



IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS DE MATERIAIS NO SEGMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS ATRAVÉS DE UM RECORTE DAS FASES INICIAIS DO MÉTODO A3.

EDER DE AGUIAR NATALI

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Email: edernatali@hotmail.com

EDVANDERSON DA SILVA CAMPOS

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Email: vandin_campos@hotmail.com

PAULO ROBERTO AVANCINI

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES. Email: paravancini@ifes.edu.br

Resumo: O setor de rochas ornamentais é uma atividade importante para a economia brasileira e envolve várias etapas, desde a extração até os produtos acabados. O Brasil é um dos principais produtores e exportadores desse setor, com destaque para os estados do Espírito Santo, Minas Gerais e Ceará. Uma característica deste setor é que, durante o processo produtivo, podem ocorrer perdas e retrabalhos devido a diversas falhas nas linhas de produção, como problemas operacionais, de equipamentos ou ambientais. Uma abordagem eficiente para identificar oportunidades de melhoria e encontrar soluções é a aplicação do Relatório A3. Neste estudo foi realizada uma pesquisa-ação em conjunto com revisão sistemática de literatura com a abordagem Methodi Ordinatio 2.0 evidenciando que o método A3 pode ser uma ferramenta eficaz na indústria de rochas ornamentais para resolver problemas e melhorar processos. Essa metodologia permitiu a aplicação das fases iniciais do relatório A3 sendo a identificação de perdas em uma empresa de beneficiamento de rochas ornamentais, na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, região sul do Estado do Espírito Santo. Os resultados apontam que as principais causas de perdas no processo produtivo da empresa estão relacionadas a falhas nos equipamentos e erros operacionais, indicando os pontos chaves que precisam ser aprimorados para implementar um processo de melhoria contínua e conseqüentemente gerar a redução de perdas de chapas que ocorrem durante os processos.

Palavras-chave: Indústria de rochas ornamentais, relatório A3, resolução de problemas, pensamento Lean.

Abstract: The ornamental stone sector is an important activity for the Brazilian economy and involves several stages, from extraction to finished products. Brazil is one of the main producers and exporters in this sector, especially in the states of Espírito Santo, Minas Gerais and Ceará. A characteristic of this sector is that, during the production process, losses and rework may occur due to various failures in the production lines, such as operational, equipment or environmental problems. An efficient approach to identify opportunities for improvement and find solutions is the application of the A3 Report. In this study, an action research was carried out in conjunction with a systematic literature review with the Methodi Ordinatio 2.0 approach, showing that the A3 method can be an effective tool in the ornamental stone industry to solve problems and improve processes. This methodology allowed the application of the initial phases of the A3 report, being the identification of losses in a dimension stone processing company, in the city of Cachoeiro de Itapemirim, in the southern region of the State of Espírito Santo. The results indicate that the main causes of losses in the company's production process are related to equipment failures and operational errors, indicating the key points that need to be improved to implement a process of continuous improvement and consequently generate the reduction of plate losses that occur during the processes.

Keywords: Ornamental stone industry, A3 report, problem solving, Lean thinking.



1. INTRODUÇÃO

O setor de rochas ornamentais exerce uma forte influência na economia brasileira, sendo responsável por uma atividade que engloba desde o corte da rocha até a produção de diversos produtos acabados. Devido a essa abrangência, o Brasil se destaca como um dos maiores produtores mundiais nesse segmento. Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais (ABIROCHAS, 2021) no ano de 2021 o faturamento das exportações brasileiras superou os recordes registrados na série histórica desde 2002, atingindo o valor de US\$ 1,33 bilhão, sendo o Espírito Santo, seguido por Minas Gerais e Ceará, os principais estados brasileiros exportadores de rochas ornamentais.

O processo de beneficiamento de rochas ornamentais é realizado em quatro processos diferentes, sendo: extração, serragem, beneficiamento e aplicação direta na construção civil. Durante as etapas de produção podem ocorrer variabilidades nos processos devido ao grande número de atividades de mobilização, operações manuais, mecânicas e ajustes de equipamentos, podendo ocasionar retrabalhos e perdas de materiais (ANTUNES DA SILVA, 2014). Essas perdas ocorrem devido a falhas existentes nas linhas de produção, e podem ser classificadas como operacionais, equipamentos, falta de energia, ou qualquer problema que impossibilite a continuação do processo produtivo daquele produto (ANTUNES DA SILVA, 2014).

Ressalta-se que as perdas recorrentes no beneficiamento impactam diretamente no custo final do produto. Esse é um problema que afeta tanto as empresas quanto os consumidores finais, uma vez que a redução de perdas é fundamental para a obtenção de vantagem competitiva e melhores resultados no faturamento. Por isso empresas buscam cada vez mais utilizar ferramentas de otimização de processo produtivo para reduzir as perdas e melhorar a qualidade dos seus produtos (ABIROCHAS, 2018).

Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo identificar as perdas de materiais na indústria de rochas ornamentais, através da aplicação das fases iniciais do relatório A3.

Para isso, o artigo realiza uma revisão sistemática da literatura sobre o tema, bem como, apresenta uma pesquisa-ação em uma empresa de beneficiamento de rochas ornamentais localizada na região sul do Estado do Espírito Santo, mostrando como as fases iniciais do método A3 foram aplicadas para identificar as principais causas de perdas no processo produtivo da empresa, apontando os pontos que precisam ser aprimorados para implementar um processo de melhoria contínua e de redução de perdas.



2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está dividido em 3 subseções que abordam os temas centrais deste trabalho. Na subseção 2.1 é apresentada uma visão geral sobre a indústria de rochas ornamentais, o processo de beneficiamento e suas principais perdas. Na subseção 2.2 são apresentados os conceitos do relatório A3, sua estrutura e blocos de construção. Por fim, na subseção 2.3 são apresentados trabalhos correlatos de aplicação da metodologia A3 para identificação de problemas em diferentes áreas.

2.1. A indústria de rochas ornamentais

O Brasil é um dos protagonistas mundiais no setor de rochas, com uma produção de 8 milhões de toneladas em 2018 (excluindo os materiais de uso industrial), posicionou-se entre os cinco maiores produtores do mundo, com uma participação global de 5,4%. Embora a produção seja mais concentrada em regiões tradicionais como o Espírito Santo e Minas Gerais, ela está avançando consistentemente para outros estados, como Bahia e Ceará (MONTANI, 2018).

O Brasil é o maior fornecedor mundial de rochas para os EUA e um dos grandes fornecedores para a China. Como o histórico da participação brasileira nesse mercado tem sido significativo, os EUA são considerados o principal destino para produtos comerciais produzidos no Brasil, incluindo rochas processadas semiacabadas, tais como chapas, e principalmente produtos acabados, como lajotas, tampos de pia, bancadas e produtos personalizados de tamanho específico (ABIROCHAS, 2018).

O ciclo de processamento até chegar ao produto acabado começa com a extração da matéria-prima em blocos, que pode ser usada como produto final ou como material para transformação. Nesse segundo caso, a transformação confere valor agregado e pode resultar em três tipos de produtos: Chapa Serrada (semiacabada), Ladrilhos e Obras por Medida (produtos finais). Esses produtos podem passar por uma transformação secundária na fase de acabamento, como polimento, bujardamento e flamejamento, para adquirir características finais (ANTUNES DA SILVA, 2014).

O processo de transformação da rocha em chapas serradas envolve o uso de lâminas de aço combinadas com água. As chapas são então retiradas, lavadas e estocadas até entrarem novamente na linha de produção. Caso haja risco de ruptura, as chapas são teladas e depois submetidas a um processo de aplainamento, secagem e resinagem. O polimento é realizado para produzir uma superfície lisa e brilhosa, mais impermeável do que a face natural da rocha. Ao final, as chapas são classificadas em primeira ou segunda qualidade e despachadas aos clientes (NICO et al., 2018).



Os principais problemas identificados no processo de produção de chapas de rocha incluem a falta de pontes rolantes, falhas nos processos de telagem e resinagem, chapas empenadas, com os índices de retrabalho no polimento, falta de controle dos processos produtivos e operacionais, tempo excessivo de carregamento de container, carência de treinamento e ausência de programação e controle da produção, juntamente com os problemas relacionados aos custos incluem falhas na produção, armazenamento e distribuição, com alto número de retrabalho indicando falta de treinamento (NICO et al., 2018).

