

# PLANEJAMENTO, CONTROLE E GESTÃO NA SUBSTITUIÇÃO DA AREIA PELO PÓ DE BRITA NA COMPACTAÇÃO DO SOLO

Abel Martins, Luana Vieira de Oliveira, Tiago dos Santos Faria<sup>1</sup>,  
Rogério Gonçalves Sarmento Junior, Brunna Oliveira Guimaraes e Isadora Potiguara Gotardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos do curso de Engenharia de Produção

<sup>2</sup>Msc. Engenharia Civil – Professor Multivix.

## Resumo

A gestão eficaz na construção civil é essencial para o sucesso de qualquer projeto, requerendo um planejamento, controle e execução precisos para assegurar economia e segurança ao cliente. Diante do desafio de alinhar o planejado ao realizado, a pesquisa adota uma metodologia descritiva, combinando revisão bibliográfica com estudo de campo em uma obra de médio porte em Serra-ES. O objetivo central é discernir as vantagens e desvantagens na gestão da substituição desses materiais, considerando a eficiência de custo e a qualidade final do serviço. O estudo de campo focaliza a eficácia do pó de brita utilizado para o aterro do serviço de piso, uma estratégia adotada para simplificar o trabalho e reduzir a dependência de equipamentos especializados para compactação. A discussão do estudo ilumina a importância do cenário econômico nas decisões de material, onde a busca pela redução de custos e o incremento da produtividade são primordiais. A seleção cuidadosa dos materiais e equipamentos emerge como crucial para a execução eficiente e segura da compactação do solo. A pesquisa identifica que a escolha entre areia e pó de brita pode variar significativamente em termos de custo, influenciada pelo tipo de equipamento e mão de obra utilizada, assim como pelo processo de aquisição e transporte. Nas considerações finais, ressalta-se que a substituição da areia pelo pó de brita é viável sob condições específicas e pode agilizar a produtividade em determinados serviços. A escolha do material mais adequado passa por uma análise minuciosa do custo-benefício e uma avaliação das condições econômicas e locais da obra.

Palavras-Chave: Planejamento. Pó de Brita. Produção. Solo.

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão eficaz de obras demanda habilidades em planejamento, controle e execução, fundamentais para garantir economia e segurança ao cliente. Correa *et al.* (2018), destacam que a falta de planejamento e controle resulta em diversos problemas, tanto administrativos quanto de execução, gerando lacunas entre o planejado e o realizado.

A falta de informação e análise de dados pode causar desperdício significativo de materiais, comprometendo o andamento da obra. Castro (2015) ressalta que muitas vezes os construtores minimizam as perdas, resultando em prejuízos financeiros. Por exemplo, a substituição da areia pelo pó de brita na compactação do solo pode gerar dúvidas quanto à viabilidade econômica e produtividade.

O PCP para materiais de construção deve ser considerado durante a fase de viabilidade, ponderando os prós e contras para tomar a melhor decisão possível. O tema deste estudo está relacionado à observação de campo realizada em uma obra de escritório de engenharia de médio porte em Serra-ES. Durante a obra, será analisada a eficácia do material pó de brita para o aterro do serviço de piso dos ambientes, uma decisão tomada para simplificação do trabalho (CORREA *et al.*,2018).

O objetivo deste estudo é analisar a gestão da substituição de materiais (pó de brita e areia) na compactação do solo, identificando vantagens e desvantagens. A metodologia adotada é descritiva, utilizando pesquisa bibliográfica e estudo de campo para analisar fatores como tempo de execução, custo e controle de qualidade (BYTNIEWSKI *et al.*,2020).

Na abordagem social, destaca-se a importância do cenário econômico na escolha de materiais, onde o comprador busca economia e lucro. O engenheiro desempenha um papel crucial ao indicar o melhor produto para cada serviço, buscando melhorar o orçamento e aumentar a produtividade na execução da obra (ARAÚJO *et al.*,2017).

O PCP desempenha um papel fundamental ao organizar e guiar o processo construtivo de um empreendimento, promovendo segurança e confiança entre os envolvidos na obra. Araújo *et al.*(2017), destacam a importância do planejamento na gestão da obra, proporcionando um conhecimento abrangente do projeto e garantindo eficiência e economia nos processos. O planejamento dos materiais desempenha um papel crucial no início do projeto, influenciando diretamente o sucesso da obra

O projeto passa por diversos estágios até chegar à fase de execução na obra. A fase de concepção e viabilidade, seguida pelo detalhamento do projeto e do planejamento, são cruciais para a escolha adequada dos materiais, mão de obra e contratação de empresas terceirizadas. Durante esse estágio, é essencial considerar a disponibilidade de materiais, preços acessíveis e métodos de entrega ao estudar a viabilidade do projeto (WOJTKOWIAK;LIK,2020).

A análise de projetos desempenha um papel fundamental na interação entre o projeto e a mão de obra, considerando fatores sociais, econômicos e ambientais de forma sustentável.(CORREA *et al.*,2018).

