# Projeto de peneira vibratória para separação de sólidos em atividades de Construção Civil

*Vibratory Sievi Project for Separation of Solid in Civil Construction Activities*

Alexsander Henrique dos Santos [1]
Andreson Batista Montalvao Junior [1]
Amauri Pascuim do Nascimento [1]
Cesar Roberto Menqui [1]
Guilherme Basseto de Castro [1]
Murilo de Mello Reis [1]
Pedro Henrique Leandro[1]
Amadeu Zanon Neto[2]
Fernando Gabriel Eguia Pereira Soares[3]

**RESUMO**

O material deste artigo trata do projeto de uma ferramenta para facilitar no dia a dia dos construtores civil, devido a uma grande demanda de serviços nas construções, onde os construtores encontram dificuldades na entrega das obras, e acidentes com seus funcionários que em algumas situações acabam sendo afastado e assim atrasando a obra. Deste modo, é essencial introduzir essa ferramenta para que possa de uma forma otimizar a demanda e também minimizar as exposições ergonômicas. Com a implementação de uma peneira elétrica, é possível obter grandes vantagens nas construções civis, como ganho de tempo e menor exposição ergonômica para o trabalhador.

**Palavras-Chave:** Construções Civis, Peneira Elétrica, minimizar Ergonomia, Otimizar Tempo.

[1] Acadêmicos do 10º termo do Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba, SP, Brasil. (Peneiraeletrica@outlook.com)
[2]Amadeu Zanon Neto [2]Bacharel em Ciências especializado em computação e Tecnologia Gráfica [2]pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba, Orientador do trabalho e docente nos cursos de Engenharias Centro Universitario Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba, SP, Brasil: (zanon@unisalesiano.com.br)

[3]Fernando Gabriel Eguia Pereira Soares [3]Engenheiro Mecânico [3] pelo Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba, Coorientador do trabalho e docente nos cursos de Engenharias Centro Universitario Católico Salesiano Auxilium de Araçatuba, SP, Brasil. (fernando.eguia@yahoo.com.br)

## ABSTRACT

The material in this article deals with the design of a tool to facilitate the daily lives of civil builders, due to a great demand for services in constructions, where builders encounter difficulties in delivering the works, and accidents with their employees that in some situations end being removed and thus delaying the work. Therefore, it is essential to introduce this tool so that you can optimize demand and also minimize ergonomic exposures. With the implementation of an electric sieve, it is possible to obtain great advantages in civil constructions, such as saving time and less ergonomic exposure for the worker.

**Keyword:** Civil Constructions, Electric Sieve, Minimize Ergonomics, Optimize Time.

## INTRODUÇÃO

Em meio ao cenário de desenvolvimento do país, o ramo da construção civil, passa por um processo de grande ascensão em suas respectivas demandas e, posteriormente agrega uma linha de expansão para os construtores vinculados ao ramo.

A elaboração de um projeto de uma peneira vibratória para a separação de sólidos, parte de uma ideia de obter uma ferramenta que gera grandes e significantes benefícios voltados aos processos de construção civil, com base nas etapas que geralmente são padronizadas durante a execução de um projeto.

O intuito focal da pesquisa está voltado ao processo de elaboração e execução do projeto de uma peneira vibratória para a separação de sólidos para aplicação em construção civil de pequeno porte. Visando a maximização com relação ao rendimento na atividade, minimizar riscos e exposições dos executores das etapas a serem realizadas durante os respectivos passos de execução da obra dentre eles, a exposição ergonômica, que pode acarretar danos irreversíveis aos executores tratando-se de consequências a longo prazo.

Durante a realização das etapas das atividades em construções civis, geralmente, os executores de construtoras de pequeno e médio porte realizam grande parte das atividades de preparo de uma forma manual. Dois temas importantes, sendo eles

direcionadas ao rendimento no processo produtivo, ou seja, otimização do tempo de transcorrência da atividade realizada e as questões relacionadas a integridade física do executor durante o processo de preparo.

## OBJETIVO

Otimizar as atividades de peneiramento de areia nas construções civis realizadas de forma convencional, ou seja, manualmente pelos trabalhadores envolvidos na atividade. O projeto possui duas finalidades específicas relacionadas à otimização da atividade realizada com ganhos em produtividade e diminuir o tempo de exposição ergonômica por parte do executor da atividade.

