



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DIEGO COSTA HENN TOCHETTO

**USO DO MAPEAMENTO DE PROCESSO PARA A MELHORIA NA FABRICAÇÃO
DE LOUÇAS SANITÁRIAS**

Recife

2023

DIEGO COSTA HENN TOCHETTO

**USO DO MAPEAMENTO DE PROCESSO PARA A MELHORIA NA FABRICAÇÃO
DE LOUÇAS SANITÁRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em engenharia mecânica.

Orientador (a): Prof. Dra. Janaina Moreira de Meneses

Recife

2023

Ficha de identificação da obra

Tochetto, Diego Costa Henn.

Uso do mapeamento de processo para a melhoria na fabricação de louças sanitárias / Diego Costa Henn Tochetto. -Recife, 2023.
67 P. : il., tab.

Orientador(a): Janaina Moreira de Meneses
(Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, , 2023.
Inclui referências, apêndices.

1. Mapeamento de Processo. 2. Melhoria de Processos. 3. Qualidade.
4. Indústria Cerâmica. 5. Bacias Sanitárias 6. MASP. I. Moreira de Meneses, Janaina . (Orientação).
II. Título.

670 CDD (22.ed.)

DIEGO COSTA HENN TOCHETTO

**USO DO MAPEAMENTO DE PROCESSO PARA A MELHORIA NA FABRICAÇÃO
DE LOUÇAS SANITÁRIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em engenharia mecânica.

Aprovado em: 25/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Janaina Moreira de Meneses (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Marcele Elisa Fontana (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Paternak de Souza Barros (Examinador Externo)
Universidade Estadual de Pernambuco

Dedico esse trabalho aos meus avós, Walmor de Oliveira Costa, Carlos Schulte Ferreira e Isabel Neve Henn Ferreira, pelos ensinamentos, me amado, me apoiando e que hoje zelam por mim no reino dos céus.

AGRADECIMENTOS

Quero expressar meu profundo agradecimento a Deus, por sua generosidade e pela oportunidade de compreender o significado da palavra onipresença, dando a graça de manter minha vida baseada em suas palavras, mesmo sob todas as tribulações do caminho.

Agradeço em primeiro lugar a minha família amada, meu pai Rigoberto Tochetto, minha mãe Denise Costa e meu irmão Deison Tochetto, por terem me apoiado em todos esses anos dando incentivo, força e confiança, com certeza essa vivência acadêmica não seria possível sem eles. Também agradeço a minha amada namorada Rebeka Cheng, pela paciência, ajuda, companheirismo, atenção, estando ao meu lado em todos os momentos. Agradeço à minha avó Francisca Albaniza por ter compartilhado comigo o amor mais sincero e ingênuo que um neto pode receber.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte da minha trajetória de aprendizado, me passando o conhecimento necessário para a formação acadêmica com excelência, oferecendo oportunidades de crescimento profissional, agradecimento especial aos professores Dra. Janaína Moreira, Dr. Justo, Dr. Guilherme por ter mostrado e expandido as barreiras de conhecimento fora da universidade e por se fazerem tão especiais nessa trajetória.

Agradeço aos meus amigos que sempre compartilharam comigo as minhas conquistas, sendo suporte, ajuda e amparo nos momentos mais difíceis, mas também sendo felicidade e companheirismo rumo ao conhecimento.

Por fim, aos amigos da universidade, verdadeiros tesouros que tornaram os anos mais leves, agradeço por cada momento vivido, conhecimentos compartilhados, apoio nas horas difíceis e a celebração das conquistas adquiridas.

RESUMO

Este estudo concentrou-se na otimização do processo de fabricação das bacias sanitárias modelo P21 em uma indústria cerâmica. O objetivo principal foi identificar minuciosamente oportunidades de aprimoramento, analisar profundamente suas causas e, subsequentemente, aplicar soluções eficazes. Adotou-se uma abordagem sistemática que envolveu o mapeamento de processos, proporcionando a identificação clara de áreas passíveis de melhoria. Posteriormente, foram aplicadas ferramentas como o MASP para uma análise mais aprofundada e eficaz na resolução dos problemas identificados. Com base nos resultados obtidos e de materiais técnicos, implementaram-se melhorias significativas, resultando em uma notável redução de defeitos e um aumento expressivo de 25% na qualidade final do produto. Este estudo evidenciou de forma conclusiva a eficácia do mapeamento de processos como uma ferramenta indispensável para aprimorar a fabricação de louças sanitárias, consolidando ganhos substanciais em qualidade e eficiência. As melhorias realizadas estabeleceram uma base robusta, preparando o terreno para futuras iniciativas de aprimoramento na indústria cerâmica.

Palavras-chave: Mapeamento de Processo, Melhoria de Processos, Qualidade, Indústria Cerâmica. Bacias Sanitárias. MASP.

ABSTRACT

This study focused on optimizing the manufacturing process of the P21 model sanitary basins in a ceramic industry. The main objective was to meticulously identify opportunities for improvement, thoroughly analyze their causes, and subsequently apply effective solutions. A systematic approach was adopted, involving process mapping, providing a clear identification of areas susceptible to enhancement. Subsequently, tools such as MASP were applied for a more in-depth and effective analysis in resolving the identified issues. Based on the results obtained from technical materials, significant improvements were implemented, resulting in a notable reduction in defects and a significant 25% increase in the final product's quality. This study conclusively highlighted the effectiveness of process mapping as an indispensable tool to enhance the manufacturing of sanitary ware, consolidating substantial gains in quality and efficiency. The implemented improvements established a robust foundation, laying the groundwork for future enhancement initiatives in the ceramic industry.

Keywords: Process Mapping. Process Improvement. Quality, Ceramic Industry. Sanitary Basins. MASP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Local da fábrica de massas	27
Figura 2 –	Local da fábrica de esmalte	28
Figura 3 –	Banca de fundição	29
Figura 4 –	Estufas na etapa de secagem.....	30
Figura 5 –	Etapa de Inspeção	31
Figura 6 –	Etapa de esmaltação.....	32
Figura 7 –	Etapa de queima	33
Figura 8 –	Etapa de classificação	34
Figura 9 –	Metodologia de implementação da gestão por processos	36
Figura 10 –	Fases do Método MASP	38
Figura 11 –	Modelo tridimensional P21	39
Figura 12 –	Etapas metodológicas.....	41
Figura 13 –	Fluxograma de louças cerâmicas.....	47
Figura 14 –	Representação das etapas do forno tipo túnel.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Itens de verificação e Itens de controle observados na etapa de fundição.....	48
Quadro 2 –	Itens de verificação e Itens de controle observados na etapa de secagem.....	49
Quadro 3 –	Itens de verificação observados na etapa de esmaltação	50
Quadro 4 –	Itens de verificação e Itens de controle observados da etapa de queima.....	51
Quadro 5 –	Método de Análise dos problemas intensificados visualmente	53
Quadro 6 –	Lista de siglas com seus significados associados a representação visual.....	55
Quadro 7 –	Método de Análise dos problemas intensificados na classificação.	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 –	Curva de queima do forno tipo túnel em estudo.....	52
Gráfico 2 –	Porcentagens de peças defeituosas classificadas e seus setores responsáveis pelo problema.....	57
Gráfico 3 –	Redução das porcentagens de peças classificadas com erros e seus setores....	61
Gráfico 4 –	Comparação de IQQ antes e depois do mapeamento.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	centímetros
m	metro
mbar	milibar
min	minutos
ml	mililitros
mm	milímetro
seg	segundos
Coord.	Coordenador, coordenação
ed.	edição
et al.	e outro
id.	do mesmo autor
il.	ilustrado, ilustração
Ltda.	Limitada
núm.	número
op. cit.	na obra citada
Org.	Organizador, organização
p.	página

LISTA DE SIGLAS

EF	Esmalte Fino
ER	Esmalte Retraído
FA	Falha de Acabamento
FR	Falha por racho
FD	Falha de Deformação
IQQ	Índice de qualidade de Queima
MASP	Método de Análise de Análise e Solução
SKU	Stock Keeping Unit

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
1.1	JUSTIFICATIVAS	22
1.2	OBJETIVOS	23
1.2.1	Objetivo Geral	24
1.2.2	Objetivos Específicos	24
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	24
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	26
2.1	PROCESSO PRODUTIVO DA CERÂMICA BRANCA.....	26
2.1.1	Fabricação de massa.....	27
2.1.2	Fabricação de esmalte.....	27
2.1.3	Fundição.....	28
2.1.4	Secagem.....	29
2.1.5	Inspeção.....	30
2.1.6	Esmaltação.....	31
2.1.7	Queima.....	32
2.1.8	Classificação.....	33
2.2	MAPEAMENTO DE PROCESSO.....	35
2.3	MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMA – MASP.....	37
3	METODOLOGIA	39
3.1	ETAPAS METODOLOGICAS.....	39
3.4.1	Etapas 1 – Definir Problema	41
3.4.2	Etapas 1 - Revisão bibliográfica.....	41
3.4.3	Etapas 2 - Escolher Método de Mapeamento.....	42
3.4.4	Etapas 2 – Observação Local.....	42
3.4.5	Etapas 2 – Coleta de dados e entrevista com os colaboradores.....	42
3.4.6	Etapas 3 – Construção do mapa atual.....	42
3.4.7	Etapas 3 - Definir estratégias.....	42
3.4.8	Etapas 3 – Elaborar plano de ação.....	42
3.4.8	Etapas 3 - Considerações finais.....	43
3.2	IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS USANDO O MASP.....	43
3.3	PROPOSTA DE MELHORIA.....	44

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1	ETAPAS DA METODOLOGIA.....	45
4.2	MAPEAMENTO PRODUTIVO.....	47
4.2.1	Parâmetro da fundição.....	47
4.2.2	Parâmetro secagem.....	49
4.2.3	Parâmetro esmaltação.....	50
4.2.4	Parâmetro do forno.....	50
4.3	IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS.....	52
4.4	ETAPAS DAS AÇÕES DE MELHORIA	58
4.4.1	Etapas de Fundição.....	59
4.4.4	Etapas de Inspeção.....	60
4.4.4	Etapas de Esmaltação.....	60
4.5	REULTADO DA IMPLEMENTAÇÃO.....	61
5	CONCLUSÃO	96
5.1	CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO COM EXPERIÊNCIAS MENCIONADAS.....	64
5.2	LIMITAÇÕES E FUTUROS TRABALHOS.....	65
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O mercado de louças sanitárias no Brasil tem sido um importante impulsionador da economia nacional, principalmente devido à sua relação direta com a construção civil. A qualidade e a durabilidade dos produtos cerâmicos, aliadas à sua versatilidade de design, fazem deste um mercado consolidado e em constante crescimento no país. Neste contexto, a indústria de cerâmica sanitária vem buscando cada vez mais ferramentas que possam auxiliá-la na busca por melhorias em seus processos produtivos. (BUSTAMENTE E BRESIANI, 2000).

O uso do mapeamento de processos é uma dessas ferramentas que têm sido amplamente utilizadas pelas empresas para analisar e aprimorar seus processos produtivos. Trata-se de uma técnica que permite identificar pontos de melhoria em uma linha de produção, buscando eliminar gargalos e aumentar a eficiência da produção. (CABRAL ET AL. 2010). Podemos citar como possíveis vantagens de um mapeamento: facilitando na organização de tarefas, identificação de pontos de melhoria, controle do processo e visualização de desperdícios.

Por meio de identificação de oportunidades de melhoria o mapeamento é crucial para empresas tanto no ramo organizacional, como no ramo industrial, por permitir o vislumbre completo comportamento de todos os níveis de uma empresa, além de assumir maior previsibilidade em contextos externos. Segundo Costa e Politano (2008), o mapeamento de processos é muito importante, pois auxilia os gestores das organizações a entender seus processos e propor melhorias; ele ajuda a produzir padrões para certificações como a NBR ISO 9001, assim como contribui para melhorar a satisfação dos clientes, através da identificação de ações para redução do ciclo de produção, eliminando defeitos após as análises, reduzindo custos, eliminando passos que não agregam valor, e incrementando a produtividade.