Essas perdas são fatores que influenciam a competitividade no setor de rochas ornamentais, pois impactam no custo final do produto. De acordo com Associação Brasileira de Rochas Ornamentais (ABIRROCHAS, 2018) diversos vetores influenciam a dinâmica competitiva do setor de rochas ornamentais, como vetor tecnológico, ambiental, de mão de obra, logístico dentre outros. O desempenho produtivo, a falta de padronização do produto e a não conformidade são os fatores mais críticos para o vetor tecnológico, assim como a falta de qualificação interna e externa e a indisponibilidade de mão de obra qualificada influenciam negativamente o vetor mão de obra, podendo acarretar a não conformidade dos produtos com os padrões técnicos internacionais e a perda da competitividade das empresas do setor, sendo necessário estudos sobre ferramentas que auxiliem na identificação das falhas que impedem as empresas serem mais competitivas (ABIRROCHAS, 2018).

2.2. Relatório A3

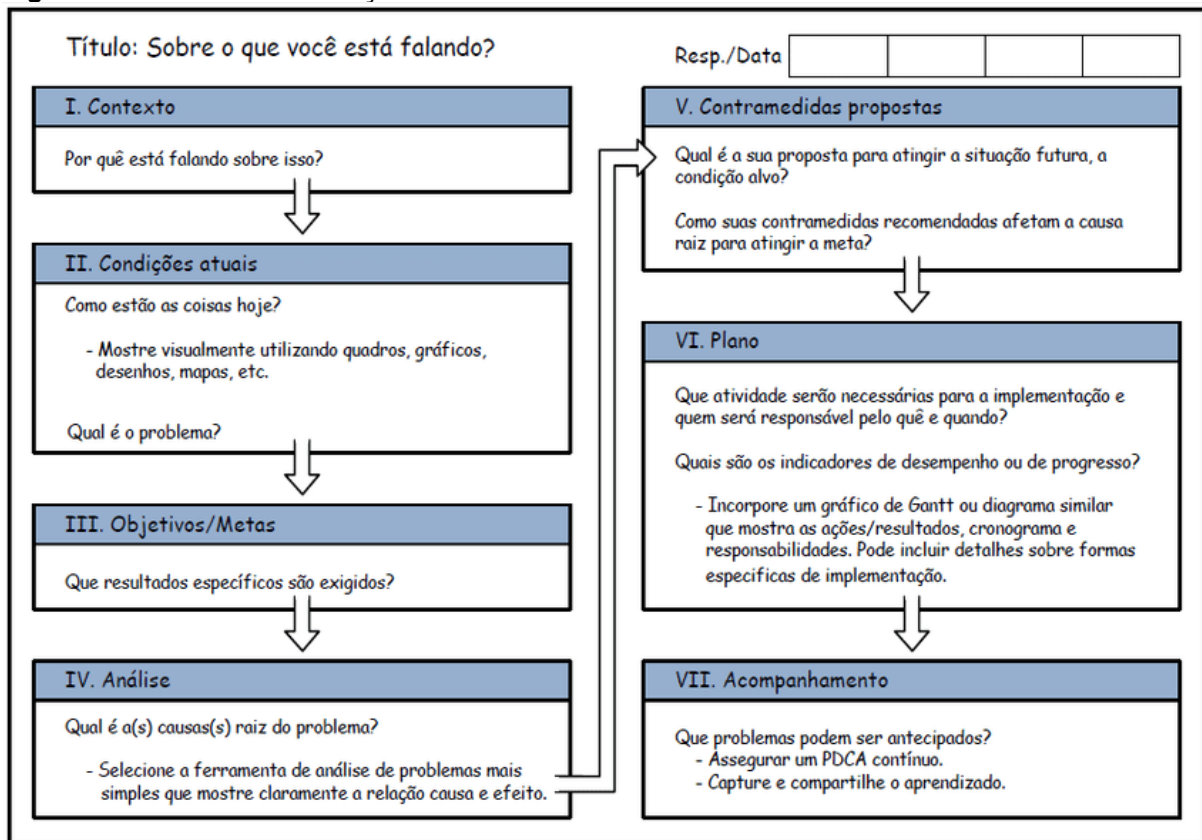
O relatório A3 é um método que surgiu na Toyota para resumir atividades do círculo kaizen. Existem basicamente quatro tipos de A3, são eles: o A3 de planejamento hoshin que é usado para resumir os hoshins do departamento da empresa, o A3 de solução de problemas utilizado para resumir problemas e contramedidas, o A3 de propostas para apresentar novas idéias e o A3 da situação atual, que resume a situação atual de um hoshin, um problema ou uma preocupação (DENNIS, 2009).

Além disso, essa abordagem A3 permite exibir informações críticas e essenciais sobre um determinado problema ou conjunto de problemas, que devem ser percebidos em um curto período de tempo e delineados em papel A3, apresentando diferentes estruturas na literatura científica, mas todas baseadas no Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) que significa planejar, fazer, verificar e agir. (PEREIRA et al., 2019).

Os blocos de construção A3 podem ser categorizados em: identificação do problema, condição atual, metas/indicadores, análise, contramedidas propostas, plano de implementação e acompanhamento, conforme apresentado na Figura 1 (SHOOK, 2009).



Figura 1 - Blocos de construção de um relatório A3



Fonte: SHOOK (2009).

Assim, o relatório A3 deve iniciar com um título e um contexto bastante descritivo indicando o problema que está sendo abordado. O segundo bloco, condição atual, talvez seja a seção mais importante do relatório, deve-se apresentar um diagrama que mostra como o sistema que produziu o problema funciona atualmente. O relatório deve ter objetivos e metas bem definidos, indicando quais os resultados específicos desejam-se alcançar. Na análise da causa raiz, torna-se essencial aprofundar a compreensão da situação atual de forma a entender os sintomas do problema que se pretende resolver. Após compreender profundamente e identificar as causas raízes dos problemas, o solucionador de problemas passa a considerar as contramedidas para melhorar o sistema, ou seja, a condição alvo. Para visualizar a condição alvo, deve-se desenhar um diagrama do sistema na condição futura com as contramedidas implementadas, de forma organizada e clara para os leitores do relatório. O plano de implementação descreve as etapas que devem ser realizadas para realizar a condição de destino. O autor deve listar as etapas, quando elas precisam ser executadas e quem é o responsável pela ação. Por fim, o plano de acompanhamento indica como e quando o desempenho do novo sistema será medido



e deve incluir uma previsão realista e quantificada de como o sistema irá melhorar (SOBEK; JIMMERSON, 2004).

Durante o desenvolvimento do A3, diversas ferramentas que fazem parte do pensamento Lean podem ser usadas. Na fase de análise da causa raiz do problema é utilizado um método chamado “5 porquês”. Este método é usado no Sistema Toyota de Produção para encontrar a verdadeira fonte de um problema, que muitas vezes é ofuscado por motivos óbvios. A análise dos 5 porquês é uma ferramenta de resolução de problemas (SANTOS FILHO; SIMÃO, 2022).

Na fase chamada "propor contramedidas", utiliza-se a ferramenta 5W2H como auxílio na elaboração do plano de ação. Esta ferramenta foi criada por profissionais da indústria automobilística japonesa para auxiliar a implantação do PDCA (SILVA et al., 2013). O 5W2H consiste em responder 5 perguntas básicas em inglês: *What?* (O quê?); *Why?* (Por que?); *Where?* (Onde?); *When?* (Quando?) e *Who?* (Por quem?), já o 2H representam *How?* (Como?) e *How much?* (Quanto?). Esta ferramenta pode ser representada através de uma planilha que é utilizada para levantar ações que serão executadas para cumprir os processos de qualidade (SILVEIRA; MARTELLI; OLIVEIRA, 2016).