## METODOLOGIA

No projeto proposto, o foco está voltado ao desenvolvimento e aplicação de metodologias adquiridas na transcorrência dos dados pesquisados. Uma vez analisadas as informações para o desenvolvimento do projeto, obtidas por intermédio de um histórico de pesquisas de projetos similares realizados anteriormente, um referencial para pesquisas posteriores e, por fim, assimilação com relação ao projeto desenvolvido.

Nessa pesquisa, a metodologia que será aplicada com relação a abordagem das informações, está diretamente ligada a pesquisas bibliográficas e de campo. O intuito está relacionado a coleta de informações por intermédio de teorias contidas nas bibliografias e, posteriormente a aplicação em entrevista com uma atividade realizada em campo visando coletar as informações de forma mais assertiva para que possa ter um sincronismo entre os conceitos teóricos abordados e a realização da atividade em campo.

Para o peneiramento usaremos a areia que e um agregado muito antigo, é um sedimento elástico inconsolidado, resultando da britagem de rochas chamada na construção civil como agregado miúdo, onde se origina de fontes naturais como leitos de rios, depósitos eólicos, bancos e cavas ou processo como a britagem, formada por grãos resistentes, duráveis, de variados tamanhos e inertes, onde quando em contato com a agua não ocorre nenhuma reação em geral esses grão são formados de quartzos com diâmetro entre 0,06 a 2,0 mm, mas nem sempre precisa ser formado de quartzos, a areia tem uma graduação de 0,15 a 4,8 mm. (BAUER, 2000)

## DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS

A proposta inicial do desenvolvimento da pesquisa está diretamente relacionada ao ciclo de produção abordado na área da construção civil. Basicamente, o princípio da problematização está vinculado aos pequenos e médios construtores, que por sua vez, executam grande parte de suas respectivas atividades compostas nas etapas da construção civil de forma braçal, ou seja, mantendo uma forma tradicional para a realização das atividades. Com essa forma de trabalhar, abordando o processo de separação de sólidos como a areia, obtêm-se em paralelo ao ciclo de produção, as delimitações, tais como: Baixa produtividade, maior desgaste por ser uma atividade realizada de forma braçal e, as consequências ergonômicas são fatores preocupantes.

## JUSTIFICATIVA

Com base na proposta de pesquisa, o desenvolvimento da peneira vibratória para a separação de sólidos, gera uma perspectiva positiva tanto para o ciclo de produção em meio ao cenário da aplicação em construções civis, quanto para a integridade dos trabalhadores que exercem essas atividades, que geralmente se torna aplicável para pequenos e médios construtores.

Tratando de aspectos sociais, quando ocorre um acidente ou uma restrição neste tipo de trabalho, as implicações afetam não somete o trabalhador, mas também as pessoas de seu convívio social e familiar, desta forma, podem ser minimizadas com a aplicação da utilização da peneira de uma forma que o trabalhador mantenha sua integridade em um período de maior, e que as limitações do seu corpo, venham com o passar dos anos e não com os esforços exercidos no decorrer do mesmo período citado.

## FUNDAMENTOS DA PENEIRA

De acordo com estudo publicado por IIZUKA (2006) o peneiramento é uma operação mecânica importante em diversas indústrias como as siderúrgicas, alimentos e agrotóxicos.

A função do peneiramento se resume em mecanismos mecânicos que fazem separações de materiais com granulometria diferente, classificando-os em duas ou mais classes que serão divididas por tamanho das partículas, onde são definidas de acordo com o material aplicado (MILHOMEM, 2013).

A superfície de peneiramento (malha) pode ser telas de malhas quadradas ou retangulares, com matéria-prima de poliuretano, borracha ou arame de aço. As dimensões das partículas dos materiais a serem peneirados podem variar desde 0,130 mm até 2000 mm, na mineração essa dimensão pode ser ainda maior, devido aos grandes blocos de minérios (IlZUKA, 2006).

Geralmente, as peneiras vibratórias são caracterizadas pelas suas dimensões da superfície de peneiramento. Outro aspecto importante é o movimento vibratório da peneira que é realizado por sistemas que possui dispositivo de acionamento e fundamentado em massas desbalanceadas.

As peneiras vibratórias dispõem tipos de vibração: com movimento circular (peneiras inclinadas ou peneiras circulares) ou com movimento linear (peneiras horizontais ou peneiras lineares).