1.1 JUSTIFICATIVAS

A busca incessante por aprimoramentos e maior eficiência operacional é um desafio constante enfrentado pelas indústrias cerâmicas, que visam atender às crescentes exigências do mercado. Nesse contexto, a utilização de metodologias de processo assume um papel fundamental para identificar pontos de otimização e oportunidades de aperfeiçoamento. Dentre essas metodologias, destaca-se o mapeamento de processo produtivo, uma ferramenta

amplamente reconhecida por sua capacidade de promover uma análise minuciosa e sistemática de todas as etapas envolvidas na fabricação de produtos cerâmicos. O presente trabalho se propõe a explorar de maneira precisa a aplicação do mapeamento de processo no âmbito da indústria cerâmica, com especial ênfase nas suas vantagens em identificar gargalos, reduzir desperdícios e aprimorar as operações fabris. Através dessa abordagem, busca-se embasar as propostas de soluções em dados concretos, contribuindo, assim, de forma significativa para a excelência operacional e a competitividade desse setor tão relevante.

Adicionalmente, conforme o Anuário Estatístico do Ministério de Minas e Energia (MME) para o setor em 2018, é estimado que, devido ao aumento da produção brasileira no setor de minerais não metálicos, os investimentos totais no setor possam variar entre R\$ 1,2 bilhão e R\$ 2,4 bilhões até 2030, dependendo da evolução e demanda do mercado.

Dados provenientes do relatório "Gestão de Resíduos nas Unidades Deca", originado de um estudo conduzido por uma líder de mercado no segmento em 2014 para a FIESP, revelam que a geração de resíduos resultante de defeitos em peças permite duas análises distintas: o defeito identificado na fase verde, quando a peça ainda está crua, possibilita a incorporação de 98% da matéria-prima ao processo produtivo, gerando o resíduo denominado "scrap". Por outro lado, o defeito na fase queimada permite a reintegração de apenas 2,5% da matéria-prima ao processo, gerando o resíduo denominado "pitcher". Essas considerações são cruciais para a compreensão da gestão de resíduos e eficiência no processo produtivo da indústria cerâmica.

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo explorar o uso do mapeamento de processos como uma ferramenta para melhoria da produção de louças sanitárias na indústria brasileira. O estudo foi desenvolvido em uma empresa de referência na produção de cerâmicas brancas, que no início da pesquisa, possuía um desenvolvimento abaixo do esperado no processo produtivo de um produto específico, denominado de P21. O mesmo não possuía um ciclo bem definido, com várias alterações de parâmetros, falhas operacionais, desvio de processos, falta de controle de parâmetro quantidade e qualitativos.

Para alcançar o objetivo geral, foram utilizadas ferramentas de análise de dados para mapear o processo da manufatura de cerâmica identificando pontos críticos e propor soluções

plausíveis para os eventuais problemas encontrados. (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2009).

1.2.1 Objetivo Geral

Realizar o mapeamento do processo produtivo em uma empresa de cerâmica branca, na linha de bacias sanitárias de modelo de produto específico, de forma a identificar pontos críticos do processo, bem como propor melhorias para aumentar sua eficiência produtiva.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para alcançar esse objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- a) Avaliar os processos necessários de produção do produto específico de estudo;
- b) Identificar perdas que ocorrem durante o processo produtivo da bacia sanitária e estudo;
- c) Identificar as causas raízes dos problemas;
- d) Utilizar a ferramenta MASP (Método de Análise e solução de Problemas) para a análise da problemática e a viabilidade de soluções;
- e) Propor melhorias no processo de produção da louça cerâmica com base nas análises realizadas.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos, cada um cumprindo uma função específica na estrutura da pesquisa.

No primeiro capítulo, o tema foi introduzido e contextualizado, delineando os objetivos geral e específicos do estudo. A justificativa da pesquisa será apresentada, destacando a relevância do tema escolhido.

No segundo capítulo abordará a fundamentação teórica, serão explorados os principais conceitos relacionados ao tema do trabalho, como modelo produtivo de louças de forma geral, o mapeamento produtivo e a utilização da ferramenta MASP.

No terceiro capítulo, será detalhada a metodologia abordada, explicitando as etapas da pesquisa, os instrumentos utilizados e os procedimentos empregados para a coleta e análise de dados.

O quarto capítulo, resultados e discussões, concentra a descrição do estudo de caso, apresentando os resultados obtidos ao longo da pesquisa. Além disso, serão discutidas as implicações dos resultados em relação aos objetivos propostos, fornecendo uma análise aprofundada.

No quinto e último capítulo, a Conclusão, será realizada uma síntese dos principais resultados, proporcionando considerações finais sobre a pesquisa. Serão discutidas as contribuições do estudo, suas limitações e, quando aplicável, sugestões para pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PROCESSO PRODUTIVO DA CERÂMICA BRANCA

A produção de cerâmica branca representa um segmento crucial na indústria cerâmica, caracterizada por sua versatilidade e aplicações diversas. Este processo produtivo, intrinsecamente vinculado à tradição milenar da cerâmica, evoluiu ao longo do tempo, incorporando avanços tecnológicos e inovações que aprimoram tanto a qualidade quanto a eficiência. A cerâmica branca, conhecida por sua estética elegante e funcionalidade duradoura, envolve uma série de etapas complexas que convergem para a criação de peças finas e delicadas. Compreender os fundamentos deste processo é essencial para explorar não apenas a arte e a ciência por trás da produção de cerâmica branca, mas também para analisar seu papel central em diversas áreas, desde a arquitetura até a fabricação de utensílios domésticos. Este parágrafo introdutório visa delinear os principais elementos do processo produtivo de cerâmica branca, estabelecendo as bases para uma análise aprofundada ao longo desta seção.

O cenário apresentado por Lima (2018) evidencia a crescente demanda por louças sanitárias no Brasil, impondo às empresas fabricantes a necessidade de atingir padrões mais elevados de qualidade em seus produtos. Nesse contexto, a empresa em foco revela a adoção de processos notadamente manuais, cuja suscetibilidade a falhas é considerável.

Além disso, a complexidade intrínseca desses procedimentos, envolvendo múltiplas etapas na concepção dos produtos, destaca-se como um desafio adicional. A ausência de um controle de processos efetivo permite que os colaboradores executem suas atividades de maneira mais conveniente, resultando em um ambiente propício à ocorrência de defeitos. O desrespeito aos parâmetros estabelecidos em cada etapa do processo emerge como uma das principais causas subjacentes à geração de imperfeições nos produtos, sublinhando a necessidade crítica de uma abordagem mais sistematizada e controlada para assegurar a conformidade com os padrões de qualidade exigidos pelo mercado em ascensão.

2.1.1 Fabricação de massa

A produção de cerâmica tem início na fábrica de massas, onde são selecionadas as proporções ideais de feldspato, quartzo, argila e caulim para a produção da barbotina, que é a matéria-prima da massa cerâmica.

Conforme destacado por Oliveira e Maganha (2006), a etapa inicial no processo de fabricação de louças sanitárias envolve a preparação meticulosa das matérias-primas. A composição da massa cerâmica, essencial para a obtenção das propriedades desejadas nos produtos finais, é cuidadosamente formulada mediante a combinação precisa de argilas, feldspato, caulim, quartzo e outros aditivos específicos.

Figura 1 – Local da fábrica de Massas



Fonte: Autor (2023)

2.1.2 Fabricação de esmalte

Fora da fábrica de vasos sanitários propriamente dita, existe também a produção do esmalte de revestimento da peça, outro insumo produtivo essencial no processo produtivo da cerâmica sanitária, na qual será responsável por dar coloração ao produto.

De acordo com Francisco Cino (1996), o esmalte é à base de água, com calcário, quartzo, feldspato, caulim, opacificante e corante na cor das peças. Todos esses materiais

supracitados serão misturados no mesmo procedimento em tanques menores e divididos por cores, das quais os corantes também são adicionados dependendo da cor de fabricação.

Por meio de tubulações, o esmalte produzido se direciona para tanques de armazenamento para que posteriormente sejam usados na fase de esmaltação e possam ser utilizados como pigmento para as peças produzidas.

Figura 2 – Local da fábrica de Esmalte



Fonte: Revista de Obra (2011)

2.1.3 Fundição

Segundo Silva (2008), o objetivo desta etapa é eliminar, de forma lenta e gradual, a água que foi adicionada até que a peça conformada tenha resistência mecânica suficiente para permanecer intacta durante as fases de transporte e secagem. A massa produzida na fábrica de massa, será utilizada nas bancas de fundição, local de trabalho onde a barbotina preenche os moldes de gesso dando a consolidação necessária e o *design* da peça.

Segundo Oliveira (2006), após a preparação da massa, o subsequente procedimento de modelagem e moldagem é conduzido com base no tipo de peça pretendida. Para pias, lavatórios e bidês, a colagem ou fundição em moldes de gesso é comumente empregada. A barbotina, consistindo de uma suspensão de argila em água, é despejada nos moldes, onde a água é absorvida pelo gesso, resultando na formação da estrutura da peça.

Outrossim, o método de prensagem é amplamente adotado para a fabricação de vasos sanitários e bacias. Por meio desse processo, massas granuladas com baixa umidade são compactadas em moldes mediante prensas hidráulicas, garantindo a conformação precisa das peças.

Em resumo, o processo de fundição consiste na formação da peça através do enchimento de moldes de gesso com a massa argilosa. No tempo determinado em que ela fica parada dentro do molde – chamado tempo de massa - acontece a absorção da água contida na barbotina, por meio da capilaridade do gesso, gerando espessura. Em seguida inicia-se a drenagem, responsável por eliminar todo excesso de massa do centro do molde e em fim a etapa de pressurização em que o ar comprimido permeia esse vazio no centro da peça empurrando o excesso de água restante para o molde, firmando a peça e finalizando sua formação.

Figura 3 – Banca de fundição



Fonte: Autor (2023)

2.1.4 Secagem

O processo de estufamento das peças é uma das fases cruciais para a peça obter uma boa performance no final da produção, já que é nesta etapa onde a maior parte da umidade da peça deve ser retirada. De acordo com informações da ABCERAM (2017), é crucial realizar a eliminação da água de maneira gradual e controlada para prevenir a formação

de tensões e, conseqüentemente, evitar defeitos nas peças. Tipicamente, esse processo inicia-se em galpões especialmente equipados, nos quais exaustores e ventiladores são empregados para regular o fluxo de ar.

Essa etapa adicional visa assegurar que todo o teor de umidade tenha sido completamente eliminado, garantindo assim a qualidade e durabilidade das peças. A abordagem cuidadosa na remoção da umidade destaca-se como um procedimento crucial no processo produtivo, contribuindo significativamente para a prevenção de imperfeições e a obtenção de produtos finais de alta qualidade.

Figura 4 – Estufas na etapa de secagem



Fonte: Revista de Obra (2011)

2.1.5 Inspeção

A inspeção, ou etapa de acabamento, é a área do processo produtivo que tem como objetivo realizar uma triagem entre peças boas, quebradas e aquelas que precisam de retrabalho após saírem da estufa, e além disso, o setor realiza acabamento, caso seja necessário, na peça para que a mesma fique mais padronizada e uniforme. Com o objetivo de chegar até o final da sua linha de produção sem nenhum tipo de defeito em sua superfície, erros que possam impactar o seu formato, algum tipo de descontinuidade na sua superfície ou, até mesmo, sua funcionalidade.