No entanto, o A3 não é tanto um formato de documento padrão, mas uma maneira de pensar. Assim, os elementos construtivos de um relatório A3 podem ser adaptados às necessidades e condições de cada empresa (RINI, 2021). Em geral, o A3 se aplica a todos os níveis de organização tendo como base o PDCA para desenvolver estratégias em quatro etapas que incluem definição de objetivos, identificação do problema com o uso do diagrama de Ishikawa, priorização das causas possíveis através do diagrama de Pareto sendo possível desenvolver planos de ação de forma a visualizá-lo no relatório A3 (DENNIS, 2009).

2.3 Trabalhos correlatos da aplicação da metodologia A3

No Quadro 1 são apresentados trabalhos correlatos que abordam a aplicação da metodologia A3 na melhoria de processos em diferentes áreas como em saúde no ambiente hospitalar, gerenciamento de projetos, processos de engenharia e em linhas de produção industrial.



Quadro 1 - Trabalhos da utilização da metodologia A3 em diferentes áreas.

Artigo	Área	Resumo
Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Healthcare	Saúde	O artigo trata da aplicação do Sistema Toyota de Produção (TPS) na melhoria das operações hospitalares, reduzindo desperdícios, aumentando eficiência e qualidade do produto. Um projeto piloto na Intermountain Healthcare mostrou que essas ferramentas podem ser aplicadas com sucesso, reduzindo tempo perdido e resolvendo problemas críticos (JIMMERSON; WEBER; SOBEK, 2005).
Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method: A case study	Saúde	O estudo utilizou ferramentas Lean, como Mapeamento do Fluxo de Valor e ferramentas de resolução de problemas A3, para identificar problemas e propor soluções para melhorar o processo clínico relacionado ao sistema de informação de cuidados críticos (YUSOF; KHODAMBASHI; MOKHTAR, 2012).
Patient safety in the operating theatre: How A3 thinking can help reduce door movement	Saúde	O estudo investigou como uma intervenção Lean A3 poderia reduzir o movimento da porta durante cirurgias em um centro médico na Holanda. A intervenção consistiu em um relatório A3 que promoveu a resolução estruturada de problemas baseado em um ciclo PDCA. (<i>Plan-Do-Check-Act</i>) (SIMONS et al., 2014).
Quality improvement through lean A3 method for foot traffic in operating room	Saúde	O estudo abordou o problema de tráfego de pedestres e abertura de portas em salas de cirurgia, que pode causar infecções e distrações. A utilização do método A3 como ferramenta de gestão enxuta foi eficaz na mitigação desse problema, resultando em uma redução significativa no tráfego de pedestres e no número de aberturas de portas durante as operações (SHAHROUDI; AARABI, 2021).
Toyota's A3 reports for improving 6-S activities: An aeronautical industry case study	Indústria e gerenciamento de projetos	O artigo defende a importância da implementação dos princípios 6-S, incluindo a segurança, para atividades de melhoria e apresenta o relatório A3 como uma ferramenta útil para implementá-los. Um estudo de caso em uma indústria aeronáutica é apresentado para ilustrar como os relatórios A3 podem ser aplicados na melhoria dos processos 6-S (GNANAGURU et al., 2011).
Applying SMED methodology in cork stoppers production	Indústria e linhas de produção	O projeto aplicou a metodologia SMED na produção de cortiça para melhorar a eficiência e a qualidade do processo de produção de um equipamento específico. A técnica resultou em uma redução de 43% no tempo total de troca de ferramentas, com o acompanhamento do desenvolvimento por meio do modelo A3 e do cálculo do indicador OEE (SOUSA et al., 2018).
Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line	Indústria e linhas de produção	O texto apresenta um estudo de caso que utiliza a metodologia Lean e a ferramenta A3 para identificar desperdícios e otimizar processos produtivos. As soluções implementadas resultaram em aumento na produtividade, redução do tempo de ciclo e melhoria na eficiência da linha de montagem. A padronização da metodologia A3 torna possível sua aplicação em outros projetos de melhoria contínua em diferentes indústrias (PEREIRA et al., 2019).

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Na área da saúde, o método A3 vem sendo empregado em diversos estudos de melhorias de processos e na segurança do ambiente hospitalar. O artigo "Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Healthcare" apresentou resultados significativos como redução de 50% nos erros de medicação e de 30% nos erros de cirurgia (JIMMERSON; WEBER; SOBEK, 2005).

O artigo "Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method: A case study", descreve como a aplicação do Método A3 permitiu avaliar e melhorar o processo clínico em um sistema de informação de cuidados críticos. Os resultados mostram que os relatórios A3 podem ser usados como ferramentas para identificar desperdícios e integrar as etapas do processo de forma mais eficiente. (YUSOF; KHODAMBASHI; MOKHTAR, 2012).

Em "Patient safety in the operating theatre: How A3 thinking can help reduce door movement" os autores destacam a importância da aplicação do pensamento A3 na segurança do paciente no ambiente cirúrgico, especialmente na redução de movimentos de portas. Os resultados apontam uma diminuição sustentável dos movimentos da porta em 78% durante a cirurgia ortopédica em uma sala de cirurgia, demonstrando a relevância e possibilidade de redução do movimento da porta por métodos de gerenciamento enxuto e intervenções A3 em particular. (SIMONS et al., 2014).

Na mesma linha o artigo "Quality improvement through lean A3 method for foot traffic in operating room", destaca como a aplicação do Método A3 resultou em melhorias na qualidade, com a redução de 46% do tráfego de pessoas no ambiente cirúrgico. Além disso, o estudo destaca o incentivo à colaboração entre os membros da equipe de saúde como um dos efeitos positivos do processo A3. Esses resultados são promissores e tem implicações significativas na segurança do paciente e na qualidade dos cuidados em salas de cirurgia (SHAHROUDI; AARABI, 2021).

Nas áreas de indústria, engenharia e produção, o artigo "Toyota's A3 reports for improving 6-S activities: An aeronautical industry case study" apresenta uma análise de como o Método A3 e seus relatórios A3 são usados para melhorar as atividades 6-S na indústria aeronáutica. Os autores destacam que o relatório A3 tem um papel fundamental na solução de problemas e na melhoria contínua dos processos na indústria (GNANAGURU et al., 2011).

Além disso, o artigo "Applying SMED methodology in cork stoppers production" mostra como o Método A3 pode ser aplicado junto com outras ferramentas lean para melhorar a produção de rolhas de cortiça. Os autores destacam que através da utilização da metodologia SMED e do Relatório A3, é possível reduzir o tempo de troca de ferramentas e aumentar a eficiência da linha de produção. Os autores destacam



ainda que as ferramentas enxutas podem ser poderosas para obter retornos sólidos sem grandes investimentos. (SOUSA et al., 2018).

Por fim o artigo "Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line" mostra como o Método A3 pode ser aplicado para melhorar a eficiência da linha de montagem. De acordo com os autores, foi possível aumentar a eficiência da linha em torno de 15% e a produtividade em 21%. Os autores destacam ainda que o Método A3 pode ser utilizado para identificar problemas e encontrar soluções de melhoria para o processo de montagem (PEREIRA et al., 2019). Outros estudos também têm apresentado resultados positivos da aplicação da metodologia A3 e do pensamento Lean em setores como construção, gestão de cadeia de suprimentos e gestão de documentos. Esses resultados sugerem que a metodologia A3 é uma ferramenta versátil e eficaz para resolver problemas e melhorar processos em diferentes áreas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A subseção 3.1 é fornece uma visão geral sobre o método de revisão sistemática de literatura utilizado neste artigo. A seção 3.2 apresenta a metodologia de pesquisa ação utilizada neste artigo para identificação de perdas com aplicação do método A3 em uma indústria do setor de rochas de ornamentais.

3.1 Revisão sistemática de literatura

A revisão sistemática de literatura é amplamente utilizada para avaliar o progresso da ciência em diferentes áreas de estudo, tornando-se ainda mais predominante com o surgimento de diversos métodos e protocolos de revisão sistemática ao longo dos anos. Neste artigo utilizou-se o *Methodi Ordinatio 2.0* proposto por Pagani et al. (2022), que é uma evolução do *Methodi Ordinatio* com o uso de duas ferramentas, FINDER e Rankin, para classificar automaticamente o portfólio de artigos.