Já as peneiras horizontais, possuem uma movimentação retilínea, pois se o movimento vibratório fosse circular, como nas peneiras inclinadas, a partícula não sairia do lugar em relação ao deck. A direção da força causada pelo movimento linear geralmente forma um ângulo de 45° com a superfície de peneiramento, e a amplitude é dada pela metade do comprimento do trajeto realizado pelo seu movimento (IIZUKA, 2006).

## PROJETO PENEIRA VIBRATÓRIA

### ESTRUTURA DA PEÇA

Segundo (Chiaverini, 2005) com a grande variedade de tipos de aços por todo o mundo foram criados sistemas para suas classificações. Eles podem ser classificados em grupos em relação a suas propriedades comuns como, composições, processo de acabamento e como forma do produto acabado.

Através de um estudo sobre aços e suas ligas, o aço a ser usado será o SAE 1020 pois é muito utilizado em engrenagens, eixos virabrequins pinos guia, colunas catracas capas e principalmente em tubos onde no projeto a ser desempenhado irá usar tubos para sustentação do suporte. Segundo (BRANCO, 2007), as principais aplicações do aço 1020 são em chapas automobilísticas, perfis estruturais, placas para produção de tubos, construção civil, pontes e latas de folhas flandres.

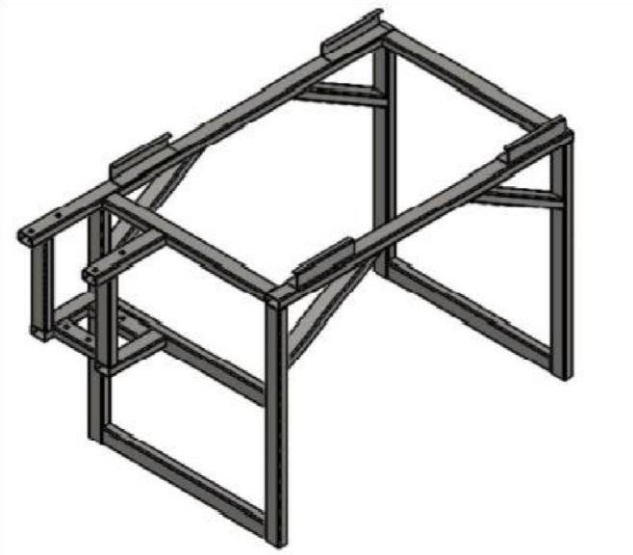

Figura 1: Estrutura metálica da peneira Fonte: Os autores, 2021.

## MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos nada mais e um conversor de energia elétrica em energia mecânica, é uma das maiores invenções na indústria elétrica, eles têm como funcionamento básico a força magnética e a corrente elétrica, possuindo dois tipos básico de motores o CA (Corrente alternada) e CC (Corrente continua), esses dois tipos usam a mesma parte básica, tendo uma diferença nos tipos de alimentação (FRANK D. PETRUZELLA, 2013).

Na escolha de motores elétricos á muitos fatores de seleção, o que torna ele determinante para aquele tipo de equipamento, alguns dos fatores para ser levado em conta no processo de seleção, é fonte de alimentação o qual deve saber a tensão utilizada, frequência, entre muitos outros, outro fator e a condição aonde ele irá trabalhar, temperatura a qual ele suportara altitude entre muitas outras, a exigência da carga e condições de serviço é outro fator a ser levado em conta, pois assim ele terá uma potência e rotações corretas, levando assim ao consumo e manutenção correto para que tenha um vida útil grande, e por fim outro fator e a controlabilidade onde o motor terá 32 torque, velocidade e corrente de partida de acordo com a exigência da carga (FRANCHI, 2008).

## VIBRAÇÕES

A vibração está presente desde os primeiros tempos da história. Instrumentos musicais, como apitos e tambores. Estes instrumentos tiveram muita importância entre os povos primitivos como meios de comunicação. Mais tarde uma série de instrumentos musicais

como: cordas, metais percussão, foram criados, aproveitando movimentos vibratórios que são os geradores de ondas sonoras. Através desse acontecimento, foi aí então que surgiram as primeiras apurações para os estudos de fenômenos vibratórios. É chamado de vibração, ou oscilação, qualquer movimento realizado de forma regular ou irregular entre um intervalo de tempo.