O estágio de acabamento constitui o processo no qual a peça passa por um detalhamento visual, envolvendo a eliminação de rebarbas por meio de lâminas e esponejamento. Conforme

informações do Ministério de Minas e Energia (MME), atualmente, a maioria das empresas opta pelo espongeamento úmido como parte integrante do processo de acabamento, realizado antes da secagem em estufa. Essa prática tem demonstrado eficácia ao reduzir substancialmente a geração de poeira na fase de acabamento, resultando na diminuição significativa dos problemas relacionados à silicose nesse setor.

Figura 5 – Etapa de Inspeção



Fonte: Autor (2023)

2.1.6 Esmaltação

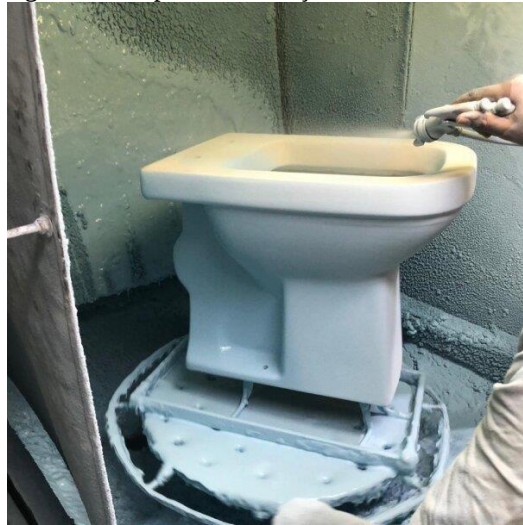
Segundo Henrique (2017), esta é a etapa em que as peças produzidas recebem a aplicação de esmaltes cerâmicos e carimbos de marca. A aparência final do produto em questões de cor e brilho será definida pelo revestimento aplicado durante a esmaltação.

O processo de esmaltação ocorre em cabines, ilustrado da Figura 6, após o ajuste do esmalte, ele é direcionado por meio de bombeamento até as pistolas de esmaltação, as quais operam utilizando ar comprimido. Este processo pode ser realizado manualmente por um operador ou ser automatizado.

A automação no processo de esmaltação, exemplificada pelo carrossel, destaca-se como uma abordagem eficiente e precisa. Essa implementação automática não apenas melhora a consistência na aplicação do esmalte, mas também pode aumentar a eficiência do processo, reduzindo o potencial de erros humanos. A escolha entre a esmaltação manual e a automatizada

pode depender da escala de produção, dos padrões de qualidade desejados e da complexidade das peças a serem esmaltadas. Esta diversidade de abordagens ilustra a flexibilidade na indústria cerâmica, onde a tecnologia pode ser adaptada para atender às demandas específicas de cada processo produtivo.

Figura 6 – Etapa de esmaltação



Fonte: Autor (2023)

2.1.7 Queima

A etapa subsequente à secagem e esmaltação conduz as peças à fase de queima, onde ocorrem significativas transformações físico-químicas tanto na massa quanto no esmalte. Ao longo desse processo, observa-se um aumento na densidade, acompanhado da consequente redução da porosidade, resultando em uma melhoria na resistência mecânica das peças. De acordo com Silva (2008, p. 36), quando materiais à base de argila são submetidos a elevadas temperaturas, ocorrem reações notáveis, incluindo a vitrificação. Essa última corresponde à formação gradual de um vidro líquido que se infiltra nos poros, preenchendo parte do volume e contribuindo para a qualidade final das peças.

A partir da década de 1990, avanços significativos foram alcançados nas tecnologias de queima, notadamente com a introdução da informática no controle de temperatura dos fornos. Esse aprimoramento permitiu uma otimização nas curvas de queima. Além disso, a adoção de novos materiais para revestimento e tijolos refratários

mais leves representou outra inovação. Os resultados dessas melhorias são notáveis, visto que a qualidade das peças aumentou consideravelmente, enquanto o consumo de energia foi drasticamente reduzido (Cino e Brötz, 1996).

Figura 7 – Etapa de queima



Fonte: Revista de Obra (2011)

2.1.8 Classificação

Posteriormente à queima, as louças sanitárias chegam a fase final do processo produtivo, que envolve o controle de qualidade realizado por técnicos especializados, os quais desempenham a crucial função de avaliar e classificar as peças através de um sistema de codificação. Conforme orientações da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB (2006, p. 41), essa classificação deve considerar diversos aspectos, tais como regularidade dimensional, aspecto superficial, características mecânicas e químicas, bem como análise de elementos como cor, trinca e empeno.

O controle de qualidade desempenha função crucial na garantia da conformidade das louças sanitárias com as normas e padrões técnicos estabelecidos pelo mercado. Peças que não atendem aos critérios de qualidade são descartadas ou passam por retrabalho para adequação. É na classificação que a peça será analisada e passará por um rigoroso processo de observações estruturais, necessitando passar pelas avaliações de qualidade submetidas pelo setor de qualidade da empresa.

Uma vez passadas pelo setor de classificação, os produtos de menor porte são embalados em caixas de papelão, enquanto os produtos maiores recebem camadas adicionais de proteção em áreas de contato. Posteriormente, utilizando empilhadeiras, os produtos são organizados em pallets de madeira e armazenados para posterior comercialização. Essa abordagem cuidadosa na etapa de embalagem não apenas preserva a integridade dos produtos, mas também facilita a logística de armazenamento e transporte, garantindo que as peças cheguem ao mercado em condições ideais, atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos durante todo o processo produtivo.

Após a classificação e embalagem, as peças são enviadas ao armazém para armazenamento temporário antes da entrega aos clientes. A eficiente organização no armazém facilita o gerenciamento do estoque. Posteriormente, as peças são preparadas para entrega, coordenando a logística para um envio eficaz e seguro aos destinatários finais, seja por caminhões, transportadoras especializadas ou outros métodos adequados.

Figura 8 – Etapa de classificação



Fonte: Autor (2023)

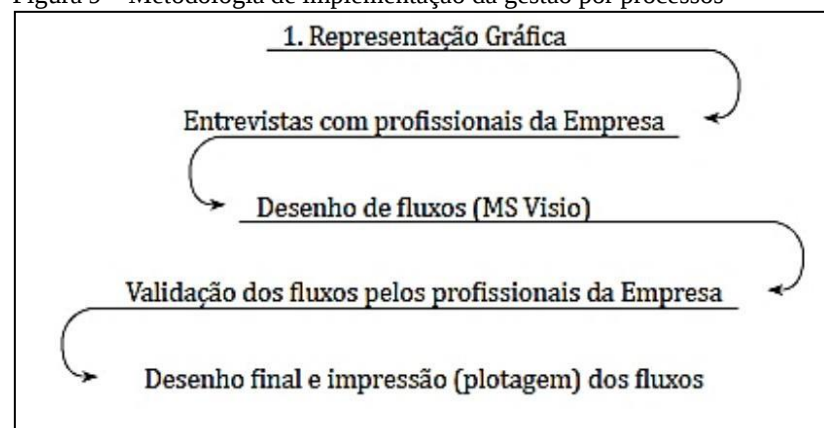
2.2 MAPEAMENTO DE PROCESSO

O mapeamento de processos, segundo Slack et al. (2018), consiste em estabelecer uma sequência de atividades em um processo para ilustrar a inter-relação entre essas atividades. Pavani Junior e Scucuglia (2011) definem esse mapeamento, também conhecido como modelagem de processos, como uma maneira de retratar a situação atual da empresa e descrever a visão futura dos processos, visando a melhoria.

Villela (2000) destaca o mapeamento como uma ferramenta que possibilita uma análise estruturada, oferecendo uma excelente oportunidade para compreender os processos existentes, identificar melhorias necessárias e, quando apropriado, eliminá-los. Como uma ferramenta gerencial analítica, o mapeamento visa ajudar na melhoria da estrutura do processo. Pinho et al. (2007) enfatizam quatro abordagens essenciais ao desenvolver propostas de melhoria nos processos: eliminação de tarefas desnecessárias, combinação de operações ou elementos, modificação da sequência de operações e simplificação das operações essenciais. Essas abordagens desempenham um papel fundamental no aprimoramento da eficiência e eficácia dos processos organizacionais.

Valle e Oliveira (2010) destacam a relevância do mapeamento de processos para alcançar aprendizado, documentação, entendimento e melhoria do processo em estudo. O mapeamento visa apresentar graficamente, por meio de mapas, fluxos ou diagramas, os processos de maneira compreensível, objetiva e clara para todos os envolvidos, independentemente de sua posição hierárquica no processo. Uma das técnicas mais utilizadas na modelagem de processos é o fluxograma.

Figura 9 – Metodologia de implementação da gestão por processos



Fonte: Estivalet et al. (2013, p. 122)

As atividades são descritas por meio de verbos, representando ações executadas por indivíduos. As informações produzidas durante um processo são incorporadas à representação, buscando maior clareza na compreensão do processo (CAMPOS, 2014).

Gonçalves (2013) destaca que, na implantação do BPMN, um processo pode ser composto por mais de uma atribuição, cada uma contendo várias frações em uma corporação,

permitindo a criação do fluxo de informações. No entanto, o processo em um negócio é definido por uma sequência de etapas realizadas por uma única organização ou por várias delas.

De acordo com Barnes (1982, citado por CORRÊA et al., 2005), há quatro abordagens fundamentais a serem consideradas no desenvolvimento de possíveis soluções para melhorias de processos. Essas abordagens incluem:

- Eliminar todo o trabalho desnecessário: Concentra-se na identificação e remoção de tarefas ou atividades que não agregam valor ao processo, reduzindo assim o desperdício e aumentando a eficiência.
- Combinar operações e elementos: Envolve a análise e possível integração de operações ou elementos do processo para simplificar a execução, otimizando recursos e reduzindo complexidade.
- Modificar a sequência das operações: Propõe a reorganização ou ajuste na ordem das atividades do processo para melhorar a fluidez e reduzir possíveis gargalos, visando maior eficácia.
- Simplificar as operações essenciais: Foca na simplificação das operações principais do processo, buscando torná-las mais diretas e eficientes, sem comprometer a qualidade ou a integridade do resultado final.

Essas abordagens representam estratégias valiosas para aprimorar processos, promovendo eficiência, redução de custos e melhorias gerais na execução de atividades organizacionais.

2.3 MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMA – MASP

Conforme Campos (2014), a palavra "método" tem origem grega, sendo a soma de "META" (além de) e "HODOS" (caminho). Portanto, o método é entendido como o caminho necessário para se chegar a algum ponto. O Método de Análise e Solução de Problemas, conhecido como MASP, é descrito como uma abordagem objetiva para alcançar resultados.

Arioli (1998) caracteriza o MASP como uma ferramenta eficiente capaz de gerar melhorias, direcionando grupos envolvidos a tomar decisões racionais em projetos de qualidade de produtos, processos e/ou serviços. Dessa maneira, é fundamental administrar coordenadamente os esforços na busca de respostas para problemas, uma vez que envolve tempo e recursos financeiros. Os Métodos de Análise e Solução de Problemas apoiam a busca por melhorias através de ações estruturadas focadas em objetivos.

Além de direcionar, o MASP é uma abordagem que possibilita o estudo detalhado de um problema em suas diversas nuances, considerando todas as variáveis que podem influenciá-lo. Desta forma, é capaz de gerar informações confiáveis que auxiliam na criação de soluções corretivas ou preventivas.

No ambiente corporativo, resolver problemas de maneira eficaz em um curto período não é tarefa simples. O MASP surge com o objetivo principal de eliminar a possibilidade de reincidência de uma anomalia, alinhado à filosofia da melhoria contínua (Campos, 2004). Sua estrutura permite mapear as causas de defeitos, possibilitando a correção das falhas. Graças à sua versatilidade, o MASP pode se adaptar a fenômenos não previamente mapeados, mas que surgem durante o processo de melhoria. A Figura 10 esboça as etapas do método:

Figura 10 – Fases do Método MASP



Fonte: Moki Sistemas. (2021)

Quanto à relação do MASP com o ambiente corporativo e sua utilidade na tomada de decisões, destaca-se que "o MASP representa uma das principais e mais tradicionais metodologias para apuração de problemas em uma empresa, pois auxilia os gestores para a tomada de decisões através de fatos concretos e mensuráveis, que propiciam o controle de qualquer que sejam os processos" (Penteado et al., 2007, p.1 apud Gabillaud, 2011, p. 34).