O *Methodi Ordinatio* foi proposto por Pagani et al. (2015, 2017), baseado no modelo Cochrane Collaboration, considerado a base para todos os outros modelos de revisão sistemática. O modelo Cochrane enfatiza a área da saúde e as revisões são realizadas por um grupo de revisores. O *Methodi Ordinatio*, por outro lado, não se restringe a uma área específica e possui uma ferramenta de decisão multicritério que permite selecionar artigos com base em três variáveis: fator de impacto, número de citações e ano de publicação, resultando no índice *InOrdinatio* que indica a relevância científica de um estudo. Isso facilita a seleção dos estudos mais importantes para a revisão, sem comprometer a qualidade científica (CORSI et al., 2020).



3.2 Identificação de perdas com aplicação do método A3

Este estudo adotou uma abordagem de pesquisa qualitativa, devido à especificidade da metodologia A3. A análise qualitativa busca descrever a complexidade do comportamento humano e compreender os hábitos, atitudes e tendências (LAKATOS E MARCONI, 2009). A abordagem quantitativa foi utilizada para garantir a precisão dos resultados e evitar distorções na análise e interpretação dos dados, proporcionando uma margem de segurança nas inferências (RICHARDSON, 1999).

Em relação aos fins, a pesquisa teve caráter intervencionista, com o objetivo de interferir, alterar e mudar a realidade estudada. Quanto aos meios, utilizou-se a metodologia de pesquisa-ação, que exige o envolvimento ativo do pesquisador na resolução do problema (VERGARA, 2010).

A unidade de análise da pesquisa foram os processos de desdobramento e beneficiamento de rochas ornamentais, enquanto a unidade de observação incluiu as atividades relacionadas aos processos necessários para a finalização dos materiais e diálogos com os gestores da área.

Inicialmente, a solicitação dos dados foi feita ao gestor de processos para utilizar os registros da empresa. Depois, foi realizada uma análise das perdas existentes e em uma reunião, foi feita uma apresentação aos gestores para melhor entendimento das ocorrências.

Foi elaborado o fluxograma que consta na Figura 2, em conjunto com os líderes de cada centro de trabalho, a fim de garantir que todas as partes envolvidas no processo de entrega de materiais estivessem alinhadas e pudessem contribuir com sugestões e observações relevantes. Para isso, foram realizadas reuniões com cada líder de turma para discutir os processos envolvidos, com a finalidade de identificar possíveis pontos de melhoria e reduzir as perdas de materiais na empresa, foi necessário conhecer e esboçar os processos envolvidos e propor um fluxograma dos mesmos. O fluxograma permite identificar, organizar e divulgar de maneira clara cada etapa dos processos, gerar a visualização de maneira fácil sobre as etapas a serem percorridas até a entrega do produto acabado (BRITTO, 2016).

A partir disso, o integrante da equipe de planejamento e controle de produção da empresa em estudo, recebeu a responsabilidade de avaliar as ocorrências futuras e registrar para tomada de decisões rápidas e assertivas utilizando a ferramenta 5W2H, que é um método utilizado para definir como a ficha técnica de perda deve ser preenchida e posteriormente, como um plano de ação pode ser adotado com base no entendimento melhor da ocorrência (TOLEDO et al., 2017).



Em conjunto com o 5W2H foi utilizado a ferramenta 5 porquês para obter informações mais detalhadas da ocorrência que gerou a perda da chapa, para isso foi necessário ir ao gemba para investigar juntos aos atores envolvidos na ocorrência (operador, líder ou ajudante), os motivos que acarretaram o problema.

Os indicadores de perdas desenvolvidos, foram realizados com aprovação do coordenador industrial, para representar as perdas mais significativas da indústria, além da criação de um esboço com as ferramentas de qualidade, como diagrama de Pareto, o diagrama Ishikawa para identificar os problemas existentes.

As causas principais das falhas que geravam a perda destes materiais, foram classificadas por meio do diagrama de causa e efeito, apresentado na Figura 4, este diagrama dividido em 6 M's, possibilita ter uma análise mais abrangente de sub causas que norteiam uma causa principal que no meio industrial está em evidência e, gera um efeito indesejável no meio produtivo, sendo este efeito a perda de materiais, esses 6 M's são divididos em: matéria prima, máquinas, medição, meio ambiente, mão de obra e metodologia (BRITTO, 2016).

Foi proposto um relatório A3, com um recorte até a etapa de "Análise das causas e confirmação das causas raiz", que é referente à etapa Planejar, do ciclo PDCA. Esta pesquisa teve como abordagem principal a identificação de perdas, portanto as etapas de verificar, executar e agir, não foram tratadas neste momento e poderão ser abordados em trabalhos futuros.

4. RESULTADOS

Os resultados abordam a identificação dos problemas mais comuns nos centros de trabalho responsáveis pelo desdobramento e beneficiamento de rochas ornamentais. Tal pesquisa foi desenvolvida com apoio dos gestores das áreas de produção, pessoas e processos, no desenvolvimento e leitura dos pontos de alta criticidade que norteiam identificação das falhas de forma mais robusta os autores desta linha de pesquisa do qual um era membro da equipe de planejamento e controle de produção.

Na Tabela 1, temos as perdas e o volume de produção mensalmente, o percentual de perda não varia de acordo com o nível de produção sendo este um problema a ser analisado com maior cautela e investigar a real causa em estudos futuros.



Tabela 1 - Perdas mensais por quebra em relação a produção do mesmo período.

Mês	Quebra (m ²)	Acabado (m ²)	% Real
Janeiro	258,70	24.959,11	1,04%
Fevereiro	336,38	32.081,04	1,05%
Março	69,52	21.985,50	0,32%
Abril	122,46	23.255,51	0,53%
Mai	122,02	39.280,04	0,31%
Junho	46,12	40.590,43	0,11%
Julho	204,07	38.406,25	0,53%
Agosto	96,11	39.065,30	0,25%
Setembro	91,37	36.045,31	0,25%
Outubro	63,15	25.963,26	0,24%
Novembro	187,71	29.459,42	0,64%
Dezembro	41,95	10.642,10	0,39%
Total	1.639,56	361.733,27	0,45%

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O resultado aponta que o percentual de perdas de produção em 2022 foi de cerca de 0,45%, totalizando 1639,56 m² de perdas devido a quebras acumuladas durante o ano. Os meses de janeiro e fevereiro tiveram as maiores taxas de perdas, correspondendo a 15,77% e 20,49% do total de chapas quebradas no ano, respectivamente. Analisando a perda real mensal, que é relação entre a quantidade perdida e a quantidade produzida (acabada) de material no mês, janeiro e fevereiro também tiveram as maiores perdas, com 1,04% e 1,05%, respectivamente, sendo os meses mais ineficientes do período. Em contrapartida, o mês de junho foi o mais eficiente, com a maior produção do ano (40590,43 m² de material acabado) e apenas 0,11% de perda real, correspondendo a 2,81% das perdas acumuladas no ano. Já o mês de dezembro apresentou a menor contribuição para o total de perdas no ano (2,56%), até menor do que a de junho, mas houve pouca produção, influenciando negativamente a eficiência do mês, que fechou com a taxa de perda real em 0,39%.

Segundo dados da empresa em estudo, os meses de janeiro e fevereiro são os meses com temperaturas mais elevadas do ano. Como resultado, as máquinas sofrem variações de temperatura e superaquecimento, e as peças podem sofrer dilatações, ficando mais sensíveis durante a manipulação ou transporte. Além disso, há a existência de fornos e microondas na linha de resinagem que elevam muito a temperatura do ambiente, ocasionando fadiga nos trabalhadores durante a operação.