A gestão dos serviços, por sua vez, é essencial para evitar problemas comuns nas obras, como falta de inspeção e comunicação entre a equipe e a parte administrativa (SANTOS; BASTOS, 2019).

A gestão eficaz envolve o diálogo entre os responsáveis pelo serviço, desde o engenheiro ou gestor da obra até os fornecedores de materiais, para coordenar a compra, transporte e utilização dos materiais (CORREA *et al.*,2018).

A execução da compactação do solo depende tanto da qualidade da mão de obra quanto dos equipamentos utilizados. A escolha entre compactadores manuais e mecanizados deve ser feita com base nas necessidades específicas da obra. Além disso, a seleção dos materiais, como areia e pó de brita, é crucial para garantir a eficiência e segurança do serviço. O controle da produtividade e dos custos é essencial para garantir o sucesso do projeto, levando em consideração fatores como equipamentos utilizados, materiais e mão de obra especializada. Em última análise, uma gestão eficiente desde o planejamento até a execução é essencial para o êxito de uma obra na construção civil (CORREA *et al.*,2018).

A gestão eficaz de obras na construção civil demanda habilidades em planejamento, controle e execução para garantir economia e segurança ao cliente. A falta de planejamento e controle pode resultar em diversos problemas, tanto administrativos quanto de execução, gerando lacunas entre o planejado e o realizado. A substituição da areia pelo pó de brita na compactação do solo, uma decisão que pode suscitar dúvidas quanto à viabilidade econômica e produtividade (WOJTKOWIAK;LIK,2020).A problemática pertinente é:Como o planejamento, controle e gestão influenciam na substituição da areia pelo pó de brita na compactação do solo em obras de construção civil?

O objetivo geral é analisar os aspectos relacionados ao planejamento e controle da produção em diferentes contextos, com foco especial no uso do pó de brita. Os objetivos específicos são: Investigar os métodos e técnicas utilizados no planejamento e controle da produção em geral; avaliar as especificidades do planejamento e controle da produção em obras de construção civil; examinar os desafios e oportunidades associados ao uso do pó de brita no contexto do planejamento e controle da produção em obras e identificar estratégias eficazes para otimizar a utilização do pó de brita no processo de planejamento e controle da produção em obras.

## 2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

O controle e planejamento da produção (PCP) é um processo que visa otimizar a eficiência na alocação de recursos como mão de obra, matérias-primas e equipamentos. Surgiu inicialmente como uma resposta a problemas específicos na linha de produção, evoluindo para uma abordagem sistêmica que busca garantir eficácia e eficiência na coordenação dos recursos envolvidos (ARAÚJO *et al.*, 2017).

O planejamento da produção é essencial para garantir que a capacidade produtiva da empresa não seja excedida, buscando equilibrar máquinas, matéria-prima e mão de obra. O PCP alinha as demandas do mercado com os recursos operacionais disponíveis em todos os níveis estratégicos, táticos e operacionais (WOJTKOWIAK; LIK, 2020).

O PCP desempenha um papel crucial ao traduzir as estratégias da administração em planos concretos, enquanto o controle monitora e corrige o desempenho para garantir a execução eficaz dos planos da empresa. O PCP é fundamental para otimizar a produção em curto, médio e longo prazo, concentrando-se em alinhar recursos com a demanda e implementando sistemas e estratégias para alcançar resultados eficazes e evitar equívocos nas decisões empresariais (BASSANI *et al.*, 2023).

Com prazos de entrega mais curtos e custos crescentes, a fabricação sob encomenda e a gestão de variantes complexas se tornam desafios evidentes e dispendiosos. O PCP, essencial no sistema ERP para empresas modernas, permite eficiência, coordenação e utilização de dados para impulsionar melhorias (WOJTKOWIAK; LIK, 2020).

A área de PCP é fundamental para as empresas, proporcionando vantagens competitivas em flexibilidade, custo, desempenho e qualidade. O objetivo deste artigo é apresentar o papel do PCP e como ele contribui para o sucesso das indústrias (OCAMPO *et al.*, 2020).

Os PCPs são essenciais para garantir que uma empresa atenda às demandas de produção de forma eficiente. Eles operam em diferentes níveis hierárquicos, com planos de alto nível definindo o contexto para os planos detalhados. O Programa Mestre de Produção é frequentemente o ponto de partida operacional para o planejamento da produção, derivando as necessidades de materiais, peças, máquinas e mão de obra (WOJTKOWIAK; LIK, 2020).

Existem diversos sistemas de controle de produção, que evoluíram a partir das necessidades da indústria e da influência dos principais produtores de software. Esses sistemas podem ser classificados como produção sob encomenda ou produção para estoque, com o objetivo de atender às demandas dos clientes ou manter níveis de estoque predefinidos (BASSANI *et al.*,2023).

Os sistemas PCP nas empresas geralmente evoluem ao longo do tempo, passando por estágios de desenvolvimento para lidar com desafios como aceitação de pedidos, recursos sobrecarregados e incertezas nos prazos de entrega. Embora os procedimentos e sistemas de computador introduzidos possam ajudar a melhorar a eficiência, eles frequentemente não conseguem atender completamente às necessidades das empresas ou dos usuários, resultando em sistemas PPC complexos e em constante evolução (ARAÚJO *et al.*,2017).