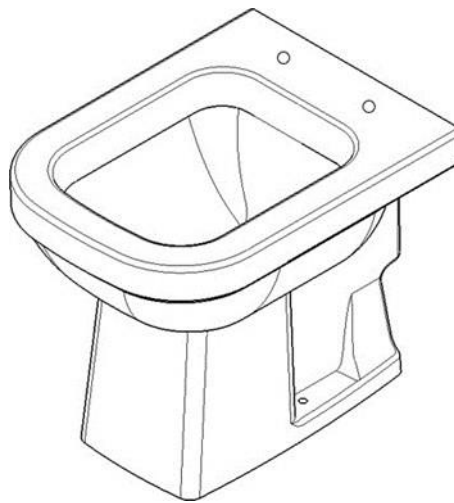
No entanto, a eficácia da ferramenta depende da compreensão por parte de todos os envolvidos. É crucial respeitar o sequenciamento estrutural, já que tanto as ferramentas de qualidade quanto as estratégias de bloqueio às falhas seguem uma lógica específica em cada uma das fases do MASP.

3 METODOLOGIA

3.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

O presente trabalho utilizou métodos e fontes de dados diversificados para alcançar uma compreensão completa e fundamentada das questões relacionadas à melhoria no processo de fabricação de louças sanitárias. A metodologia de pesquisa abrangeu a coleta de dados em campo, análise de documentos internos da indústria cerâmica e referências bibliográficas pertinentes. Por meio de um estudo de caso detalhado na produção das bacias sanitárias do modelo P21, Figura 11, buscou-se identificar áreas de oportunidade e implementar melhorias significativas no processo de fabricação.

Figura 11 – Modelo tridimensional P21



Fonte: Autor (2023)

Pesquisa Bibliográfica: A pesquisa também incorporou elementos de pesquisa bibliográfica, pois houve referências a obras e teorias, como as citações de Barnes (1982, apud CORRÊA et al., 2005) em relação aos enfoques para soluções de melhoria de processos.

Estudo de Caso: O estudo de caso da indústria cerâmica, especificamente em relação ao processo de fabricação de bacias sanitárias do modelo P21, foi o foco principal da pesquisa. Um estudo de caso é um método comum para investigar detalhadamente uma situação específica e proporcionar avaliações profundos sobre um fenômeno. No caso deste documento

o estudo aconteceu com base nos indicadores de qualidade, comparando os resultados antes e depois das alterações feitas na linha produtiva do produto.

As fontes de dados utilizadas incluíram:

Observações Diretas: Os colaboradores especialistas coletaram dados por meio de observações diretas no local de produção, o que incluiu a observação das etapas do processo de fabricação e a identificação de problemas e oportunidades de melhoria.

Documentos Internos: Foram analisados documentos internos da empresa, como registros de produção, relatórios de qualidade e dados de desempenho, a fim de entender melhor o processo existente e seus resultados.

Referências Bibliográficas: O trabalho fez referência à literatura técnica e teorias, como a citação de Barnes (1982, apud CORRÊA et al., 2005), para embasar a abordagem de melhoria de processos.

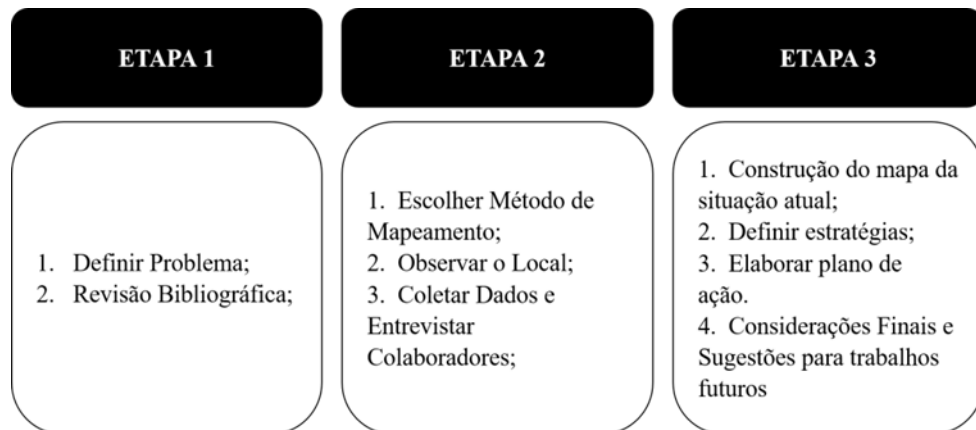
Resultados de Testes e Medidas: Os resultados foram baseados em medidas quantitativas, como o Índice de Qualidade da Queima (IQQ), um indicador interno da empresa que tem a Equação (1):

$$IQQ = \frac{n^{\circ} \text{ de peças classificadas como padrão}}{n^{\circ} \text{ total de peças classificadas}} \quad (1)$$

Outro parâmetro utilizado foi a tabela de medidas e especificações existente na empresa, que cada setor deve se basear, além de ser medidas condizentes com que a fábrica em questão pode manter um funcionamento saudável.

Também foram feitas análises de dados de defeitos por setor e indicadores de desempenho do processo. Por meio da figura 20, podemos ter um vislumbre das etapas e subtapas que foram seguidas para ser feito a metodologia do estudo de caso em questão.

Figura 12 – Etapas metodológicas



Fonte: Corrêa, et al., (2005, p.32)

3.3.1 Etapa 1 – Definir Problema

A hipótese inicial aborda os desafios fundamentais no processo produtivo das bacias sanitárias modelo P21 na indústria cerâmica. A centralização do problema reside na inexistência de um ciclo de produção claramente delineado, nas frequentes variações de parâmetros, falhas operacionais, desvios de processos e na falta de controle sobre os parâmetros, tanto quantitativos quanto qualitativos. Esses elementos combinados têm contribuído para perdas significativas e indicam a urgência de intervenções para assegurar a eficiência e qualidade do processo produtivo. A proposta deste trabalho é validar essa hipótese por meio do mapeamento de processos e outras ferramentas analíticas, visando identificar, analisar e propor soluções eficazes para otimizar a produção e reduzir defeitos.

3.3.2 Etapa 1 - Revisão bibliográfica

Esta etapa envolveu uma revisão bibliográfica abrangente para adquirir conhecimento sobre as melhores práticas em mapeamento de processos e melhoria de qualidade.

3.3.3 Etapa 2 - Escolher Método de Mapeamento

O mapeamento foi feito com base nas informações coletadas por observação direta, entrevistas com funcionários e análises de dados históricos.

3.3.4 Etapa 2 – Observação Local

Durante esta fase, uma análise detalhada do ambiente de produção ocorreu, observando o processo durante a atividade laboral e documentando todos os aspectos relevantes do processo.

3.3.5 Etapa 2 – Coleta de dados e entrevista com os colaboradores

Para uma compreensão completa dos problemas e desafios enfrentados no processo de fabricação, foram realizadas entrevistas estruturadas ou semiestruturadas com funcionários envolvidos. Isso incluiu técnicos experientes, analistas e engenheiros da fábrica, que estiveram fisicamente presentes no ambiente fabril, acompanhando e registrando informações relevantes enquanto as atividades de fabricação das bacias sanitárias estavam ocorrendo. Essa abordagem multifacetada de observação direta, entrevistas com funcionários e análise de dados históricos permitiu uma compreensão completa e abrangente dos indicadores de má qualidade e dos problemas existentes no processo produtivo.

3.3.6. Etapa 3 – Construção do mapa atual

Nesta fase, o mapa atual do processo é criado com base nas informações coletadas, proporcionando uma representação visual de todas as etapas e interações envolvidas.

3.3.7. Etapa 3 - Definir estratégias

São identificadas estratégias para abordar os problemas e oportunidades de melhoria identificados no processo com base na análise dos dados obtidos.

3.3.8. Etapa 3 – Elaborar plano de ação

Um plano de ação detalhado é elaborado, descrevendo as etapas específicas a serem tomadas para implementar as melhorias propostas.

3.3.9. Etapa 3 - Considerações finais

As considerações finais envolvem a análise dos resultados e a discussão das descobertas, bem como a sugestão de direções futuras para o trabalho. A análise de dados históricos desempenhou um papel crucial como base de referência para avaliar o progresso após a implementação das medidas de melhoria. Isso permitiu uma gestão contínua do processo e aprimoramentos tanto no produto quanto na qualidade do processo de fabricação, levando a melhorias substanciais na eficiência e qualidade das bacias sanitárias P21.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS USANDO O MASP

As investigações iniciais e a coleta de dados proporcionaram a identificação de indicadores de baixa qualidade que evidenciam os desafios no processo produtivo das bacias sanitárias do modelo P21. Estes indicadores desempenham um papel crucial na avaliação da eficiência do processo de fabricação e no desempenho das peças acabadas.

A identificação das perdas foi conduzida por meio de uma abordagem abrangente, incorporando observação direta no local de produção e entrevistas com funcionários-chave. Este processo envolveu a presença física de técnicos altamente experientes, analistas e engenheiros da fábrica, os quais acompanharam de perto e registraram informações relevantes durante as atividades de fabricação das bacias sanitárias. Nessa fase observacional, a equipe conseguiu coletar dados abrangentes sobre desperdício de material, retrabalho, ausência de padrões claros, identificação de gargalos na produção, deficiências na inspeção, falta de treinamento e possíveis problemas logísticos, além de parâmetros fora dos padrões estabelecidos. Além disso, para uma análise mais aprofundada e eficaz, foi aplicada a ferramenta MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas), permitindo uma abordagem sistemática na identificação e resolução dos problemas identificados, contribuindo assim para uma melhoria substancial no processo produtivo das bacias sanitárias.

3.3 PROPOSTA DE MELHORIA

Para descrever as propostas de melhorias foi levado em consideração o que Barnes (1982, apud CORRÊA et al., 2005) destaca, que são quatro enfoques que devem ser considerados ao desenvolver possíveis soluções de melhoria de processos, e desta forma, a partir das informações coletadas por observação direta, entrevista com funcionários e análises de dados históricos foi seguido os pontos:

- Observação Direta (Observação In Loco): Os colaboradores especializados estiveram fisicamente presentes no ambiente fabril, onde acompanharam e registraram informações relevantes enquanto as atividades de fabricação das bacias sanitárias estavam ocorrendo. Isso permitiu uma coleta de dados direta e detalhada sobre o processo.

- Entrevistas com Funcionários: Os pesquisadores conduziram entrevistas estruturadas e/ou semiestruturadas com funcionários envolvidos no processo de fabricação. Essas entrevistas forneceram informações valiosas sobre suas experiências e percepções em relação aos desafios e problemas enfrentados no dia a dia.

- Análise de Dados Históricos: Além da coleta de dados em tempo real, os pesquisadores analisaram registros históricos e documentos relacionados ao processo de fabricação das bacias sanitárias. Isso incluiu dados de produção anteriores, relatórios de qualidade, registros de retrabalho e outras fontes de informações documentadas.

Essa abordagem multifacetada foi adotada para garantir uma compreensão completa e abrangente dos indicadores de má qualidade e dos problemas existentes no processo produtivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentaremos os resultados obtidos a partir do mapeamento de todo o processo produtivo do produto P21, o produto escolhido por questões de mercado e a necessidades de melhoria dos seus indicadores, mostrando cada etapa a ser percorrida, com enfoque à análise visual do processo produtivo, classificando-se as etapas em seis categorias:

fundição, secagem, inspeção, esmaltação, queima e classificação. Esse processo também envolveu a identificação de pontos críticos, tais como desperdício de matéria-prima, retrabalhos, parâmetros métricos fora das medições ideais e utilização não produtiva do tempo dos funcionários. Além desse, foi realizado uma análise de dados históricos das peças, que permitem a visualização dos principais defeitos que a peça possui na hora de sua classificação.