Neste setor de resinagem, há operações manuais para retoques em peças que ainda necessitam de resina. No entanto, o ambiente quente atrapalha a dosagem da mistura de resina e endurecente, dificultando a padronização do produto. Isso pode resultar na colagem de uma peça na outra. Segundo aborda Nico et al. (2018, p.45) “a falta de padronização na especificação de matéria-prima é outro item que necessita

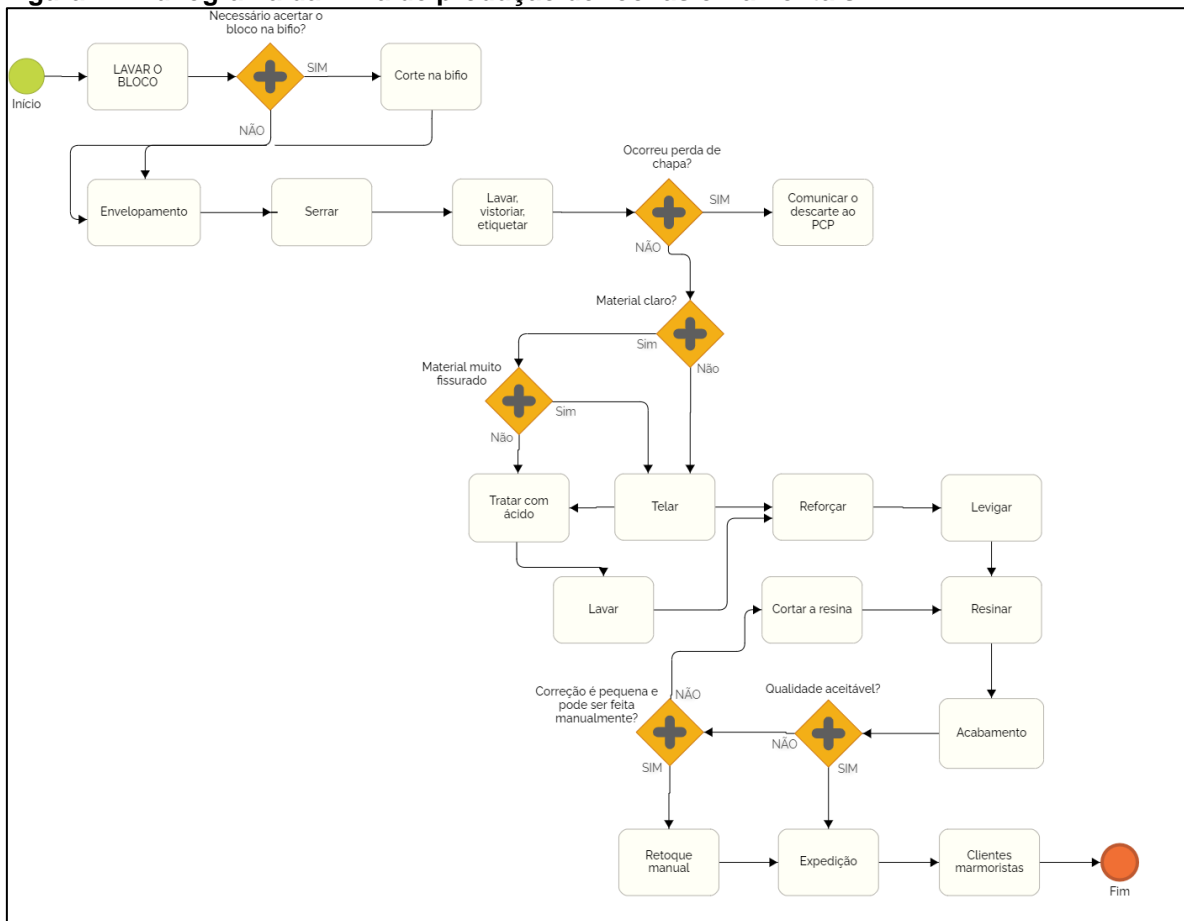


de atenção, como por exemplo, a resina que afeta diretamente a qualidade do produto final”. Portanto, a alta temperatura do ambiente é um fator que está diretamente relacionada ao alto índice de perdas observadas em janeiro e fevereiro.

A identificação das falhas durante o processo produtivo é um passo importante para tomar as decisões mais assertivas para resolução de qualquer problema nos processos, mas para que isso ocorra da melhor forma deve ser estruturado qual melhor meio para chegar à causa principal do problema existente. Na Figura 2, é apresentado o fluxograma de operação da empresa em estudo.

Observa-se que o fluxograma das etapas de produção de rochas ornamentais é extenso, com processos específicos para diversas tomadas de decisão. Fatores como posição do bloco no equipamento de corte, tipo do material, fissura na peça, qualidade de polimento, podem gerar retrabalhos e perdas durante a operação.

Figura 2 - Fluxograma da linha de produção de rochas ornamentais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

No fluxograma da Figura 2 é possível ver os esforços que são exercidos para que seja possível entregar os materiais em forma de produtos acabados, sendo de



suma importância o conhecimento do fluxo de trabalho por todos os envolvidos de forma que fiquem engajados em reduzir o número de falhas que resultam em perdas de materiais.

Após chegada do bloco é necessário verificar a necessidade do esquadrejamento, que é deixar os ângulos do bloco em 90°, este processo é realizado na máquina denominada bifio (possui 2 fios para corte), para que o bloco possa estar perfeito para início do processo de serrada e diminuir a necessidade de correção posterior, então após serrado as chapas são destinadas para processos específicos, pois depende de cada material, mas o aplainamento, telagem e resinagem faz parte do processo de todos os materiais.

Após a definição do fluxograma, foi utilizada a ferramenta 5W2H, apresentada no Quadro 2, com o preenchimento de uma ocorrência registrada durante a produção. Note que essa ocorrência ocorreu por erro operacional, o operador não acompanhou o descarregamento da chapa sobre o carrinho e acionou o robô ao estado de repouso, o robô ainda estava com a chapa presa pois as ventosas que seguram a chapa ainda estavam pressurizadas, ao retornar com o robô a chapa veio junto e neste momento ocorreu a depressurização e a queda da chapa ocasionando a quebra. A acurácia em responder a todas as perguntas do 5W2H é que se pode concluir um plano de ação sólido. Antes de implantar o plano de ação, é essencial compreender o que deve ser alcançado e quais medidas de controle serão usadas para verificação de resultados (TOLEDO et al., 2017).

Quadro 2 - 5W2H como definição dos responsáveis por preencher a ficha técnica de perda

O que? (What?)	Por quê? (Why?)	Quando? (When?)	Onde? (Where?)	Como? (How?)	Quem? (Who?)	Quanto? (How?)
Descrição do problema	Descrição detalhada da ocorrência	O momento da ocorrência da perda com dia e horário	O local onde a perda foi presenciada	Descrição da falha que ocasionou a perda de material	envolvido diretamente com a perda	Número de chapas quebradas
Perda por quebra de chapa	Falta de acompanhamento do descarregamento da chapa	Saída da linha de resinagem	Linha de resina 132	Robô é acionado pelo colaborador para realizar o movimento para descarregar a chapa sobre o carrinho, mas as ventosas ainda permaneceram com pressão, quando o colaborador acionou o retorno do robô ao estado de repouso, a chapa voltou junto gerando a queda após perda de pressão.	João (operador responsável pelo robô de saída da linha)	1 chapa quebrada

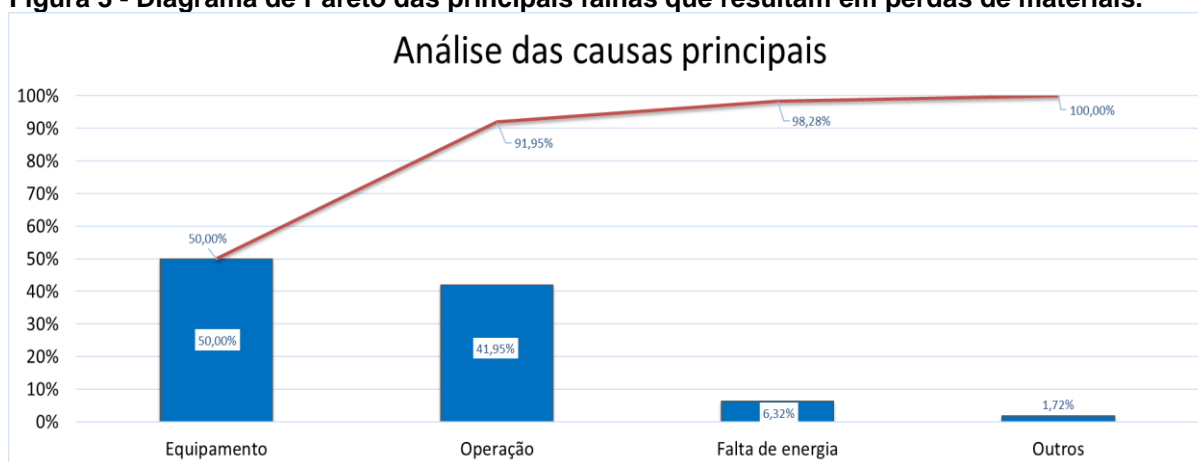
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Para uma identificação eficaz de falhas, a presença no gembu para iniciar a investigação é fundamental, essa investigação é realizada após ocorrência da perda e com os envolvidos diretamente (operadores e líder do setor), utilizando uma ferramenta muito eficaz chamada de 5 por quês. Essa ferramenta permite ter uma identificação focada no problema em questão e entender melhor a ocorrência para revelar a causa raiz. Não existe um esboço para as perguntas sobre a falha pois cada caso é uma situação específica, as perguntas sempre norteiam sobre o ocorrido até revelar a causa principal.

