incluem os tipos abóbada, paulistinha, garrafão, chinês, caieira e chama reversível.

Os fornos contínuos recebem essa denominação por operarem de forma ininterrupta, permitindo que o carregamento e o descarregamento das peças ocorram simultaneamente. Enquanto um lote de peças finaliza o processo de queima, outro já inicia o ciclo, garantindo a fluidez e a eficiência da produção (Santos, 2011).

Por outro lado, os fornos intermitentes operam em ciclos distintos de carga, queima e descarga. Nesse modelo, o material permanece estático durante todo o processo térmico. Após o carregamento, o forno é vedado para a realização da queima, sendo posteriormente resfriado até que as peças possam ser manuseadas com segurança (Kawaguti, 2004). A Tabela 2 mostra uma comparação entre os fornos.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos dois tipos de fornos.

<b>Tipos de forno</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Contínuo	Menor consumo específico, baixo ciclo de queima, controle e aproveitamento dos gases de exaustão, aquecimento mais homogêneo, menor necessidade de mão de obra para operação e mais facilidade de automação na produção.	Concepção mais complexa, construção mais demorada e de elevado custo, parada da produção para manutenção, menor flexibilidade de produção.
Intermitente	Concepção simples, construção fácil e rápida e baixo custo de construção.	Aquecimento irregular, maior consumo específico e necessidade de maior número de operadores.

Fonte: Adaptado de Kawaguti (2004) e Santos (2011).

Após o resfriamento, as peças cerâmicas finalizadas seguem para as etapas de classificação e embalagem, onde é realizada a verificação da regularidade dimensional e da aparência superficial dos produtos que marcam o encerramento do processo de fabricação. Nessa fase, todas as peças provenientes do forno são inspecionadas e classificadas de acordo com os defeitos encontrados. Se a peça estiver livre de defeitos, ela será encaminhada para a seção de

embalagem. Caso apresente pequenos defeitos, como microfuros, será reparada por preenchimento a frio. Já as peças com trincas serão rejeitadas. Essa verificação de qualidade é essencial para manter os padrões estabelecidos (Fortuna, 2017).

#### 4.5.5 Controle de Qualidade

De acordo com Cruz *et al.* (2021), cada produto cerâmico possui uma curva de queima específica, que é condicionada à granulometria e à composição química e mineralógica das matérias primas que o compõem. A classificação e a qualidade de produtos cerâmicos são definidas a partir da matéria-prima utilizada, mas também de alguns parâmetros físicos obtidos do próprio produto.

A Massa Específica Aparente (MEA) é uma medida que expressa a relação entre a massa de um corpo de prova e seu volume, sendo uma propriedade física fundamental para caracterização de produtos cerâmicos, incluindo louças sanitárias, pois está diretamente relacionada à porosidade e à absorção de água (Dutra *et al.*, 2002).

A determinação da massa específica aparente, calculada pela Equação (1), é realizada por métodos normalizados, conforme recomendações da ABNT NBR 16867:2020, que estabelece procedimentos para secagem, pesagem e cálculo do volume do corpo de prova.

$$MEA = M_s / V \quad (1)$$

Em que MEA é a massa específica aparente (g/cm<sup>3</sup>), M<sub>s</sub> é a massa seca do corpo (g) e V é o volume aparente (cm<sup>3</sup>).

Os valores de MEA para louças sanitárias variam dependendo da composição da massa, granulometria e temperatura de queima (Porto *et al.*, 2012).

A absorção de água (AA) é expressa pelo índice de absorção de água e está relacionada com a porosidade aberta do corpo cerâmico, no qual os vazios se conectam entre si originando capilares que chegam à superfície. Logo, quanto mais próximo de 0% for o índice, menos poroso e mais denso será o corpo cerâmico, ficando mais próximo de se tornar impermeável (Cruz *et al.*, 2021).

A determinação da absorção de água, calculada utilizando-se a Equação (2), é realizada por métodos normalizados, como imersão em água fervente, conforme recomendações da ABNT NBR 16728-1:2019, que estabelece em seu Anexo B a maneira como o procedimento para secagem, pesagem e cálculo da absorção deve ser realizado.

$$AA (\%) = ((M_u - M_s) / M_s) \times 100 \quad (2)$$

Em que AA é a absorção de água (%);  $M_u$  é a massa úmida (g).