É importante destacar que, dada a complexidade do processo de fabricação da peça e o aumento contínuo no número de variáveis ao longo da linha de produção, especialmente em um ambiente de produção predominantemente manual, tornou-se necessário manter os sistemas que já são padronizados computacionalmente ou não impactavam muito os indicadores de produção. A padronização foi necessária para ser aplicada em áreas que não tinham um impacto significativo nos indicadores ou em áreas com variáveis altamente automatizadas. Essa abordagem visava a otimização e consistência na produção.

4.1 ETAPAS DA METODOLOGIA

O objetivo foi gerenciar o conhecimento adquirido durante o mapeamento de todo o processo que envolvem a transformação dos produtos durante a fabricação.

Inicialmente, o indicador de qualidade do produto, que considera a proporção da quantidade de peças produzidas vezes a quantidade de peças classificadas como “padrão” processo de queima, era de apenas 61,2%. Esse valor apontava que um pouco a mais que a metade das peças que chegam à etapa de queima, são aproveitadas e vendidas, representando um sério desafio para a empresa em termos de eficiência e custos operacionais.

Nos itens a seguir podemos observar cada elemento utilizado na metodologia para o desfecho coerente da problemática abordada.:

A) A determinação dos objetivos de cada etapa do processo foi uma etapa crucial no desenvolvimento do mapeamento de processos. Isso envolveu responder à pergunta fundamental "Por que devemos organizar esse mapeamento?" Nesse contexto, estabelecemos que o objetivo principal era melhorar a qualidade do produto, reduzir desperdícios e otimizar a eficiência operacional. Conforme constatado inicialmente, o indicador de qualidade do produto era de apenas 61,2%, o que representava uma perda significativa, impactando negativamente a eficiência e os custos operacionais da empresa. Portanto, havia a necessidade de determinar metas claras para a qualidade final do produto, visando atingir uma proporção mais alta de material aproveitado.

B) A etapa de identificação das entradas e saídas foi crucial para compreender o início e o fim do processo produtivo das bacias sanitárias P21. Isso envolveu o mapeamento das etapas desde o estoque de matéria-prima até o produto. Identificamos os equipamentos e as etapas que envolviam o fluxo de material e mapeamos o processo de queima. Durante esse processo, foram identificados problemas e perdas, como falhas na produção, retrabalho e desperdício de material. Consequentemente, com base nessas informações, foi possível entender as fontes desses problemas e perdas e, assim, fundamentar o mapeamento do processo produtivo.

C) Na etapa de apresentação da jornada do procedimento, foi definida a técnica a ser utilizada para desenvolver o mapeamento dos processos. Optamos por utilizar uma abordagem que envolvia a análise detalhada das etapas do processo, identificação de pontos críticos e estabelecimento de metas de qualidade. Isso nos permitiu criar um plano de ação claro para implementar melhorias.

D) A delimitação dos componentes envolveu a identificação de todas as partes envolvidas em cada atividade do processo, com um foco especial em identificar quem era o cliente em cada etapa. Isso ajudou a determinar onde as melhorias eram mais necessárias e onde os padrões de qualidade precisavam ser estabelecidos.

E) Para entender os limites dos processos, foi necessário colaborar com gestores de diversos departamentos da empresa. Isso possibilitou a obtenção de uma visão holística do processo e identificação de áreas onde a colaboração era fundamental para aprimorar a eficiência.

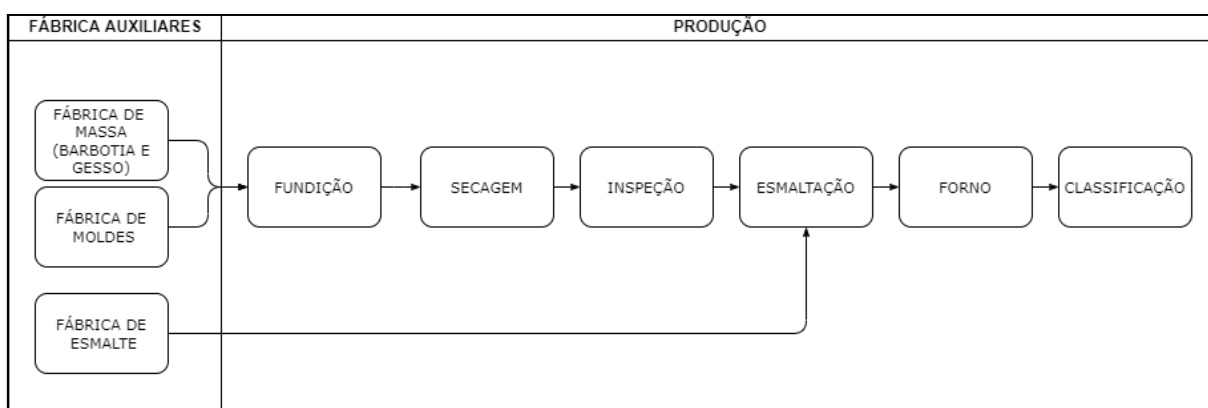
F) As regras foram determinadas para orientar a execução do mapeamento. Isso incluiu o estabelecimento de um cronograma para as atividades, a definição clara dos responsáveis pela elaboração do mapeamento e a estruturação da apresentação dos resultados obtidos.

Todas essas etapas foram essenciais para o desenvolvimento do mapeamento de processos, que, por sua vez, contribuíram significativamente para a melhoria da qualidade do produto. Após a implementação das melhorias propostas, observamos uma melhoria significativa de 25% na qualidade do produto, com o novo indicador de qualidade passando para 81,5%. Esse resultado demonstra que uma proporção maior do material utilizado na fabricação da bacia sanitária P21 passou a ser aproveitada com sucesso, refletindo positivamente na eficiência operacional e nos custos da empresa.

4.2 MAPEAMENTO PRODUTIVO

A Figura 13, resume as informações sobre a fabricação de louças brancas utilizando um fluxograma, mostrando as etapas do processo.

Figura 13 – Fluxograma de louças cerâmicas



Fonte: Autor (2023)

4.2.1 Parâmetro da fundição

O processo de fundição das peças P21, inicia-se com a injeção da barbotina nos moldes de gesso, preenchendo os 40 moldes da banca sob uma pressão de 100-120 mbar. Em seguida,

a massa descansa por 60 a 90 minutos, considerando variáveis como o tipo de peça e as condições ambientais e dos moldes.

Operadores cuidadosamente retiram as peças dos moldes, conduzindo-as à esteira para procedimentos de acabamento superficial. Posteriormente, as peças são colocadas em carrinhos para secagem à temperatura ambiente, aproximadamente 24 horas, antes de serem encaminhadas para estufas de secagem.

Durante a fundição, parâmetros como temperatura de fusão, pressão de injeção do molde, tempo de solidificação, velocidade de resfriamento e integridade do molde são monitorados continuamente para garantir a qualidade. A absorção de água pelo molde, conferindo-lhe alto teor de umidade, demanda a eliminação dessa umidade para possibilitar a reutilização do molde. Esse processo, conhecido como espaguetamento, envolve a injeção de ar comprimido em canais internos pré-confeccionados nos moldes de gesso.

A fase pós-fundição é crítica, onde as peças são retiradas dos moldes. Uma prática comum destaca a injeção de ar comprimido nos moldes para expelir a água residual, permitindo sua reutilização. A tabela a seguir detalha os principais itens de verificação e controle desse complexo processo de fundição, assegurando padrões de qualidade consistentes.

O Quadro 01, resume as informações obtida na etapa de fundição, dividindo em índices de controle (IC) e índices de verificação (IV).

Quadro 1 – Itens de verificação e Itens de controle observados na etapa de fundição

Índice	Parâmetro	Unidade	Intervalo	Equipamento de medição
Texto	Dureza Argola	HC	35 - 45	Durômetro
IC	Dureza Corpo	HC	30 - 40	Durômetro
IC	Espessura Corpo	Mm	10,5 – 11,5	Paquímetro
IC	Espessura Argola	Mm	10 - 12	Paquímetro
IC	Temperatura	°C	30 - 32	Termo-higrômetro
IC	Umidade	%	70 - 75	Termo-higrômetro
IC	Pressão de Espaguetamento	kgf/cm ² ou bar	>3	Manômetro
IV	Pressão de Drenagem	mbar	180 - 200	Manômetro
IV	Pressão de Pressurização	mbar	150 - 180	Manômetro
IV	Tempo de Enchimento (corpo)	Minutos	15	Relógio
IV	Tempo de Massa (corpo)	Minutos	60	Relógio

IV	Tempo de Drenagem (corpo)	Minutos	15 (± 5 min)	Relógio
IV	Tempo de Pressurização (corpo)	Minutos	15 (± 5 min)	Relógio
IV	Tempo de Enchimento (argola)	Minutos	12(± 3 min)	Relógio
IV	Tempo de Massa (argola)	Minutos	60	Relógio
IV	Tempo de Drenagem	Minutos	12(± 3 min)	Relógio
IV	Tempo de Pressurização	Minutos	15(± 5 min)	Relógio

Fonte: O Autor (2023)

4.2.2 Parâmetro secagem

Após o processo de fundição, o estágio subsequente, conforme Oliveira e Maganha (2006), é dedicado à secagem controlada das peças, visando a eliminar gradualmente a umidade contida na massa cerâmica. Essa fase é crucial para evitar defeitos, como trincas e empenamentos, que poderiam comprometer a qualidade final das louças sanitárias. A secagem é realizada com um estrito controle das condições ambientais, incluindo temperatura e umidade, garantindo uma secagem uniforme e cuidadosa.

O Quadro 2, a seguir, apresenta os parâmetros críticos monitorados durante o processo de secagem:

Quadro 2 – Itens de verificação e Itens de controle observados na etapa de secagem

Índice	Parâmetro	Unidade	Intervalo	Equipamento de medição
IV	Umidade	%	0 - 2	Termo-Hidrômetro
IV	Temperatura	°C	30 - 40	Relógio

Fonte: O Autor (2023)

Além disso, são adotadas práticas específicas para a correção de imperfeições identificadas pelo inspetor. Tipos de esponjas são empregados para a remoção das falhas, e ferramentas especializadas, desenvolvidas pela fábrica com o propósito de corrigir erros corriqueiros na produção, são utilizadas nesse processo. Essas medidas visam garantir padrões elevados de qualidade e integridade das louças sanitárias, reforçando a atenção aos detalhes durante a etapa de secagem controlada.

4.2.3 Parâmetro esmaltação

Na fase de esmaltação, as peças ganham suas cores características. Garantir a qualidade desse processo envolve a atenção a parâmetros cruciais nas cabines de esmaltação, tais como vazão, leque, pressão do ar comprimido e espessura da camada de esmalte. A responsabilidade de realizar essas verificações recai sobre o monitor do setor. É possível a identificação dos valores por meio de Quadro 3.

Quadro 3 – Itens de verificação observados na etapa de esmaltação

Parâmetro	Leitura	Unidade
Espessura Esmalte	1	mm
Vazão	460	ml/s
Leque	35	cm
Pressão de ar comprimido	7	kgf

Fonte: O Autor (2023)

4.2.4 Parâmetro do forno

Durante a etapa de forno das peças P21, são aplicados parâmetros de verificação e controle, garantindo a supervisão constante de elementos essenciais, como a curva de aquecimento, tempo de permanência no forno e distribuição uniforme de calor. A preparação da área do forno, incluindo a limpeza da vagoneta, raspagem para remover sujeiras, e a aplicação de alumia, antecede o carregamento das peças.