O PCP coordenam eficientemente a alocação de recursos, incluindo mão de obra, matéria-prima e máquinas, para atender às demandas de produção dentro dos prazos estabelecidos. Enquanto o planejamento determina o que, quando e quanto produzir, o controle monitora e ajusta o desempenho do sistema produtivo (ARAÚJO *et al.*,2017).

Estas estratégias visam otimizar recursos, garantir um cronograma eficaz, manter níveis ideais de estoque e aumentar a produtividade, resultando em maior satisfação do cliente. O planejamento e controle da produção são fundamentais para garantir a eficiência e o funcionamento suave das operações de manufatura, minimizando desperdícios e garantindo o máximo aproveitamento dos recursos disponíveis (OCAMPO *et al.*,2020).

A implantação de sistemas de planejamento e controle da produção impacta toda a empresa, eliminando gargalos, reduzindo gastos e aumentando os lucros. O planejamento da produção também influencia áreas como gestão da qualidade e recursos humanos, garantindo a satisfação do cliente e a eficiência operacional (PINHEIRO *et al.*,2016).

O PCP é uma ferramenta que visa identificar e corrigir falhas no processo produtivo, contribuindo para a melhoria contínua da empresa. A implantação do PCP tornou-se crucial para atender às demandas dos clientes, garantindo uma produção eficiente e econômica. O PCP coordena os recursos da empresa para maximizar a produtividade e manter a eficiência do processo (ARAÚJO *et al.*,2017).

Existem abordagens centralizadas e descentralizadas para o planejamento da produção, cada uma adequada a diferentes contextos organizacionais. A precisão das informações é fundamental para o sucesso do PCP, e sistemas como o *Master Production Scheduling* (MPS) ajudam na programação eficaz da produção (BASSANI *et al.*,2023).

Os softwares avançados de planejamento e programação desempenham um papel fundamental na operação das empresas, proporcionando agilidade na atualização de prioridades e planos de estoque. A integração desses sistemas com o ERP/MRP preenche lacunas e otimiza as programações de produção (TEIXEIRA JR, 2009).

Maximizar a eficiência da produção envolve equilibrar a capacidade dos recursos, sincronizar o fornecimento com a demanda e tomar decisões com base em dados precisos. A implementação de um sistema de planejamento avançado leva as operações de manufatura a um novo patamar de eficiência (GODINHO FILHO FILHO *et al.*,2020).

O PCP está intrinsecamente ligado aos objetivos da organização, buscando alcançar um equilíbrio entre critérios competitivos como qualidade, custo, flexibilidade e entrega. A avaliação do desempenho do processo leva em consideração esses critérios, que podem ser desdobrados em aspectos como conformidade com as especificações, flexibilidade, custo e entrega. A escolha entre esses aspectos muitas vezes envolve um trade-off entre eles (WOJTKOWIAK;LIK,2020).

## **2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM OBRAS**

O PCP é uma ferramenta estratégica utilizada para gerenciar as atividades de produção, garantindo que os bens e serviços atendam à demanda do mercado de forma eficaz. Ele integra funções de planejamento, programação e controle das atividades da empresa, coordenando e aplicando os recursos produtivos para atender aos planos estabelecidos em diferentes níveis estratégicos, táticos e operacionais (SILVA *et al.*,2018).

As origens do PCP remontam às teorias da administração clássica e moderna, com contribuições como a noção de tempo padrão de Taylor e a ideia de produção em massa de Henry Ford. Ele desempenha um papel crucial na organização e sincronização do processo produtivo, assegurando que todos os recursos estejam produzindo os itens corretos no momento certo (ARAÚJO *et al.*,2017).

O planejamento da produção estabelece as diretrizes de longo e médio prazos, enquanto a programação da produção foca no curto prazo. O controle da produção, por sua vez, garante a execução adequada do que foi planejado e programado, corrigindo eventuais falhas durante o processo (CORREA *et al.*,2018).

Os PCPs são fundamentais na construção civil, desde a viabilidade do projeto até sua execução. A análise de viabilidade é crucial para escolher os materiais e definir o escopo do projeto. A interação com o projeto auxilia na organização das etapas do serviço, considerando fatores sociais, econômicos e ambientais (OCAMPO *et al.*,2020).

No contexto dos materiais, é essencial dimensionar a mão de obra e gerenciar o estoque para evitar perdas. A falta de gestão pode causar problemas na obra, destacando a importância do diálogo entre os responsáveis pelo serviço e os fornecedores de materiais (BASSANI *et al.*,2023).

A gestão eficaz envolve o sequenciamento dos processos e a minimização de erros, considerando todos os aspectos que agregam valor ao serviço. O planejamento e controle da produção são fundamentais para garantir a eficiência e a conformidade com os cronogramas durante a produção. O pré-planejamento envolve a análise dos '9Ms' para selecionar materiais, métodos e instalações adequados. Quanto mais detalhado e preciso for o planejamento, maior será a eficiência da planta (SILVA *et al.*,2018).