A retração linear (RL) é um parâmetro fundamental no controle dimensional de produtos cerâmicos, pois influencia diretamente a qualidade. Durante as etapas de secagem e queima, ocorrem transformações físicas e químicas que reduzem o volume do corpo cerâmico, resultando em variação nas dimensões originais. Essa retração está associada à composição mineralógica, granulometria e teor de umidade da massa cerâmica, além das condições de sinterização (Callister, 2002). O cálculo da retração linear é realizado comparando-se as dimensões do corpo antes e após a queima pela Equação (3).

$$RL (\%) = ((L_i - L_f) / L_i) \times 100 \quad (3)$$

Em que RL é a retração linear (%);  $L_i$  é o comprimento inicial da amostra (mm) e  $L_f$  é o comprimento final da amostra (mm).

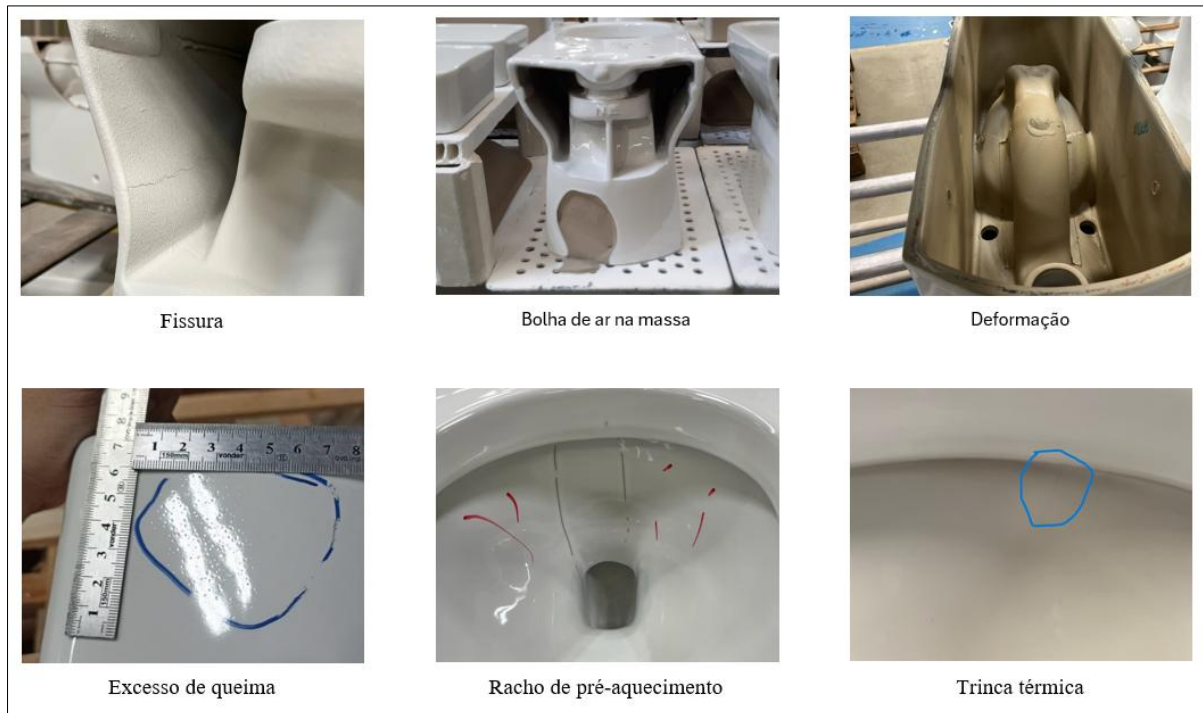
Valores elevados de retração podem indicar excesso de fundentes ou granulometria inadequada, ocasionando deformações e trincas. Por outro lado, retrações muito baixas podem comprometer a densificação e a resistência mecânica. A norma ABNT NBR 13818:2020 estabelece tolerâncias dimensionais para produtos cerâmicos, garantindo padronização e desempenho adequado (Cargnin *et al.*, 2011).