A fase crucial da queima expõe as peças a elevadas temperaturas, geralmente entre 1200°C e 1300°C, em fornos específicos. Transformações nas matérias-primas ocorrem durante esse processo, incluindo a fusão de componentes para formar a fase vítrea, garantindo impermeabilidade e resistência.

Na linha de produção da peça de barbotina, ela é encaminhada para um forno a gás do tipo túnel, com 107 metros de extensão, passando por fases de pré-aquecimento, aquecimento e resfriamento lento. Os vagões do forno, chamados de vagonetas, possuem 1,4 metros de comprimento e uma velocidade de saída de 1 a cada 12 minutos e 30 segundos. A temperatura dentro do forno atinge cerca de 1200 °C, permitindo que a barbotina se transforme em cerâmica.

A tabela a seguir detalha os parâmetros de verificação e controle essenciais empregados no processo de queima da louça sanitária:

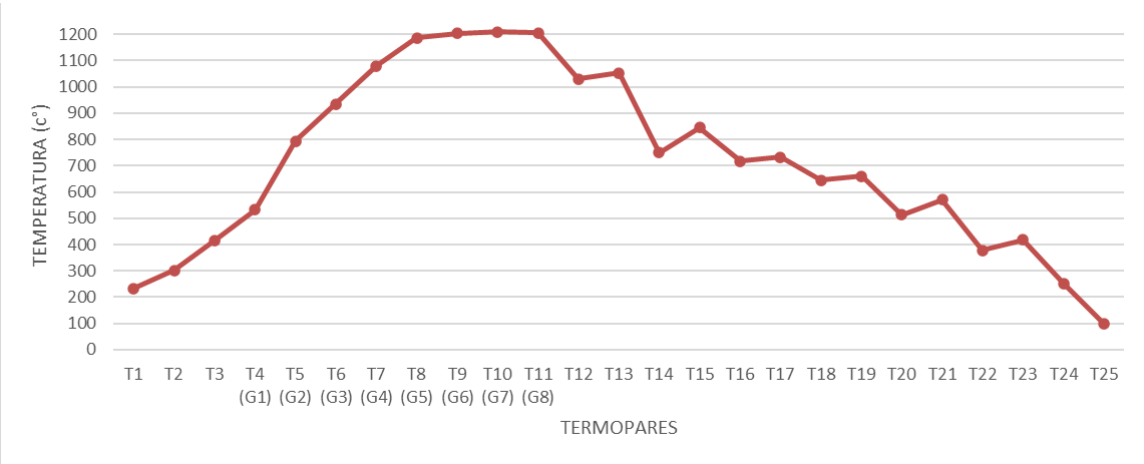
Quadro 4 – Itens de verificação e Itens de controle observados da etapa de queima

Índice	Parâmetro	Unidade	Intervalo	Equipamento de medição
IV	Temperatura T1	°C	133 °C	Termopar
IV	Temperatura G2	°C	493 °C	Termopar
IV	Temperatura G3	°C	647 °C	Termopar
IV	Temperatura G4	°C	866 °C	Termopar
IV	Temperatura T12	°C	986 °C	Termopar
IV	Temperatura da região de resfriamento	°C	180 °C	Termopar
IV	Pressão Interna resfriamento	mmca	0,11 mmca	Manômetro
IV	Pressão de Combustão	mmca	151 mmca	Manômetro
IV	Pressão de tiragem	mmca	70%	Manômetro
IC	Cadência	horas	12:30 min	Rególio

Fonte: O Autor (2023)

A empresa adota uma curva de queima variando entre 450 e 1250° C, utilizando fornos contínuos (de túnel) e fornos intermitentes. Segundo [Ciro e Brötz \(1996\)](#), os fornos contínuos apresentam consumo específico de até 1000 Kcal/Kg de peça, enquanto os intermitentes podem ultrapassar 2000 Kcal/Kg de peça. Essas informações ressaltam a eficiência e a diversidade de opções no processo de queima, sublinhando a necessidade de controle térmico preciso para alcançar propriedades desejadas nas peças cerâmicas.

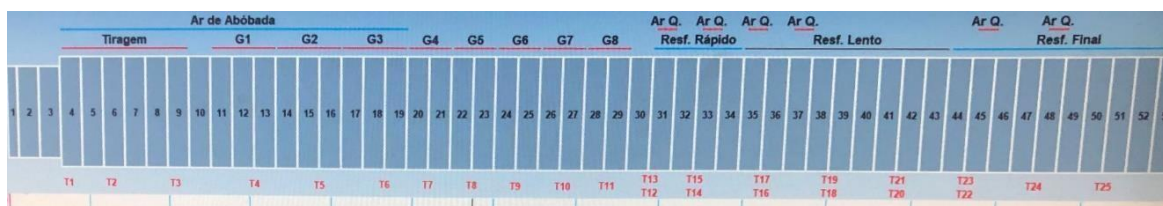
Gráfico 1 – Curva de queima do forno tipo túnel em estudo



Fonte: O Autor (2023)

A Figura 14, mostra os módulos que constituem o forno utilizado para o estudo de mapeamento de processo. Observa-se a relação com o Gráfico 1 e as oscilações de temperatura, dependendo de qual fase está acontecendo a queima.

Figura 14 – Representação das etapas do forno tipo túnel



Fonte: O Autor (2023)

As queimas duram 16 horas, variando de meia hora para mais ou meia hora para menos, dependendo do ritmo do forno, sendo esse intervalo pouco significativo para o processo.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS

A eficácia do processo de fabricação de bacias sanitárias modelo em estudo está intrinsecamente ligada a diversos fatores críticos. O Quadro 5, a seguir, detalha os principais elementos observados no local de trabalho durante a fase de estudo, destacando áreas chave que demandam atenção para otimização e aprimoramento contínuo.

Quadro 5 – Método de Análise dos problemas intensificados visualmente.

Nº	Problema	Análise	Solução Proposta	Responsável	Prazo de Implementação
1	Desperdício de Material	Imprecisões nas medidas ou quebra de peças	Revisar procedimentos de medição e implementar medidas para prevenção de quebras durante a produção	Engenheiro de Produção	1 mês
2	Retrabalho	Defeitos identificados em etapas posteriores	Elaborar procedimentos operacionais condizentes com as atividades	Equipe Qualidade	2 meses
3	Falta de Padrões Claros	Ausência de padrões bem definidos	Desenvolver e documentar padrões claros para cada etapa do processo	Engenheiro de Processos	1 mês
4	Gargalos na Produção	Falhas na gestão do fluxo de trabalho	Realizar um estudo de fluxo de trabalho e	Supervisor de Produção	2 meses

			implementar melhorias no gerenciamento do processo		
5	Deficiências na Inspeção	Erros na inspeção de qualidade	Reforçar treinamento para a equipe de inspeção e implementar processos de verificação cruzada	Supervisor de Qualidade	1 mês
6	Falta de Treinamento	Treinamento inadequado dos operadores	Implementar um programa de treinamento contínuo e avaliação de desempenho	Gestor de Recursos Humanos	3 meses
7	Problemas de Logística	Ineficiências na movimentação de materiais e produtos	Realizar uma análise da cadeia logística interna e implementar melhorias	Gerente de Logística	2 meses

Fonte: O Autor (2023)

A identificação desses erros comuns permitiu um direcionamento mais preciso das ações de melhoria, conforme delineado na metodologia. As estratégias adotadas, baseadas nos quatro enfoques mencionados anteriormente, foram fundamentais para mitigar esses problemas e aprimorar significativamente o processo de fabricação das bacias sanitárias P21. Os resultados obtidos validaram a eficácia dessas estratégias de melhoria.

Complementando a análise realizada no local de produção, foi igualmente conduzida uma análise dos resultados anteriores relacionados ao desempenho do SKU P21. Esta análise foi focada nos principais erros que tinham uma relação direta com a quebra subsequente à fase de classificação. Estes erros se mostraram cruciais para a qualidade e durabilidade das peças e foram observados durante um período de um mês, antes de qualquer modificação no processo de fabricação da peça.

Rachaduras na Região da Argola (FR): Durante esse mês de análise, foi constatado que a presença de rachaduras nessa área, que é considerado uma falha crítica do processo produtivo da peça, representava um dos principais problemas. Essas rachaduras comprometem o indicador de qualidade e, conseqüentemente, aumentavam o risco de quebra durante o manuseio e o uso.

Rachaduras na Região de colagem da argola (FR): As rachaduras na região onde a água entra na peça também foram identificadas como um problema crítico durante o período de análise de um mês. Essa área é fundamental para o correto funcionamento do produto, e qualquer rachadura poderia resultar em vazamentos indesejados, intensificando falhas, além de ser considerado também um racho como erro crítico no produto final.

Falhas de Acabamento (FA): Durante o mesmo período de análise, foi observado que falhas no acabamento das peças eram outro problema significativo. O acabamento inadequado não apenas afetava a estética do produto, como influenciou diretamente no número de reclamações e devolução por parte dos clientes. Peças com acabamento deficiente frequentemente apresentam superfícies irregulares que as tornavam mais propensas a danos e se evidenciam em regiões da peça mais iluminadas.

Esmalte Fino na Região do Base (EF): A espessura inadequada do esmalte na região interna do bojo também foi identificada como um ponto de fragilidade durante o período de análise de um mês. Isso porque uma camada fina de esmalte não fornecia a estética ideal do produto, deixando a região mais vista pelo cliente não uniforme, com tonalidades mais escuras.

Esmalte Retraído (ER): O esmalte retraído foi identificado na análise de dados, é resultado das irregularidades na superfície da peça, afetando não apenas a estética, mas também a durabilidade do produto. Esta falha é decorrente de um processo inadequado de esmaltação, no qual a retração excessiva do esmalte ocorre durante a secagem, deixando áreas não uniformemente cobertas e propensas a danos. A revisão e ajuste do processo de esmaltação são cruciais para minimizar o esmalte retraído, garantindo uma cobertura homogênea e atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos.

O Quadro 6, apresenta alguns dos erros identificados durante o processo de classificação. Esse quadro é essencial para a análise de dados, permitindo uma avaliação minuciosa tanto das peças classificadas como padrões quanto das peças classificadas como defeituosas. Ele proporciona a identificação precisa dos motivos pelos quais determinadas peças são apresentadas com falhas, especialmente aquelas classificadas como propensas a quebras.

Quadro 6 – Lista de siglas com seus significados associados a representação visual

Sigla	Significado	Representação Visual
FR	Falha proveniente de Racho: defeito que causa uma fissura visível à olho nu capaz de comprometer a resistência do produto e gerar riscos à segurança.	

FD S/R	Falha proveniente de Deformação Sem Retífica: defeito que compromete a estabilidade da peça, comprometendo o padrão estético e funcional. Este defeito sofreu tentativa de correção, mas não obteve sucesso.	
FD	Falha proveniente de Deformação: defeito que compromete a estabilidade da peça, comprometendo o padrão estético e funcional e que ultrapassou o limite de deformação aceitável para tentativa de correção.	
FA	Falha proveniente de Acabamento: defeito extremamente operacional causado pela falta de zelo do operador ao corrigir pequenos defeitos na peça durante a etapa de fundição e/ou inspeção.	
EF	O esmalte retraído: refere-se a um fenômeno durante o processo de esmaltação em que a camada de esmalte aplicada retrai-se ou encolhe mais do que o esperado durante a queima ou sinterização.	
FAF	Falha de Acabamento na Fundição: Defeitos que deveriam ser corrigidos no momento em que a peça nasce.	
LPH	Os moldes de gesso utilizados para fundir a peça no formato desejado possuem bolhas de ar que não foram expulsas durante sua fabricação. Essas bolhas geram furos na peça formada, sendo motivo para reprovação no teste estético.	