A etapa de controle é realizada por meio de despacho, fiscalização e diligenciamento, garantindo ações corretivas e fornecendo feedback. Sistemas de comunicação eficazes são essenciais para um controle eficiente. O tipo de produção determina a configuração do departamento de planejamento e controle da produção (GONTIJO,2019).

A previsão de demanda e a determinação das opções de produção são passos essenciais. Escolher a opção que utiliza os recursos de forma mais eficaz e monitorar constantemente o plano são práticas importantes para garantir o sucesso do processo de produção (GODINHO FILHO FILHO *et al.*,2020).

O aumento na demanda por insumos, tanto para o mercado interno quanto externo, destaca a importância do planejamento, programação e controle da produção. Essas práticas visam identificar e resolver possíveis gargalos na produção, buscando otimizar a produtividade. O PCP, alinhado a esse conceito, controla recursos para criar bens e serviços, integrando informações para dinamizar a produção (SILVA *et al.*,2018).

A boa administração é crucial para enfrentar desafios e melhorar a eficiência produtiva, destacando a necessidade de um planejamento e controle adequados. O PCP envolve várias decisões para antecipar problemas futuros e garantir uma produção eficaz. A previsão de demanda, utilizando métodos quantitativos e qualitativos, é essencial para orientar as estratégias de produção (CORREA *etal.*,2018).

A capacidade produtiva é definida como a máxima produção possível em um determinado período, influenciada por fatores internos e externos. Planejar essa capacidade é fundamental para alinhar a demanda com o potencial produtivo, identificando gargalos e elaborando um plano de produção com base nas capacidades e demandas (BASSANI *et al.*,2023).

No planejamento de materiais, é essencial reorganizar estoques e compras, estabelecendo controles eficazes para garantir a disponibilidade de matérias-primas necessárias à produção. A programação da produção, integrada a essa metodologia, permite a emissão de ordens de produção para o setor produtivo, priorizando prazos de entrega e sequenciando a fabricação conforme necessário (ARAÚJO *et al.*,2017).

O controle da produção desempenha um papel fundamental, desdobrando o planejamento estratégico em ações concretas, como a definição de o que, quando e como produzir, complementado por métodos de regulação. Implementar controles produtivos permite mapear causas de paradas na produção, facilitando a implementação de ações corretivas para minimizar interrupções (SILVA *et al.*,2018).

Modelos de planejamento, programação e controle de produção têm demonstrado resultados positivos, incluindo a otimização de sistemas, melhoria de prazos de entrega, redução de estoques e perdas, além de melhorias na organização do trabalho. Esses métodos, baseados na capacidade produtiva e demanda, têm mostrado ser eficazes, trazendo benefícios significativos para as empresas que os adotam (CORREA *et al.*,2018).



## **2.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM OBRAS: O USO DO PÓ DE BRITA**

O elemento humano na engenharia desempenha um papel crucial em muitos serviços, representando cerca de 90% deles. A mão de obra é responsável pela maior parte dos custos e pela definição dos prazos. No entanto, no Brasil, há uma carência significativa de profissionais qualificados, o que contrasta com a realidade internacional, onde técnicas mais avançadas são comuns (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Na área da compactação, tanto manual quanto mecanizada, os equipamentos desempenham um papel fundamental. Enquanto o compactador manual é adequado para obras menores devido à sua facilidade de manuseio, o compactador mecanizado é mais produtivo em obras de maior porte (MARTINS *et al.*, 2014).

Quanto aos materiais, tanto a areia quanto o pó de brita desempenham papéis importantes na construção. A areia é essencial e sua heterogeneidade exige um estudo prévio do solo para determinar a melhor utilização dos insumos. Já o pó de brita, cada vez mais utilizado, proporciona custos mais baixos e benefícios na compactação do solo, contribuindo para reduzir o tempo de execução da obra (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Apesar de seu uso ter se consolidado no Brasil após a década de 80, estudos técnicos já evidenciavam suas vantagens técnicas e econômicas, como a grande disponibilidade em jazidas e sua contribuição para a redução dos impactos ambientais associados à extração de areia natural. A substituição da areia natural pelo pó de pedra apresenta benefícios ambientais e econômicos, sendo uma alternativa sustentável e economicamente viável para a indústria da construção civil (BASSANI *et al.*, 2023).

A produtividade é essencial para o sucesso do serviço. Uma melhor utilização dos insumos e equipamentos resulta em maior eficiência e qualidade na execução das tarefas. No que diz respeito aos custos, os serviços relacionados ao solo são os mais significativos na construção. Em pavimentações, por exemplo, o custo pode variar dependendo do tipo de solo utilizado e dos métodos de compactação empregados. A utilização de técnicas mais avançadas, como as dos Estados Unidos, pode gerar custos mais elevados, principalmente devido à necessidade de mão de obra especializada e materiais importados (CORREA *et al.*, 2018).