A produção de cerâmicas sanitárias requer um controle rigoroso sobre as etapas do processo, pois qualquer falha pode afetar suas propriedades físicas e comprometer o produto final. Na massa, defeitos como trincas e fissuras são associados à má homogeneização ou ao controle inadequado da umidade, resultando em peças frágeis e com elevada absorção. No esmalte, problemas como bolhas de ar e manchas ocorrem quando há incompatibilidade térmica entre esmalte e corpo cerâmico ou aplicação irregular, afetando tanto a estética quanto a durabilidade do produto (Albuquerque *et al.*, 2007).

No que se refere ao processo e à queima, parâmetros como temperatura e tempo são determinantes para a qualidade final. Uma queima insuficiente aumenta a porosidade e reduz a resistência mecânica, enquanto uma queima excessiva pode provocar deformações e fragilidade estrutural (Vieira *et al.*, 2002).

Dessa forma, a integração entre formulação adequada da massa, aplicação uniforme do esmalte e controle preciso das condições de queima é essencial para garantir a ausência de defeitos (Figura 4) uma alta durabilidade das louças sanitárias (ABCERAM, 2025).

Figura 4 - Principais defeitos na produção de louças sanitárias



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

## 5 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório, adotada como estratégia metodológica para reunir, analisar e organizar o conhecimento técnico disponível sobre a produção, propriedades e requisitos normativos de louças sanitárias. Esse tipo de abordagem é adequado quando o objetivo do estudo consiste em compreender o estado da arte de um determinado campo de aplicação sem a realização de experimentação laboratorial.

O levantamento bibliográfico foi conduzido utilizando bases de dados científicas reconhecidas, incluindo o Portal de Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science, Google Scholar e SciELO. Foram empregados descritores em português e inglês, tais como “louças sanitárias”, “cerâmica sanitária”, “barbotina”, “esmaltação” e “ceramic sanitaryware”. As buscas seguiram critérios de inclusão baseados na relevância temática, disponibilidade de texto completo e relação direta com processos industriais de fabricação de sanitários cerâmicos.

Além das publicações científicas, documentos normativos como a ABNT NBR 16727-1:2019 e relatórios técnicos da indústria cerâmica foram consultados para complementar informações sobre processos produtivos, requisitos de desempenho e controle de qualidade. Todo o material selecionado foi analisado criticamente, permitindo a construção de uma revisão bibliográfica estruturada e coerente com os objetivos do estudo.

## 6 O QUE HÁ DE NOVO NO SETOR DE LOUÇAS SANITÁRIAS

O segmento de louças sanitárias tem experimentado transformações significativas decorrentes da incorporação de tecnologias avançadas e da crescente demanda por soluções sustentáveis e higiênicas. Entre as inovações mais relevantes, destacam-se os sistemas inteligentes aplicados a vasos sanitários, que incluem sensores de presença, mecanismos de autolimpeza e integração com dispositivos móveis para controle remoto. Adicionalmente, torneiras com acionamento por aproximação e conectividade via Internet das Coisas têm sido amplamente adotadas, visando à redução da disseminação de microrganismos e à otimização do consumo hídrico. Tais recursos evidenciam a convergência entre automação residencial e práticas sanitárias, promovendo ambientes mais seguros e eficientes (Aosche Sanitary Ware, 2025).

No âmbito do design, as tendências atuais privilegiam a personalização e a sofisticação estética, sem negligenciar aspectos ergonômicos e de durabilidade. Acabamentos diferenciados, como preto fosco, dourado escovado e superfícies em cristal, conferem exclusividade aos ambientes, enquanto linhas minimalistas e superfícies contínuas favorecem a manutenção e a resistência ao desgaste. Essa associação entre estética e tecnologia redefine os espaços sanitários, transformando-os em ambientes que refletem valores contemporâneos e padrões elevados de conforto.

Essas tendências demonstram que o setor de louças sanitárias avança em direção a um modelo produtivo que integra desempenho técnico, sustentabilidade e melhoria das condições de uso, acompanhando as demandas contemporâneas da indústria cerâmica.