DI	Drenagem Insuficiente: Após o enchimento dos moldes, é necessário drenar o corpo de massa excedente, restando apenas a camada de massa que fixou nas laterais. Quando a drenagem não é feita com pressão adequada, a massa mole obstrui os canais de passagem de água, comprometendo padrões funcionais.	
----	--	---

Fonte: O Autor (2023), adaptado Vinícius (2021, p.77)

O Quadro 7, abaixo, mostra resumidamente os erros encontrados nas análises de dados da classificação das peças, mostrando os erros mais recorrentes:

Quadro 7 – Método de Análise dos problemas intensificados na classificação.

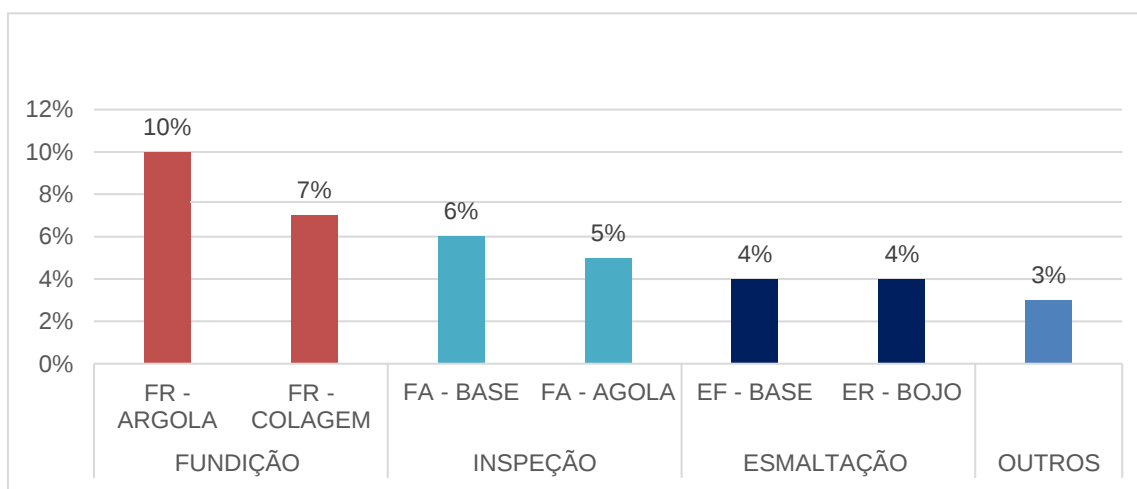
Nº	Problema	Análise	Solução Proposta	Responsável	Prazo de Implementação
1	Rachaduras na Região da Argola (FR)	Falha crítica no processo produtivo da peça	Realizar análise de processo para identificar e corrigir a origem das rachaduras	Supervisor da Fundição	2 meses
2	Rachaduras na Região De colagem (FR)	Problema crítico com risco de vazamentos indesejados	Revisar e ajustar parâmetros de produção nessa região específica	Supervisor da Fundição	1 mês
3	Falhas de Acabamento (FA)	Impacto direto na estética do produto e satisfação do cliente	Implementar treinamento adicional para operadores de acabamento	Supervisor de Inspeção	2 meses
4	Esmalte Fino na Região do Base	Fragilidade e estética inadequada do produto	Revisar e ajustar a aplicação do esmalte nessa região, garantindo uma espessura adequada	Supervisor da Esmaltação	1 mês
5	Esmalte Retraído no bojo (ER)	Análise e ajuste do processo de esmaltação para minimizar o esmalte retraído	Analisar e ajustar o processo de esmaltação	Supervisor fábrica de esmalte	1 mês

Fonte: O Autor (2023)

O Índice de Qualidade do Produto (IQQ) do produto em estudo registrava um desempenho de 61%. Em outras palavras, 39% das peças foram classificadas como defeituosas e destinadas à quebra, enquanto apenas 61% seguiu para o armazém, sendo posteriormente comercializada. Foram classificadas um total de 304 peças do modelo P21, o Quadro XX,

apresentado abaixo, resume de forma concisa os principais erros identificados nas análises de dados da classificação das peças, destacando as falhas mais frequentes durante o período de análise:

Gráfico 2 – Porcentagens de peças defeituosas classificadas e seus setores responsáveis pelo problema



Fonte: O Autor (2023)

4.4 ETAPAS DAS AÇÕES DE MELHORIA

Para abordar os problemas identificados nas etapas de visualização do local de trabalho, comunicação com os colaboradores foram seguidas as seguintes etapas:

I. Identificação e Eliminação de Trabalho Desnecessário:

Para eliminar o trabalho desnecessário, uma equipe multidisciplinar foi formada, incluindo engenheiros de produção, operadores de máquinas e técnicos de qualidade. Essa equipe realizou uma análise minuciosa de cada etapa do processo de fabricação, desde a chegada da matéria-prima até a expedição do produto final.

- Passo 1: Foi conduzida uma revisão detalhada das atividades em cada etapa do processo.
- Passo 2: Identificaram-se atividades que não agregaram valor real ao produto final e foram consideradas como trabalho desnecessário.
- Passo 3: Após a identificação, essas atividades foram eliminadas ou otimizadas para reduzir o tempo de ciclo e os recursos necessários.

II. Combinação de Operações e Elementos:

A combinação de operações e elementos visou otimizar o fluxo do processo sem comprometer a qualidade do produto. Para isso, foram seguidos os seguintes passos:

- Passo 1: Mapearam-se as operações individuais em cada etapa do processo.
- Passo 2: Identificaram-se oportunidades de combinação de tarefas que não afetaram negativamente a qualidade.
- Passo 3: Organizaram-se as etapas do processo para permitir a combinação eficiente de operações.
- Passo 4: Monitoram-se os resultados para garantir que a qualidade não foi prejudicada após a integração de operações.

III. Reorganização da Sequência de Operações:

A reorganização da sequência de operações teve como objetivo melhorar o fluxo de trabalho, eliminar gargalos e reduzir atrasos. O processo incluiu:

- Passo 1: Revisão das atividades em cada etapa do processo, considerando a ordem em que foram executadas.
- Passo 2: Identificação de etapas que poderiam ser reorganizadas para otimizar o fluxo de trabalho.
- Passo 3: Reorganização das operações de acordo com o novo plano estabelecido.
- Passo 4: Acompanhamento contínuo para garantir a reorganização de treinamento dos Colaboradores.

IV. O treinamento dos colaboradores emerge como uma área vital para aprimorar o processo. Este foco envolve:

- Passo 1: Avaliação detalhada das habilidades-chave dos colaboradores, identificando áreas que necessitam de aprimoramento.
- Passo 2: Implementação de programas de treinamento específicos para melhorar as competências necessárias.
- Passo 3: Avaliação constante para garantir que as operações treinadas atendam aos requisitos de qualidade.

Já pra abordagem dos dados coletados na base dos dados coletados na classificação das peças, foram feitas as seguintes ações:

4.4.1 Etapa de Fundição:

Correção do tempo de secagem da peça e do tempo de massa dentro do molde de gesso:

- Realizar análise detalhada do processo de secagem, ajustando os parâmetros para otimizar o tempo necessário, garantindo eficiência sem comprometer a qualidade.
- Avaliar e otimizar o tempo de massa dentro do molde de gesso, assegurando uma consistência adequada para evitar falhas.

Ações específicas para reduzir os rachos na região da argola:

- Conduzir uma análise de causa raiz para identificar a origem dos rachos.
- Implementar ações corretivas direcionadas para reduzir os rachos, como ajustes na temperatura ou formulação da matéria-prima.

Redução da movimentação dos carros de transportes:

- Revisar o layout do transporte, minimizando deslocamentos desnecessários.
- Implementar um sistema mais eficiente de transporte, considerando o fluxo de produção e evitando movimentações excessivas

4.4.2 Etapa de Inspeção:

Implementação de inspeção mais rigorosa com checagem nas regiões da argola, bojo e lateral:

- Estabelecer protocolos claros para a inspeção nessas regiões críticas.
- Utilizar ferramentas de inspeção automatizadas, como câmeras e sensores, para garantir uma análise minuciosa.
- Construção de local com barreira luminosa para evitar a passagem de falhas de acabamento:
- Criar uma área dedicada à inspeção com iluminação adequada para identificação precisa de falhas.
- Implementar barreiras físicas e luminosas para garantir que peças com falhas de acabamento não avancem para as próximas etapas.

4.4.3 Etapa de Esmaltação:

Melhoria na qualidade do esmalte com teste rotineiro para verificação:

- Estabelecer procedimentos de teste regulares para verificar a qualidade do esmalte.
- Implementar práticas de controle de qualidade durante o processo de esmaltação.

Redução do esmalte fino e minimização do esmalte retraído:

- Realizar ajustes na aplicação do esmalte, controlando a quantidade para evitar excessos ou deficiências.
- Monitorar a consistência do esmalte para garantir uma aplicação uniforme.

Supervisionamento das etapas dos procedimentos operacionais:

- Implementar um sistema de supervisão no local da atividade para garantir que os colaboradores estejam cumprindo os procedimentos operacionais.
- Oferecer treinamento adicional, se necessário, para melhorar o entendimento e a conformidade com os procedimentos.

4.5 RESULTADO DA IMPLEMENTAÇÃO

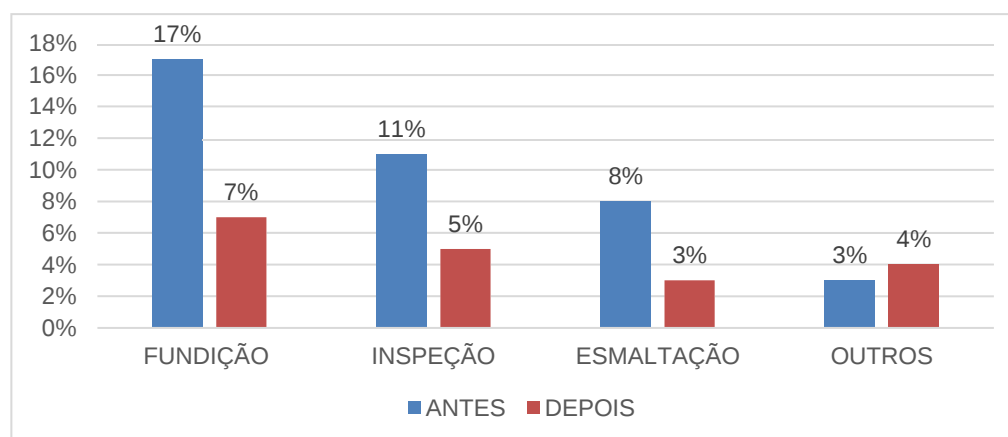
A implementação das melhorias propostas, em conjunto com a utilização de ferramentas padrão e metodologias de controle de qualidade, conduziu a uma melhoria expressiva na qualidade final das bacias P21, atingindo aproximadamente 81%. Embora esse progresso seja notável, reconhecemos a importância contínua de buscar otimizações adicionais e eliminar possíveis falhas remanescentes, visando alcançar a excelência na qualidade do produto final.

As ações direcionadas para o setor de fundição, incluindo correções no tempo de secagem da peça e abordagens específicas para reduzir rachaduras na região da argola, contribuíram para um aumento significativo de 10% na qualidade. Essas intervenções foram eficazes em aprimorar a precisão e a integridade das peças fabricadas.