Além disso, em residências, os custos se equiparam aos dos pavimentos, pois a economia é alcançada ao utilizar materiais próximos à obra, reduzindo os gastos com transporte. Enquanto a areia é amplamente empregada em diversos serviços de engenharia, o pó de brita, proveniente da britagem, pode ser uma opção mais econômica, dependendo da região da obra (MARQUES,2020).

Em estudos mais detalhados sobre termos financeiros e econômicos, o custo da areia é determinado não apenas pelo preço, tipo e marca, mas também por outros serviços dentro do preço de venda. Para entender melhor o material e por questões de conhecimento da produção, esses fatores são considerados pelo gestor com base em análises de aumento ou diminuição do preço final (LARUCCIA,2014).

O preço do pó de brita para a compactação não é estabelecido pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Portanto, o gestor deve realizar uma análise semelhante à da areia e discutir valores com o fornecedor (GONTIJO,2019).

Transporte e equipamentos são elementos importantes a serem considerados em qualquer composição de custo. O transporte rodoviário muitas vezes enfrenta vias precárias e baixo investimento, levando a prejuízos por acidentes e perda de materiais. Quanto aos equipamentos, a escolha depende do orçamento e do tipo de obra, considerando sempre a produtividade, o tempo de execução e a disponibilidade financeira do cliente (ARAÚJO *et al.*,2017).

Para garantir a qualidade, segurança e eficiência na execução dos serviços, o leanconstruction oferece uma abordagem valiosa, reduzindo desperdícios e focando nas atividades que agregam valor. Essa metodologia, baseada na criatividade do gestor, visa aumentar o valor do produto e reduzir os custos de produção, sendo aplicável também na compactação (ARAÚJO *et al.*,2016).

No controle de estoque dentro do canteiro, a gestão se torna desafiadora devido à diversidade de produtos e equipamentos. O *just-in-time* surge como uma alternativa eficaz, permitindo a aquisição dos produtos conforme a necessidade específica do serviço, aumentando a rapidez e o desempenho na produção (CORREA *et al.*,2018).

A busca pela qualidade é um aspecto fundamental em qualquer empreendimento, especialmente na construção civil, onde a gestão de qualidade, exemplificada pela ISO 9000, proporciona segurança e confiança aos envolvidos. O controle de qualidade dos materiais é essencial, exigindo cuidado na verificação de cada insumo conforme as especificações do fornecedor (BASSANI *et al.*,2023).

O pó de pedra, classificado pela norma técnica NBR 7211 (2019), é um subproduto do britamento de rochas, com diâmetro inferior a 4,8 mm. Originário da exploração de jazidas, representa uma parcela significativa da produção de britagem, com usos variados na construção civil, como pavimentação, fabricação de pré-moldados, estabilização de solos e argamassas (ARAÚJO *et al.*, 2016).

### **3.METODOLOGIA**

Conforme os objetivos, a pesquisa elaborada neste trabalho foi exploratória. A pesquisa de natureza exploratória teve como objetivo primordial a identificação e a delimitação de questões, a determinação de variáveis pertinentes e a formulação de suposições.

Esse tipo de pesquisa foi caracterizado por sua ênfase qualitativa significativa, pois serviu como alicerce para uma investigação mais aprofundada de uma variedade de fenômenos. Um estudo de caso foi baseado em uma narrativa que descreveu um evento contemporâneo em uma instituição, analisando os fenômenos envolvidos. Dados e informações foram coletados para justificar a abordagem adotada, esclarecendo o fenômeno estudado. Isso auxiliou na identificação de problemas de pesquisa e relações com objetivos específicos e gerais. Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da substituição da areia lavada por pó de pedra na confecção de concreto para obras de pequeno porte, bem como investigar possíveis vantagens ambientais e econômicas associadas a essa substituição. A viabilidade foi confirmada, uma vez que foi possível obter concreto com resistência à compressão de 18 Mpa, adequado para obras de pequeno porte sem comprometer a estrutura.

A pesquisa foi realizada na cidade de Serra, localizada na região metropolitana da Grande Vitória, a cerca de 30 km da capital do estado, Vitória. Utilizando uma abordagem de estudo de caso, de natureza exploratória e descritiva, o objetivo foi analisar a qualidade de vida no trabalho dos funcionários de uma empresa do setor civil sediada em Serra, Espírito Santo, com foco em atividades como topografia, drenagem e pavimentação. A revisão de literatura foi uma parte da pesquisa, na qual o autor apresentou aos leitores o contexto de sua pesquisa e/ou sua base teórica. A revisão da literatura sobre o tema de pesquisa foi parte importante e obrigatória de todo trabalho científico.

A revisão da literatura ajudou a trazer o embasamento teórico do estudo, avaliou a elaboração do tema, justificou a escolha da direção do estudo. A revisão da literatura pôde ser incluída na introdução ou tornar-se um capítulo independente do trabalho científico do cientista. A abordagem qualitativa revelou aspectos do fenômeno em estudo como finalidade de sua compreensão do ponto de vista dos participantes, das características do contexto.