## 7 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo reunir e sistematizar informações técnicas referentes às louças sanitárias, abrangendo matérias primas, etapas de processamento, características físico-mecânicas e práticas sustentáveis adotadas pelo setor. A revisão bibliográfica evidenciou que a fabricação desses produtos envolve uma cadeia tecnicamente complexa, na qual a seleção adequada das matérias-primas, o rigor nas etapas de conformação, secagem, esmaltação e queima e o controle dos parâmetros físico-mecânicos são determinantes para garantir desempenho, durabilidade e conformidade normativa.

As louças sanitárias são fortemente influenciadas pela composição da massa cerâmica e pelo controle das condições de processamento, especialmente na etapa de queima, responsável pela consolidação das transformações microestruturais que conferem resistência, baixa porosidade e estabilidade dimensional. Parâmetros como massa específica aparente, absorção de água, retração linear e resistência mecânica mostraram-se essenciais para o monitoramento da qualidade e para a prevenção de defeitos que possam comprometer a funcionalidade do produto final. Observou-se, ainda, que práticas sustentáveis vêm ganhando espaço no setor, seja pelo aproveitamento de resíduos industriais, seja pela otimização energética dos processos.

Como contribuição principal, o trabalho organizou de maneira sistemática e tecnicamente fundamentada os conhecimentos essenciais sobre formulação, processamento e controle de qualidade de louças sanitárias, oferecendo uma visão integrada do setor cerâmico sanitário e fornecendo uma base útil para estudantes, pesquisadores e profissionais interessados nos fundamentos que regem o desempenho desses produtos.

Algumas limitações, contudo, devem ser consideradas. Por se tratar de uma pesquisa exclusivamente bibliográfica, a profundidade da análise depende da disponibilidade e atualidade das fontes consultadas, sendo que dados industriais específicos, curvas de queima proprietárias e formulações comerciais nem sempre estão acessíveis na literatura aberta. A ausência de validação experimental também restringe a aplicação prática imediata dos conceitos apresentados. Estudos futuros que incorporem ensaios laboratoriais, análises microestruturais e modelagem de processos poderão ampliar e aprofundar as discussões aqui desenvolvidas, contribuindo para a inovação e o aprimoramento contínuo do setor.

## REFERÊNCIAS

- ABCERAM. **Considerações gerais**. Disponível em: <<https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>>. Acesso em: 24 nov. 2025.
- ALBUQUERQUE, F. R. *et al.* Planejamento experimental aplicado à otimização de massas cerâmicas contendo matérias-primas naturais. **Cerâmica**, São Paulo, v. 53, p. 300-398, 2007.
- AOSCHE SANITARY WARE. **O futuro das inovações e insights em louças sanitárias para compradores globais em 2025**. Disponível em: <<https://www.asjsanitaryware.com/pt/blog/future-sanitary-ware-innovations-2025/>>. Acesso em: 20 nov. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16727-1: Bacia sanitária – Parte 1: requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16728-1: Tanques, lavatórios e bidês – Parte 1: requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16867: Solo – determinação da massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2020.
- AYRES, M. A. C. O reaproveitamento dos resíduos sólidos na produção de cerâmica como fator de redução de custos. **Revista Humanidades & Inovação**, Palmas, v. 10, n. 1, p. 1-15, 2023.
- BARTRAM, J. *et al.* **The global water and sanitation crisis**. Global health: an introduction to current and future trends. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- BLOCH, P. H.; BRUNEL, F. F. Beyond the 'funhouse mirror': the impact of congruent and incongruent brand-name on consumer attitudes and preferences. **Journal of Consumer Psychology**, v. 19, n. 2, p. 123-135, 2009.
- BUSTAMANTE, G.; BRESSIANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 45-52, 2000.
- CALLISTER, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- CARGNIN, M. *et al.* Comparativo entre diferentes métodos de determinação da retração linear de placas cerâmicas. **Revista Técnica Cerâmica**, IFSC, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br>. Acesso em: 21 nov. 2025.
- CRUZ, R. T. *et al.* **Faianças, grês e porcelanas: matérias-primas, moagem, conformação, secagem, queima, esmaltação, decoração, defeitos e propriedades gerais**. São Paulo: Editora Técnica, 2021.