A etapa de inspeção também desempenhou um papel crucial na melhoria da qualidade, com uma análise mais rigorosa realizada antes da esmaltação. Isso resultou em um acréscimo percentual de 6% na qualidade global. Destaca-se ainda a otimização da fase de esmaltação, com redução do esmalte fino e minimização do esmalte retraído, contribuindo para uma estética

mais consistente e livre de defeitos. O Gráfico 3, mostra resumidamente as reduções de falhas em cada setor:

Gráfico 3 – Redução das porcentagens de peças classificadas com erros e seus setores

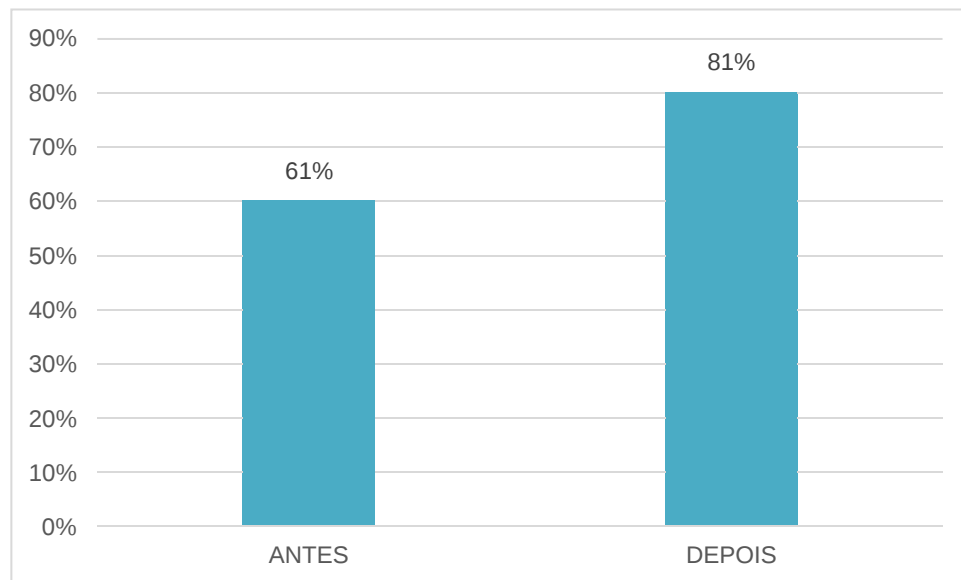


Fonte: O Autor (2023)

Registra-se um acréscimo de 1% na categoria "outro", resultado de fatores dignos de investigação. Considerando a complexidade do processo produtivo, que envolve inúmeras variáveis, destaca-se que houve modificações relevantes em determinados setores. Esses elementos adicionais podem contribuir para uma compreensão mais abrangente das mudanças observadas e, portanto, merecem uma análise mais aprofundada em outro momento.

Após a implementação das melhorias, foi observada uma significativa melhoria de 20% na qualidade do produto. Esse resultado foi baseado na análise de 287 peças do modelo P21, sendo o novo indicador de qualidade alcançando 81%. Isso significa que uma proporção maior do material utilizado na fabricação das bacias sanitárias P21 foi aproveitada com sucesso. A equipe demonstrou efetividade na implementação de melhorias substanciais, como evidenciado pelo notável aumento na qualidade dos lotes, particularmente no primeiro lote avaliado. Isso valida o sucesso das ações de melhoria implementadas. O Gráfico XX mostra o resumo de resultados do IQQ, comparando o antes e o depois do mapeamento de processos, investigação e implementadas das ações.

Gráfico 4 – Comparação de IQQ antes e depois do mapeamento



Fonte: O Autor (2023)

5 CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, foi realizada uma análise do processo de fabricação das bacias sanitárias do modelo P21 em uma indústria cerâmica. Inicialmente, adotando uma metodologia sistemática, mapeando as estruturas, foram determinados os objetivos de cada etapa do processo, identificadas as entradas e saídas, mapeada a jornada do procedimento e compreendidos os limites e controles envolvidos.

Com a utilização ferramentas MASP, foi possível a identificação das perdas que envolviam uma série de erros comuns estava afetando a qualidade das bacias sanitárias, incluindo rachos na região da argola, rachos na região de entrada de água, falhas de acabamento e esmalte fino na região do bojo interno. Esses problemas, em conjunto, estavam contribuindo para um Índice de Qualidade de Queima (IQQ) abaixo do desejado.

Com base nessas descobertas, implementamos melhorias em várias áreas críticas do processo. O foco principal foi eliminar trabalho desnecessário, combinar operações e elementos, modificar a sequência das operações e simplificar as operações essenciais. Isso foi feito com base na metodologia que destacava a importância de otimizar o processo produtivo.

Os resultados dessas melhorias foram significativos. Durante a segunda fase do experimento, observamos um aumento notável de 20% na qualidade dos lotes de bacias sanitárias P21. O IQQ melhorou substancialmente, superando o valor inicial encontrado na primeira fase do experimento. Os principais pontos de melhoria foram identificados pela análise da curva de Pareto de ataque de anomalias, que destacou áreas críticas, como o setor de fundição, inspeção e esmaltação.

Destaca-se a importância do mapeamento de processos como uma ferramenta crucial para iniciar a análise do processo. É por meio dessa abordagem que se inicia o estudo aprofundado do processo, proporcionando uma compreensão abrangente de suas nuances e intrincadas etapas. Essa compreensão detalhada, facilitada pelo mapeamento de processos, serve como alicerce essencial para a subsequente implementação de ferramentas e estratégias eficazes. Dessa forma, o mapeamento de processos emerge como um elemento-chave no direcionamento do estudo e na preparação para a aplicação de abordagens aprimoradas.

Portanto, com as devidas alterações e otimização de processos, é possível considerar uma qualidade de produto final de bacias sanitárias P21 em cerca de 81%, superando a meta

estabelecida pela fábrica. Isso não apenas representa um ganho significativo em termos de qualidade, mas também destaca a importância de uma abordagem contínua para a melhoria de processos em uma indústria cerâmica.

5.1 CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO COM EXPERIÊNCIAS MENCIONADAS

A trajetória de aprimoramento de processos transcendeu a esfera teórica, revelando-se uma experiência de grande valia que sublinha a importância da aplicação prática dos princípios de gestão da qualidade em um ambiente de fabricação real. As modificações implementadas não apenas elevaram a qualidade do produto final, mas também resultaram na significativa redução de desperdícios e retrabalho, traduzindo-se em economia efetiva de recursos e custos operacionais.

A colaboração interdepartamental foi um pilar fundamental para o sucesso dessas melhorias. Ao adotar uma abordagem multidisciplinar e promover uma comunicação eficaz, alcançamos uma identificação e resolução mais eficiente de problemas.

Em síntese, este trabalho não apenas destaca a importância da gestão da qualidade na indústria cerâmica, mas também serve como um exemplo prático de como a aplicação de uma metodologia estruturada, aliada a conceitos técnicos adquiridos em sala de aula, resulta em melhorias mensuráveis na qualidade do produto final. Essa experiência bem-sucedida não apenas oferece um modelo valioso para empresas do setor em busca de aprimoramento, mas também realça a relevância de integrar conhecimentos teóricos à vivência prática para obter resultados efetivos.

Assim, concluímos que a implementação de melhorias contínuas no processo de fabricação das bacias sanitárias P21 não apenas atingiu nossos objetivos, mas também nos capacitou para enfrentar desafios futuros com uma abordagem enraizada na excelência, alimentada pela aplicação concreta de conceitos técnicos.

5.2 LIMITAÇÕES E FUTUROS TRABALHOS

Apesar dos avanços significativos alcançados neste estudo, é crucial reconhecer algumas limitações inerentes ao escopo e à implementação das melhorias no processo produtivo das bacias sanitárias modelo P21.

Uma das limitações identificadas reside na extensão do tempo disponível para a coleta de dados e implementação das mudanças. O cronograma restrito pode ter impactado a abrangência das melhorias implementadas, sugerindo a necessidade de um período mais prolongado para uma análise mais abrangente e aprimoramentos contínuos.

Outro aspecto limitador é a disponibilidade de recursos financeiros e tecnológicos. Restrições orçamentárias podem ter influenciado as escolhas de tecnologias e equipamentos utilizados no processo de melhoria. Investimentos adicionais poderiam potencialmente resultar em avanços mais substanciais.

Além disso, é importante considerar que o ambiente industrial está sujeito a mudanças externas, como variações nos mercados e avanços tecnológicos. Esses fatores dinâmicos podem impactar a eficácia das melhorias implementadas ao longo do tempo.

Adicionalmente às limitações já mencionadas, é crucial destacar a influência do processo artesanal na produção de louças, uma variável que pode trazer desafios específicos para a implementação de novas tecnologias. O caráter artesanal pode implicar métodos tradicionais e uma resistência inicial à adoção de tecnologias mais avançadas. A preservação das técnicas artesanais pode ser uma consideração importante, levando a uma implementação gradual de mudanças para garantir a preservação da autenticidade e qualidade artesanal.

Para futuros trabalhos, é fundamental explorar estratégias específicas para superar as barreiras associadas à adoção de novas tecnologias em um contexto artesanal. Isso pode envolver iniciativas de capacitação e conscientização, bem como a busca por soluções tecnológicas que complementam e aprimoram os métodos artesanais existentes, em vez de substituí-los integralmente.

Perspectivas futuras para este trabalho incluem uma análise mais aprofundada dos resultados obtidos, incorporando métodos estatísticos para uma avaliação mais robusta. Além disso, seria benéfico realizar uma revisão periódica do processo, ajustando as estratégias conforme necessário e explorando novas oportunidades de melhoria.

Considerando a evolução contínua no campo da engenharia de produção e gestão da qualidade, futuras pesquisas poderiam explorar abordagens inovadoras, tecnologias emergentes e metodologias mais avançadas para aprimorar ainda mais a eficiência e qualidade dos processos na indústria cerâmica. Essa abordagem proativa permitiria que a empresa se mantivesse na vanguarda das práticas industriais.

Em resumo, embora tenhamos alcançado progressos notáveis, reconhecer as limitações e antecipar futuras direções de pesquisa são passos essenciais para sustentar e aprimorar continuamente os ganhos obtidos neste estudo.

REFERÊNCIAS

Oliveira, M. C., & Santos, P. R. (2006). Cerâmixa branca e de revestimento Federação das Industrias de Estado de São Paulo - FIESP.

RIBEIRO, Andressa de Freitas. Taylorism, Fordism and Toyotism. Lutas Sociais, São Paulo, vol.19 n.35, p.65 - 79/dez. 2015.

PRATES, Caroline Chagas. Aumento de eficiência no processo de produção de uma indústria eletrônica: um estudo de caso, Rio grande do Sul, 2010.

PEREIRA, Wagner. Utilização do MASP na melhoria do processo produtivo de uma empresa cerâmica, Santa Catarina, 2019.

CASTRO, Leonardo Maciel de. O uso do mapeamento de processos para proposições de melhorias em uma indústria de cerâmica vermelha em Russas-CE, Russas, 2019.

FARIAS, Camila Pinheiro de et. al. Melhoria contínua: uma abordagem da qualidade na área de classificação final, numa indústria de louças sanitárias. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGEHARIA DE PRODUÇÃO – Perspectivas Globais para Engenharia de produção, Fortaleza, 2015.

GOMES, Diogo Rogrigues. Mapeamento de processos como ferramentas de avaliação de processos: estudo de caso em uma empresa do polo de cerâmica de Campos-RJ, Campos Goytacazes, 2009.

Ribeiro, L. F., & Campos, L. M. (2016). A importância da documentação de processos de negócio: Uma revisão da literatura. Perspectivas em Gestão & Conhecimento, 6(1), 118-130.)

DECA, Duratex S.A. Gestão de Resíduos nas Unidades Deca: Trabalho elaborado para participação na 20ª edição do Prêmio de Mérito Ambiental no ano de 2014, realizado pela FIESP. 20ª edição. São Paulo: FIESP, 2014.

NANDI, Vitor de Sousa (2015). Estudo do Comportamento Energético em Forno Túnel de Cerâmica Vermelha. Cerâmica Industrial.

SISTEMAS, Moki. MASP: conheça a metodologia e como usar na gestão da qualidade! Disponível em: <https://www.site.moki.com.br/post/metodologia-masp>