Os dados bibliográficos foram coletados na SCIELO, CAPES e Google Acadêmico. Para selecionar os artigos, foram utilizados os seguintes, em português e inglês, palavra-chave: Engenharia. Planejamento. Controle. Produção. Pó de Brita. Foram incluídos artigos científicos que abordaram sobre o objeto de pesquisa publicados em português e inglês, com texto na íntegra, disponíveis e publicados no período de 2014 a 2024. Os critérios de exclusão foram: artigos fora do período temporal, entre 2014 a 2024, em outros idiomas e que não versaram sobre o objeto de pesquisa proposto.

#### **4. RESULTADO E DISCUSSÃO**

No serviço de compactação, temos dois tipos de equipamentos bastante usados: o compactador manual, feito em obra, e o compactador mecanizado, que servem para compactar o solo em uma determinada área. Coelho e Souza (2020) descrevem que o compactador manual movido a gasolina (Figura 1) é bastante utilizado em pequenas obras, onde sua utilização é de fácil manuseio. Já o compactador mecanizado (Figura 2), em obras de grande porte, tem a vantagem de sua produtividade ser bem maior. Tanto o manual quanto o mecanizado possuem certas diferenças tanto na produção quanto no manuseio, e somente com base nas condições que sua obra oferece é possível escolher entre os equipamentos.

Figura 1: Compactador manual



**Fonte:**Acervo dos alunos (2024)

Figura 2: Compactador Mecanizado



**Fonte:**Acervo dos alunos (2024).

A areia , material amplamente utilizado na construção, pode ser encontrada no local da obra ou fornecida por lojas de construção ou empresas do ramo de mineração. Bassanietal (2023), compara os equipamentos utilizados para tipos específicos de areia. Esse material apresenta uma heterogeneidade no solo que permite ao gestor obter conhecimento com base em estudos prévios do solo (ensaio SPT), a fim de determinar os insumos mais adequados para a obra.

A fornecedora do material era uma usina de mineração especializada em brita, localizada em Serra- ES, a 19 km da capital Vitória. A usina produzia três tipos de produtos: brita 0, brita 1 e pó de brita. Seu processo de produção incluía a extração da pedra bruta da jazida com o uso de explosivos, o transporte até o estoque e o processamento no britador, equipado com uma grande para seu funcionamento, onde ocorria o corte e a separação entre os diferentes tipos de brita.

A produtividade na compactação do solo é crucial para o gestor de obras, pois reflete a eficiência da mão de obra e dos equipamentos utilizados. Silva *et al.*(2021), destacam que uma melhor utilização dos insumos resulta em maior produtividade.

Como se vê na obra, o pó de brita (Figura 3) é utilizado como substituto da areia natural em diversas aplicações de construção, como a compactação do solo, devido às suas propriedades de drenagem e à sua estabilidade estrutural.

Figura 3:Pó de brita



**Fonte:**Acervo dos alunos (2024).

Substituir areia por pó de brita na compactação do solo pode ser vantajoso, especialmente se houver uma escassez de areia de qualidade ou questões ambientais relacionadas à extração de areia.

O pó de brita, sendo um material mais angular e com tamanhos de partículas variados, pode oferecer uma compactação mais efetiva em alguns tipos de projetos de construção. No entanto, essa substituição deve ser feita levando em conta as especificações técnicas do projeto e os padrões de engenharia, pois a compactação adequada é crucial para a integridade estrutural e a durabilidade das construções (PEREIRA,2019).

No entanto, os custos associados à compactação do solo variam de acordo com o tipo de equipamento utilizado, o material empregado e a mão de obra especializada, influenciando significativamente no custo total do serviço.

Em pavimentações, por exemplo, o custo pode ser mais elevado devido à utilização de solo proveniente de outras fontes que reforçam o local, enquanto o uso de solo local tende a reduzir os custos.

O preço da areia, um material essencial em diversas obras, varia conforme o tipo, peso e marca, podendo ser adquirida lavada ou ensacada. Por outro lado, o pó de brita, um subproduto da britagem, pode ser uma alternativa mais econômica, dependendo da região da obra e do custo de transporte (OCAMPO *et al.*,2020).

Com base nos preços estabelecidos pela empresa, observa-se que areias ensacadas ou lavadas são geralmente escolhas vantajosas para serviços de concretagem e afins. No entanto, a análise desses sistemas pode ser inválida em determinados contextos, onde a utilização do próprio aterro de areia no local da obra pode ser mais econômica. Em estudos mais detalhados sobre aspectos financeiros e econômicos, o custo da areia não se limita apenas ao preço, tipo e marca, mas também considera outros serviços incluídos no preço de venda. Araújo *et al.*(2016), discutem os lucros associados ao reuso da areia, levando em conta sua granulometria, densidade, custos operacionais e elétricos, além de fatores como inflação. Portanto, para uma compreensão mais aprofundada do material e para fins de decisões de gestão, esses fatores são essenciais e podem influenciar no preço final.

Quanto ao pó de brita, não há um estudo de custo estimado pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Pereira (2019) destaca a inovação proporcionada pelo uso desse material na compactação/aterro, porém, o preço desse material não está disponível em fontes públicas e oficiais. Portanto, o gestor deve realizar uma análise semelhante à da areia e discutir os valores com o fornecedor.