Após consolidar que os motivos estão coerentes com a ocorrência existente, é possível fazer análises e obter respostas assertivas, identificando as causas principais que levam às perdas desses materiais. Para isso, foi realizado um levantamento com base nos relatórios de perdas, que permitiu identificar as falhas mais frequentes que resultaram na perda desses materiais, conforme apresentado na Figura 3. Os motivos das perdas na ficha técnica foram analisados caso a caso para definir as causas presentes sem duplicidade, possibilitando a separação coesa das ocorrências por meio de outra ferramenta, o Diagrama de Pareto, que possibilita compreender de maneira mais clara as causas que resultaram no problema com maior recorrência.

Figura 3 - Diagrama de Pareto das principais falhas que resultam em perdas de materiais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 3, pode-se observar quais problemas devem ser priorizados e concentrados para resolver as falhas que mais resultam no problema em estudo. No caso em questão, a análise mostrou que 50% das perdas existentes são provenientes de falhas nos equipamentos, enquanto 41,95% das perdas estão relacionadas à operação, 6,32% à falta de energia e 1,72% a outros fatores.

Essas informações são úteis para identificar onde ações de melhoria devem ser concentradas para reduzir as perdas de materiais. Com base no diagrama de Pareto, pode-se priorizar as ações de melhoria para as falhas mais frequentes, como



as relacionadas aos equipamentos e à operação, que juntas representam mais de 90% das perdas. Isso pode ajudar a aumentar a eficiência e a produtividade do processo, reduzindo custos e aumentando a satisfação dos clientes.

As causas principais das falhas que resultam em perda dos materiais na empresa em estudo, foram classificadas por meio do diagrama de causa e efeito, dividido em 6 M's: medida, método, mão de obra, máquina, meio ambiente e materiais. O diagrama de Ishikawa proposto é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa com as principais causas que resultam em perdas de materiais.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Os envolvidos nos processos produtivos e o responsável pela avaliação de perdas, classificaram as causas que mais impactavam nas perdas de materiais nas linhas de produção, com o grande número de falhas, posteriormente no desenvolvimento de um plano de ação ferramentas como matriz GUT pode ser utilizada para classificar melhor quais ações devem ser executadas.

Para o primeiro M – medida, os parâmetros divulgados não devem ser adotados em todos os materiais. Neste ponto há uma comunicação insuficiente, os dados precisam ser mais precisos. Para o segundo M – método, há problemas como um único operador para robôs de entrada e saída, operadores com desvio de função exercendo a atividade sem dominá-la por completo, programação de produção sem informação sobre os aspectos físicos da chapa. Para o terceiro M – mão de obra (pessoas), não há acompanhamento adequado dos materiais que entram e saem da linha de produção, também há funcionários sem treinamento exercendo funções, falta mão de obra qualificada. Para o quarto M – máquinas, há variações no modo de trabalho do equipamento ao longo de determinado procedimento, erros de leitura da máquina sobre medidas das peças e trajeto a percorrer e a falta de manutenção



preventiva. Para o quinto M – meio ambiente, o local de trabalho é insalubre, com pouca visibilidade e causa fadigas e falta de atenção no colaborador, como também tem o fator externo que são os problemas recorrentes de falta de energia por parte da concessionária. Por fim, o sexto M – materiais, há problemas com materiais já fissurados que entram na linha, sendo peças mais sensíveis que demandam mais atenção, há problemas também com desgastes de equipamentos como jogo de fio diamantado, que causam marcas e variações de espessura na chapa.

Com os problemas identificados nos 6 Ms, o levantamento dos dados também demonstrou que as perdas por falta de energia iniciaram com maior frequência no mês de julho de 2022, coincidindo com a implementação do novo layout de fábrica e a introdução de novos maquinários. Desde então, houve várias ocorrências de oscilação de energia e quedas, exigindo visitas frequentes da concessionária de energia para melhorar a qualidade da energia fornecida.

As falhas operacionais também foram uma grande fonte de perda, muitas vezes decorrentes de falta de atenção dos colaboradores ou da execução de atividades por pessoas sem a devida habilitação ou treinamento. Quaisquer erros, no manuseio do robô, por menor que sejam, pode gerar grandes perdas e horas de máquina parada para correção de falhas de sensores, mas por outro lado mesmo problemas terem suas classificações como erros operacionais, vale ressaltar que operadores tem que controlar robotes de entradas e saída das linhas por vezes sozinhos, lidam com ambientes insalubres (calor, ruídos e sujeiras), mudanças na função sem treinamento prévio por alguém qualificado na execução.

O ambiente de trabalho identificado como um problema, com falta de visibilidade e condições insalubres, o que pode levar à fadiga e falta de atenção dos colaboradores. Além das equipes de apoio e supervisão por vezes não ser efetivo na informação para a equipe operacional sobre condições dos materiais que os colaboradores estão prestes a trabalhar.

Os problemas relacionados aos equipamentos foram a maior fonte de perda identificada, principalmente devido à falta de limpeza e manutenção preventiva, além de falhas de sensores ou mau funcionamento geral. A falta de execução de zeramentos dos centros de trabalho antes do início do expediente para identificar possíveis erros de sensores também foi identificada como um problema, além da falta de limpeza da indústria em geral, ficando um grande acúmulo de sujeiras.

A Figura 5 mostra como ficou a elaboração do relatório A3 para a identificação das perdas de materiais sendo uma base importante para o desenvolvimento de planos de ação para redução das quebras.



Figura 5 - Fases iniciais do Relatório A3 para identificação de perdas no processo de beneficiamento de rochas.