DUTRA, R. P. S. *et al.* Estudo das propriedades físico-mecânicas de produtos cerâmicos em função da porosidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2002, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ABCM, 2002. p. 1-5.

FOHOMECERAMICS. **What is ceramic sanitary ware?** Disponível em: <<https://fohomeceramics.com/what-is-ceramic-sanitary-ware/>>. Acesso em: 13 dez. 2025.

FORTUNA, A. An industrial approach to ceramics: sanitaryware. **Plinius**, p. 138-145, 2017.

HUANCA, K. Z. **Produção de suporte cerâmico poroso para a redução de material particulado da indústria cerâmica vermelha.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

KARLEN, A. **Man and microbes: disease and plagues in history and modern times.** New York, 1999.

KAWAGUTI, W. M. **Estudo do comportamento térmico de fornos intermitentes tipo 'Paulistinha' utilizados na indústria de cerâmica vermelha.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

KLAUS, S. C. *et al.* Greening of public infrastructure in Germany - a micturition odyssey. **Journal of Industrial Ecology**, v. 15, n. 3, p. 456-470, 2011.

LE FERRAND, H. Magnetic slip casting for dense and textured ceramics: a review of current achievements and issues. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 41, n. 1, p. 24-37, jan. 2021.

LIMA, R. R. F. A aplicação de resíduos no desenvolvimento de produtos sustentáveis na indústria cerâmica. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 1-10, 2024.

MENEZES, R. R. *et al.* O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.

OLIVEIRA, M. C.; MAGANHA, M. F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmicas branca e de revestimentos.** São Paulo: CETESB, 2006.

PEREIRA, S. W. *et al.* **Análise ambiental do processo produtivo de pisos cerâmicos: aplicação de avaliação do ciclo de vida.** Florianópolis: UFSC, 2004.

PORTO, V. S. *et al.* Obtenção e avaliação das propriedades físico-mecânicas de massas cerâmicas para grés sanitários utilizando resíduo de vidro plano. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 7, p. 13-19, 2012.

PUKASIEWICZ, A. G. M. **Tecnologia dos processos de fabricação IV: materiais cerâmicos.** Ponta Grossa: Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2001.

RANDALL, D. G.; CHIPAKO, T. L. “Urinals for water savings and nutrient recovery: a feasibility study.” **Water SA**, v. 45, n. 2, p. 266-277, 2019.

SÁNCHEZ, M. S. *et al.* A cross-sectional observational study on ergonomic aspects and user preferences in public restrooms. **Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications**, v. 26, n. 3, p. 10-18, 2018.

SANTOS, G. M. **Estudo do comportamento térmico de um forno túnel aplicado à indústria cerâmica vermelha**. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SCHAFFÖNER, S.; ANEZIRIS, C. G. Pressure slip casting of coarse grain oxide ceramics. **Ceramics International**, v. 38, n. 1, p. 417-422, 2012.

SILVA, A. L. *et al.* **Avaliação de novos depósitos de argilas provenientes da região sul do Amapá visando aplicação na indústria cerâmica**. Macapá: UNIFAP, 2018.

TORQUATO, F. C. R. **Sustentabilidade no reaproveitamento de rejeitos de mineração: uma revisão sistemática sobre as diferentes técnicas**. Belo Horizonte: UFMG, 2022.

VIEIRA, L. E. *et al.* Avaliação do comportamento térmico de uma placa cerâmica ao longo do processo de monoqueima em forno a rolos. **Cerâmica**, v. 48, n. 305, p. 23-30, 2002.

WENDT, D. **Uso e dimensionamento de produtos: o caso do vaso sanitário**. 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

ZHONGCÁI, M.; HÓNGLĚI, M. **Bathtub Design Based on the 11R Principles of Ecological Design**. Francis Academic Press, 2022. Disponível em: <<https://francis-press.com/uploads/papers/4DDmkdupiAuDn4krCEjqK2A7DQLsRuEYFnhCKe7o.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2025.