O transporte e os equipamentos também são aspectos importantes a serem considerados no custo total do serviço. Slack *et al.* (2016), aponta que o transporte rodoviário muitas vezes enfrenta problemas de infraestrutura, o que pode resultar em perdas e prejuízos. Além disso, a seleção de equipamentos deve levar em consideração a produtividade, o tempo de execução e a disponibilidade financeira do cliente.

A metodologia LeanConstruction surge como uma abordagem eficaz para garantir serviços de qualidade, segurança e sem desperdícios. Ela enfoca a diminuição de perdas e o aumento do valor agregado ao serviço, sendo aplicável em diferentes contextos da construção civil.

A gestão de estoque também desempenha um papel crucial, especialmente em canteiros de obras com estoques diversificados. Mazuquin (2020) ressalta a importância de controlar o estoque e aprimorar os processos de obtenção e alocação de produtos, enquanto o conceito de Just-in-Time é destacado por Bytniewskietal.(2024), como uma estratégia que visa adquirir produtos conforme a necessidade específica, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência da produção.

Por fim, a gestão da qualidade é essencial em qualquer empreendimento, principalmente na construção civil, onde a ISO 9000 é reconhecida como um padrão de qualidade. A inspeção cuidadosa dos materiais é fundamental para garantir que atendam aos requisitos e padrões estabelecidos (ARAÚJO,2016).

A menção do tema deste trabalho está diretamente relacionada ao estudo de campo realizado em uma obra de escritório de engenharia de médio porte na cidade de Serra-ES. Nessa obra, foi observada a eficácia do material pó de brita para o aterro do serviço de piso dos ambientes. A decisão de utilizar o pó de brita foi tomada em conjunto pelo mestre de obras e o engenheiro responsável, que possuem experiência com o material e reconheceram sua utilidade para reduzir o trabalho de compactação.

A obra teve início em agosto de 2023 e será concluída em Julho de 2024. Durante esse período, foram realizados testes e experimentações no serviço de piso, especialmente em relação à compactação e ao sistema construtivo empregado. A questão central girou em torno da escolha entre areia e pó de brita como solução para o aterro. Um teste foi conduzido para avaliar a eficácia do pó de brita no aterro.



Observou-se que não seria necessário o uso de equipamento específico para a compactação. Assim, para esse serviço, foi necessário apenas nivelar com uma enxada e aplicar água no processo. Em poucos minutos, o solo atingiu um nível perceptível de dureza, permitindo a aplicação do contrapiso (Figura 4).

Figura 4: Nivelamento do aterro feito com a enxada



**Fonte:** Acervo dos alunos (2024).

O carregamento do pó de brita era feito com caminhão truck, levados ao local de descarga, espalhado por uma motoniveladora ou uma retroescavadeira e assim umidificados por caminhão pipa e feito o processo. No início do serviço, o estoque do material era colocado do lado de fora da obra, mas com o passar do tempo foi observado que seria bem mais produtivo colocar em caçambas de tiraentulho, não só o pó de brita, mas também a areia para produção de concreto e argamassa.

No sistema de transporte, surgiu um desconforto devido às características do material; nas primeiras duas cargas, o material era mais granular, com um tamanho relativamente grande, enquanto nas cargas seguintes tornava-se mais poroso, o que dificultava o manuseio pelos colaboradores e gerava uma grande quantidade de poeira fina, prejudicial à saúde.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição da areia pelo pó de brita é viável sob certas condições que envolvam disponibilidade econômica e local. Não se abstendo da areia como fonte de material principal, mas tendo em vista a utilização do pó de brita em certos serviços que agilizam a produtividade como no caso do estudo de campo. A pesquisa de fornecedores e suas formas de compra, transporte e entrega são os fatores a serem analisados com os preços para a avaliação da escolha do material no orçamento, tendo em vista a economia no serviço de compactação.

O estudo explorou a viabilidade da substituição da areia pelo pó de brita no serviço de piso, enfatizando os benefícios tanto em termos de custo quanto de eficácia material. A investigação revelou que, além de ser uma alternativa economicamente vantajosa, o pó de brita proporciona uma compactação eficiente sem a necessidade de equipamentos especiais, reduzindo assim os custos operacionais e de mão de obra.

A análise de custo destacou que a utilização do pó de brita pode diminuir significativamente os gastos em comparação com a areia, especialmente devido à redução nos custos de transporte e na simplificação do processo de compactação. As diferenças regionais nos custos de materiais e técnicas podem influenciar o balanço financeiro de um projeto, mas a adoção de materiais locais como o pó de brita tende a equilibrar essas disparidades, oferecendo uma solução mais sustentável e economicamente atraente.

A aplicação de práticas de leanconstruction e just-in-time na gestão de estoques emerge como uma estratégia eficiente para minimizar desperdícios e otimizar o uso de recursos. A manutenção de altos padrões de qualidade, certificada por normas como ISO 9000, garante que os materiais utilizados atendam às expectativas de durabilidade e desempenho, essenciais para a integridade estrutural dos projetos.