Relatório A3											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Título/Tema: Redução de perdas de materiais</td> <td style="width: 20%;">Data: 31/12/2022</td> <td style="width: 20%;">Autor:</td> </tr> </table>		Título/Tema: Redução de perdas de materiais	Data: 31/12/2022	Autor:							
Título/Tema: Redução de perdas de materiais	Data: 31/12/2022	Autor:									
PLANEJAR	1. Histórico e importância A empresa em estudo tem algumas ocorrências de perdas de materiais, mas a mesma não tem uma maneira eficiente de identificar como essas perdas ocorrem impedindo uma análise de causa assertiva para resolução das ocorrências de perdas. O número de perdas existentes apesar de baixo em relação as entregas de materiais acabados, mostra que a empresa ainda não soube como lidar com o problema existente que gera desperdício com custos sobre os processos e impossibilita sua comercialização.										
	2. Condição inicial e definição do problema As análises das perdas de materiais levam entorno de 2 semanas para serem realizadas, esse delay impossibilita a precisão do reconhecimento do problema e consequentemente sua resolução. O mesmo problema teve outras ocorrência em um curto período de tempo, se houvesse identificação e contra medidas o problema poderia ser sanado. No ano de 2022 o levantamento feito de perda de materiais foi de 1.639,56 M ³ e a produção foi de 361.733,27 M ³ essa perda representa 0,45% em relação ao total entregue pela produção. Como pode ser visualizado no gráfico ao lado, neste ano de 2022 as perdas de materiais tem proporções maiores em falhas nos equipamentos totalizando 50% e em erros operacionais 42% baseado no total das perdas. As demais falhas apesar de pequenas ainda devemos ter certo cuidado. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table border="1" style="margin: 5px auto; font-size: small;"> <caption>Distribuição das Perdas de Materiais em 2022</caption> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> <tr> <td>Equipamento</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Operação</td> <td>42%</td> </tr> <tr> <td>Falta de Energia</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Outros</td> <td>4%</td> </tr> </table> </div>	Categoria	Porcentagem	Equipamento	50%	Operação	42%	Falta de Energia	2%	Outros	4%
	Categoria	Porcentagem									
	Equipamento	50%									
	Operação	42%									
	Falta de Energia	2%									
	Outros	4%									
	3. Ações de contenção <ul style="list-style-type: none"> - Mudança na forma como é realizado a identificação de perdas de materiais brutos e acabados, aplicando ferramentas da qualidade para identificar as ocorrências existentes; - Definir os limites de perda aceitável no período baseado na meta de entrega por centro de trabalho. 										
	4. Meta e objetivos <ul style="list-style-type: none"> - Reduzir o número de perda de materiais por quebra durante os processos produtivos; - Melhorar a comunicação entre os setores; - Desenvolver a capacidade de observação e instigar a inovação e criatividade dos profissionais. 										
5. Identificação de causas potenciais <ul style="list-style-type: none"> - Parâmetros divulgados não devem ser adotados em todos os materiais; - Em alguns centros de trabalho é um operador para operar os robôs de entrada e saída; - Mudanças na equipe e colaborador exercendo funções que não é acostumado; - Programação de produção de produção não chega informando sobre aspectos físicos da chapa; - Falta acompanhamento dos materiais que entram ou saem da linha de produção; - Falta de treinamento dos colaboradores para operar os robôs das linhas de produção; - Sensores com poeira e falta de manutenção preventiva; - Erros de leitura das medidas do material e trajeto a percorrer; - Variações do modo de trabalho do equipamento ao longo de determinado procedimento; - Operador com pouca visibilidade em locais que ocorrem as movimentação dos materiais; - Operadores lidam com calor, ruídos e poeiras; - Má qualidade no fornecimento de energia da concessionária; - Chapas que entram na linha com alto nível de dificuldade (fissuradas, trincadas); - Jogo de fio da serrada causa marcas e variações na espessura da chapa. 											
6. Análise das causas e confirmação das causas raiz <ul style="list-style-type: none"> - Parâmetros divulgados não devem ser adotados em todos os materiais; - Em alguns centros de trabalho é um operador para operar os robôs de entrada e saída; - Mudanças na equipe e colaborador exercendo funções que não é acostumado; - Programação de produção de produção não chega informando sobre aspectos físicos da chapa; - Falta acompanhamento dos materiais que entram ou saem da linha de produção; - Falta de treinamento dos colaboradores para operar os robôs das linhas de produção; - Sensores com poeira e falta de manutenção preventiva; - Erros de leitura das medidas do material e trajeto a percorrer; - Variações do modo de trabalho do equipamento ao longo de determinado procedimento; - Operador com pouca visibilidade em locais que ocorrem as movimentação dos materiais; - Operadores lidam com calor, ruídos e poeiras; - Chapas que entram na linha com alto nível de dificuldade (fissuradas, trincadas). <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 30%;">Causa raiz:</td> <td>Falta de manutenção preventiva/limpeza nos centros de trabalho.</td> </tr> </table>	Causa raiz:	Falta de manutenção preventiva/limpeza nos centros de trabalho.									
Causa raiz:	Falta de manutenção preventiva/limpeza nos centros de trabalho.										
7. Condição alvo 											
8. Plano de implementação e acompanhamento 											
9. Ações de follow-up 											
EXECUTAR	VERIFICAR										
CORRIGIR											

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Com base nessas informações, a Figura 5 apresenta a etapa inicial do relatório A3 proposto como resultado desta pesquisa. O relatório A3 é um importante aliado nesse processo de melhoria contínua. Através da utilização desse relatório, é possível identificar os pontos-chaves que precisam ser aprimorados para atingir os objetivos da empresa e implementar um processo de melhoria contínua. Portanto, a empresa pode se beneficiar significativamente ao utilizar o relatório A3 para identificar problemas e implementar melhorias, visando sempre a maximização da eficiência e qualidade dos processos.

5. Conclusões

O Método A3 pode ser uma ferramenta eficaz na indústria de rochas ornamentais para resolver problemas e melhorar processos, conforme evidenciado por estudos em diversas áreas. Por meio da aplicação do Método A3 e seus relatórios, é possível identificar oportunidades de melhoria, avaliar processos e encontrar soluções rápidas e eficientes para problemas na produção. Os estudos sobre rochas ornamentais também destacam a importância da modernização e otimização dos processos produtivos na indústria. Portanto, a aplicação do Método A3 pode ser uma abordagem poderosa para melhorar os processos produtivos na indústria de rochas ornamentais e aumentar a competitividade das empresas nesse setor, melhorando os processos e reduzindo perdas.

Diante dos problemas, foi possível identificar que as causas raízes estão relacionadas a falta de manutenção de equipamentos, falta de limpeza no ambiente de trabalho, falta de treinamento de mão de obra e trabalho em ambientes insalubres, podendo ocasionar falta de atenção com o cuidado com peça resultando em retrabalho ou perda.

Algumas medidas são necessárias para corrigir as falhas e melhorar o desempenho da empresa. No entanto, antes de implementar essas medidas, é preciso lidar com as perdas por falta de energia que têm ocorrido com maior frequência desde a implementação do novo layout da fábrica. Para isso, é importante buscar soluções em conjunto com a concessionária de energia para garantir que a qualidade da energia que chega até a indústria seja suficiente para o funcionamento adequado dos equipamentos.

Além disso, é importante fornecer treinamento adequado, aprimorar a comunicação, ter uma programação de produção mais específica e assertiva, garantir a presença de mão de obra qualificada, acompanhar o manuseio de materiais e realizar manutenção preventiva dos equipamentos. Ao implementar essas medidas, a empresa poderá reduzir as perdas e aumentar a eficiência em sua produção. O relatório A3 é um importante aliado nesse processo de melhoria contínua.



Este estudo foi limitado a identificação de perdas, uma vez que a aplicação das ações de melhoria requer um esforço maior da equipe e exige investimentos a serem feitos pela empresa. Fica como sugestão de trabalho futuro, as fases de execução, verificação e padronização do A3. Ressalta-se ainda que há poucos estudos sobre pensamento Lean e a aplicação do método A3 no setor de rochas ornamentais, visto que é uma ferramenta versátil e altamente eficaz para resolver problemas e melhorar processos em diferentes áreas.

REFERÊNCIAS

ANTUNES DA SILVA, A. M. Instituto Superior de Gestão Tecnologias e práticas lean thinking Fábricas de Rochas Ornamentais. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (ABIROCHAS). Histórico Brasileiro No Mercado Internacional. p. 1–6, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (ABIROCHAS). **PERFIL DAS ATIVIDADES DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO BRASIL**. 2021. Disponível em: <<https://abirochas.com.br/balancos/>>. Acesso em: 30 ago. 2022.

BRITTO, E. **Qualidade Total**. São Paulo: Cengage, 2016.

CORSI, A. et al. Technology transfer for sustainable development: Social impacts depicted and some other answers to a few questions. **Journal of Cleaner Production**, v. 245, 2020.

DA SILVA, A.; ALMEIDA, I. Towards INDUSTRY 4.0 | a case STUDY in ornamental stone sector. **Resources Policy**, v. 67, 2020.

DA SILVA, A.; DIONÍSIO, A.; COELHO, L. Flexible-lean processes optimization: A case study in stone sector. **Results in Engineering**, v. 6, p. 100129, 2020.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009.

GNANAGURU, R. et al. Toyota's A3 reports for improving 6-S activities: An aeronautical industry case study. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 10, n. 2, p. 239–254, 2011.

JIMMERSON, C.; WEBER, D.; SOBEK, D. K. Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Healthcare. **The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety**, v. 31, n. 5, p. 249–257, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2009.