A substituição da areia pelo pó de brita no serviço de piso provou ser uma solução inovadora que não só reduz custos como também promove a sustentabilidade no setor da construção civil. A pesquisa de campo validou a eficácia do pó de brita, indicando que essa alternativa pode ser amplamente adotada para melhorar a eficiência econômica e ambiental dos projetos de construção. Encoraja-se a continuação da pesquisa e a adoção dessas práticas para uma construção mais sustentável e economicamente viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Marcelo Almeida; et. al. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento**, ANO 1. VOL. 10, Pp. 187-196. Novembro de 2016.

ARAÚJO, W. E. L; SANTOS, G. O; SILVA, W, C; **Resíduos sólidos da construção civil: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico**. Universidade de Rio Verde. 16p. 2017.

BASSANI, L. F. M.; MELO, R. de O.; PIRES, R. C. S.; & SANTOS, L. R. dos. (2023). **Análise de Viabilidade da Substituição Parcial da Areia Natural Por Pó de Pedra e as Consequências Desta Aplicação na Resistência do Concreto**. Epitaya E-Books, 1(50), 145-160. Disponível em: <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2023922p145>. Acesso em 12 de Março de 2024.

BYTNIIEWSKI, A. et al. "Rumo à Indústria 4.0: Fundamentos Funcionais e Tecnológicos para Sistemas ERP 4.0." 2020. ISSN 18609503, volume 887. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40417-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40417-8_7). Acesso em 12 de Março de 2024.

CASTRO, L.F.A. **Estudo de traço de concreto permeável de cimento portland**. Dissertação de Graduação. Universidade de Santa Cruz do Sul. 57p. Santa Cruz do Sul, 2015.

CORREA, C. M.; MACHADO, J. G. DE C. F.; BRAGA JUNIOR, S. S. **A conexão entre Greenwashing, a imagem da marca e a desconfiança por parte dos consumidores**. Revista Brasileira de Marketing, São Paulo, v. 17, n. 04, p. 590–602, 2018.

SANTOS, Vanessa dos; BASTOS, Rogério Cid, 2019. Avaliação da Maturidade da Gestão do Conhecimento na Administração Pública. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 9, n. 1, pp. 24-41, 2019.

GODINHO FILHO FILHO, M.; JUNIOR, M. L. J. Planejamento e controle da produção: análise estratégica através de uma abordagem teórica. **Revista TechnoEng-ISSN** 2178-3586, v. 1, 2020

GONTIJO, Marcos Delgado. **Controles ambientais em portos de areias**. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 02, Vol. 03, pp. 137-150. Fevereiro de 2019. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/portos-de-areias>. Acesso em 12 de Março de 2024.

LARUCCIA, M. M. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais** Da Construção Civil. ENIAC Pesquisa, p. 84, 2014.

MARQUES, Carolyn David dos Santos. **Análise da gestão de estoque de matéria prima em uma indústria de sem joias de pequeno porte em Goiânia-GO**. Trabalho de conclusão de curso. Gestão da produção. Curso de Administração. PUC-GO. 2020

MARTINS, J. R. S; MOURA, N. C. B; PELLEGRINO, P. R. M. **Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: Uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas.** 20p. 2014.

PINHEIRO, L. M. et al. **Estruturas de concreto.** Fundamentos do concreto e projeto de edifícios, p. 14, 2016.

TEIXEIRA JR, R. F. Análise das principais funcionalidades de um sistema nacional de planejamento e programação avançados. **Revista INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**, v. 1, n. 2, 2009a.

OCAMPO, J. SEVILLANO, J. DE J. M.; VIZÁN, A; Hernandez-Matias, J. C. "O Impacto das Práticas de Aprimoramento de Processos na Competitividade de Empresas de Confeção." **Revista de Gestão de Tecnologia e Inovação**, 15.1, 2020, 15-26.

SILVA, L. S.; DEMETRIO, JCC; DEMETRIO, FJC. **Concreto Sustentável: Substituição da areia natural por pó de brita para confecção de concreto simples.** Universidade Estadual do Maranhão, UEMA, São Luís-MA, 2015. . Acesso em: [http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva\\_ls\\_et\\_al\\_academic.pdf](http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/5A/1/silva_ls_et_al_academic.pdf) dezembro2020. 12 de Março de 2024.

SILVA, V. G. M. et al. **Controle de estoque: Uma análise sobre a eficácia do gerenciamento de estoque em uma distribuidora atacadista em Divinópolis, MG.** Exploration, Community, and Advancement, Divinópolis-MG, v. 7, n. 5, p. 01–16, 2018.

SLACK, N. BRANDON-JONES, A. JOHNSTON, Tradução: Ailton Bonfim Brandão. **Gestão da Produção.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WOJTKOWIAK, D.; CY LIK, P. Excelência Operacional dentro do Conceito de Desenvolvimento Sustentável - **Revisão Sistemática da Literatura.** Sustentabilidade 2020, 12, 7933.