MONTANI, C. Dossiê Brasil 2018 - XXIX Relatório mármore e rochas no mundo 2018. **Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais**, p. 46, 2018.

NICO, W. A. et al. Programa de melhoria baseado na metodologia lean seis sigma: uma proposta em um processo produtivo de chapas de granito. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 4, n. 1 SE-ENGENHARIA DA QUALIDADE, p. 31–49, 26 abr. 2018.

PAGANI, R. N. et al. **Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting Flinder and Rankln**. [s.l.] Springer Netherlands, 2022.

PEREIRA, J. et al. Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line. **Procedia Manufacturing**, v. 38, n. 2019, p. 745–754, 2019.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

RINI, S. Implementation of lean thinking through A3 report in plastic injection company. **International Journal of Industrial Optimization**, v. 2, n. 1, p. 63, 2021.

SANTOS FILHO, G. M.; SIMÃO, L. E. A3 methodology: going beyond process improvement. **Revista de Gestao**, 2022.

SHAHROUDI, P.; AARABI, A. Quality improvement through lean A3 method for foot traffic in operating room. **Perioperative Care and Operating Room Management**, v. 23, p. 100155, 1 jun. 2021.

SHEKOV, V. A. International stone industry: Current situation and development trends. **Gornyi Zhurnal**, n. 3, p. 5–10, 2019.

SHOOK, J. Toyota's Secret: The A3 Report. **MIT Sloan: Management Review**, v. 50 n° 04, n. 50408, p. 30, 2009.

SILVA, A. et al. Gestão da qualidade: aplicação da ferramenta 5w2h como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. **3° semana Internacional de Engenharias da Fahor**, p. 10, 2013.

SILVEIRA, H. E. DA; MARTELLI, R.; OLIVEIRA, V. V. DE. A implantação da ferramenta 5w2h como auxiliar no controle da gestão da empresa agropecuária São José. **Reasp**, v. 3, n. 2, p. 68–80, 2016.

SIMONS, F. E. et al. Patient safety in the operating theatre: How A3 thinking can help reduce door movement. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 26, n. 4, p. 366–371, 2014.

SOBEK, D. K.; JIMMERSON, C. A3 reports: Tool for process improvement. **IIE Annual Conference and Exhibition 2004**, v. m, p. 1047–1052, 2004.



Pós-graduação em
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
com ênfase em tecnologias da decisão

SOUSA, E. et al. Applying SMED methodology in cork stoppers production. **Procedia Manufacturing**, v. 17, p. 611–622, 2018.

TOLEDO, J. C. de et al. **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: Ltc, 2017.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 12. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

YUSOF, M. M.; KHODAMBASHI, S.; MOKHTAR, A. M. Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method: A case study. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 12, n. 1, 2012.



APÊNDICE A - RANKING INORDINATIO DO PORTFÓLIO DE ARTIGOS DO EIXO 1 SOBRE RELATÓRIO A3

Tabela 3 - Ranking InOrdinatio do portfólio de artigos do eixo 1, sobre Relatório A3.

Ranking	Article	InOrdinatio
1	Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Healthcare	274,74
2	Applying SMED methodology in cork stoppers production	158,74
3	Use of A3-method by engineering students in industry projects	134,68
4	Lean Methodology in Health Care	127,36
5	Learning cycles and focus groups: A complementary approach to the A3 thinking methodology	108,04
6	Evaluation of the clinical process in a critical care information system using the Lean method: A case study	77,39
7	Directed peer review in surgical pathology	77,02
8	Patient safety in the operating theatre: How A3 thinking can help reduce door movement	62,47
9	Problem-solving process design in production: Current progress and action required	55,74
10	Using Toyota's A3 Thinking for Analyzing MBA Business Cases	48,03
11	Lean Analysis of an Intra-operating Management Process-identifying Opportunities for Improvement in Health Information Systems	45,47
12	Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line	41,05
13	Backlogs are a dynamic system, not a warehousing problem	37,70
14	Need Finding for the Development of a Conceptual, Engineering- Driven Framework for Improved Product Documentation	35,16
15	Effectivity of Learning Factories to convey problem solving competencies	34,04
16	On Knowledge-based Development: How Documentation Practice Represents a Strategy for Closing Tolerance Engineering Loops	32,92
17	A3 methodology: going beyond process improvement	30,00
18	Quality improvement through lean A3 method for foot traffic in operating room	20,68
19	A3 Process: A Pragmatic Problem-Solving Technique for Process Improvement in Health Care	19,21
20	A3 Method as a Powerful Tool for Searching and Implementing Green Innovations in an Industrial Company Transport	15,09
21	Toyota's A3 reports for improving 6-S activities: An aeronautical industry case study	13,69
22	Order From Chaos: An Initiative to Improve Opioid Prescribing in Rheumatology Using Lean A3	8,55
23	Solve problems quickly and sustainably - successful use of the a3 method to reduce problems in the manufacturing process	1,42
24	Good problem solutions needs good leadership	-0,32
25	Learning Supply Chain Management by PBL with A3 Report Support	-2,84
26	Applying lean production A3 to enhance construction work flow	-8,84
27	The ABCs of A3 Reports	-15,79

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



APÊNDICE B - RANKING INORDINATIO DO PORTFÓLIO DE ARTIGOS DO EIXO 2 SOBRE ROCHAS ORNAMENTAIS

Tabela 6 - Ranking InOrdinatio do portfólio de artigos do eixo 2, sobre Rochas Ornamentais.

Ranking	Article	InOrdinatio
1	Towards INDUSTRY 4.0 a case STUDY in ornamental stone sector	120,03509
2	Flexible-lean processes optimization: A case study in stone sector	73,035088
3	Programa de melhoria baseado na metodologia Lean Seis Sigma: uma proposta em um processo produtivo de chapas de granito	-3,2631579
4	International stone industry: Current situation and development trends	-3,9473684

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Tabela 3 - Ranking InOrdinatio do portfólio de artigos do eixo 1, sobre Relatório A3.

Ranking	Article	InOrdinatio
1	Reducing Waste and Errors: Piloting Lean Principles at Intermountain Healthcare	274,74
2	Applying SMED methodology in cork stoppers production	158,74
3	Use of A3-method by engineering students in industry projects	134,68
4	Lean Methodology in Health Care	127,36

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CAR - COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**



FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC Nº 14 / 2023 - CAR-CCEP (11.02.19.01.08.03.10)

Nº do Protocolo: 23152.001430/2023-13

Cariacica-ES, 26 de maio de 2023.

**EDER DE AGUIAR NATALI
EDVANDERSON DA SILVA CAMPO**

**IDENTIFICAÇÃO DE PERDAS DE MATERIAIS NO SEGMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS
ATRAVÉS DE UM RECORTE DAS FASES INICIAIS DO MÉTODO A3**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Produção com Ênfase em Tecnologias de Decisão do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Engenharia de Produção com Ênfase em Tecnologias de Decisão.

Aprovado em 08 de Março de 2023
COMISSÃO EXAMINADORA

D.sc. Paulo Roberto Avancini

Instituto Federal Do Espírito Santo

Orientador

Daniela da Gama e Silva Volpe Moreira de Moraes

D.sc.

Instituto Federal Do Espírito Santo

Erivelto Fioresi de Sousa

D.sc.

Instituto Federal Do Espírito Santo

(Assinado digitalmente em 26/05/2023 15:30)

**DANIELA DA GAMA E SILVA VOLPE
MOREIRA DE MORAES**
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAR-DPPGE (11.02.19.08)
Matricula: 2076028

(Assinado digitalmente em 29/05/2023 07:48)

ERIVELTO FIORESI DE SOUSA
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAR-CPQ (11.02.19.01.07.01)
Matricula: 1579284

(Assinado digitalmente em 06/06/2023 22:45)

PAULO ROBERTO AVANCINI
PROFESSOR DO ENSINO BASICO TECNICO E TECNOLOGICO
CAR-CCEP (11.02.19.01.08.03.10)
Matricula: 1816199

Visualize o documento original em <https://sipac.ifes.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **14**, ano: **2023**, tipo: **FOLHA DE APROVAÇÃO-TCC**, data de emissão: **26/05/2023** e o código de verificação: **27928e160b**