São chamados de vibração, ou até mesmo oscilação, quaisquer movimentos que se repete de forma regular e até mesmo irregular, dado um intervalo de tempo. Em diversos lugares usam o exemplo que é muito conhecido nesse conceito, que é o pêndulo simples, que existem valores diferentes de energia cinética e energia potencial no decorrer de sua trajetória. No âmbito da engenharia esses movimentos ocorrem em elementos de maquinas ou em estruturas em gerais, quando estão submetidas em ações dinâmicas.

A pesquisa inicial de engenharia de vibração foi motivada pelo problema de equilíbrio do motor. O desequilíbrio pode ser causado por problemas de design, bem como de fabricação e manutenção.

## MOVIMENTOS VIBRATÓRIOS LINEARES

De acordo com (RAO, 2009) todos os componentes básicos, molas, massas e amortecedores do sistema de vibração exibem comportamento linear, a vibração resultante é chamada de vibração linear. No entanto, se qualquer elemento exibir não linearidade, a vibração é chamada de vibração não linear. As equações diferenciais que controlam o comportamento de sistemas de vibração linear e não linear são lineares e não lineares, respectivamente. Se a vibração for linear, o princípio da superposição é eficaz e as técnicas de análise matemática também estão bem desenvolvidas. Para vibração não linear, o princípio de superposição é inválido e a técnica de análise é pouco conhecida.

Uma vez que todos os sistemas de vibração tendem a exibir não linearidade à medida que a amplitude de oscilação aumenta, é bom entender a vibração não linear ao lidar com sistemas de vibração na prática. Considerando alguns sistemas de acionamento utilizado na peneira vibratória que permitem diferentes movimentos, partindo do movimento circular livre, passando 38 por sistemas circulares excêntricos, lineares, elípticos e de alta frequência, e por fim comparando as características e utilizações entre eles. Para estratificar as camadas de material para tornar as partículas finas mais facilmente expostas aos furos da peneira, de forma a melhor classificar ou separar os materiais necessários.

## AUTOMAÇÃO

O conceito de automação utiliza a ideia de utilizar a potência elétrica ou mecânica com a finalidade de acionamento de algum tipo de máquina ou equipamento. A máquina deve possuir uma composição com algum tipo de inteligência para a execução de suas tarefas de um modo prático e eficiente trazendo consigo vantagens que agreguem na economia e segurança.

De acordo com (RIBEIRO, 2001), a Automação é um sistema que emprega processos automáticos que comandam e controlam os mecanismos para realizar o seu próprio funcionamento. Esta palavra tem origem no grego autómatos que significa mover-se por si ou que se move sozinho.

## CLP – CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

O Controlador Lógico Programável, ou simplesmente CLP, é usado para denominar aparelhos digitais que comandam de forma automática a execução de funções específicas por maquinário industrial, sem a necessidade de comandos humanos diretos. Pode ser definido como um dispositivo de estado sólido, um computador industrial capaz de armazenar instruções para implementação de funções de controle (sequência lógica, temporização e contagem). Além de realizar operações lógicas aritméticas, manipulação de dados e comunicação em rede, sendo utilizado no controle de Sistemas Automatizados.

## CPU e MEMÓRIA

Para tarefas de automação, a CPU de um CLP deve ser escolhida de acordo com a demanda de processamento lógico, que varia com a complexidade do maquinário. Com o apoio de um bom sistema de memória, o equipamento é capaz de armazenar, analisar e processar informações para definir de forma autônoma a melhor forma de gerir todos os aparelhos conectados.

## SISTEMA INPUT / OUTPUT

O CLP precisa de entradas e saídas suficientes para conectar todos os equipamentos no chão de fábrica. Só assim é possível tirar o máximo da tecnologia e implementar uma comunicação M2M realmente centralizada.

## FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Ao contrário de um PC de mesa ou um notebook, o CLP geralmente precisa funcionar 24 horas por dia e qualquer interrupção pode significar prejuízos na produção. Por isso, a alimentação do equipamento é muito importante e possui sistemas redundantes para evitar qualquer dano causado por instabilidade de corrente. Ao contrário dos computadores comuns, o CLP é feito para trabalhar em áreas industriais, sujeito a poeira e outros agentes que seriam muito nocivos a equipamentos eletrônicos não preparados para isso.

## LÓGICA

O termo lógica é geralmente associado ao conceito de binário, o que significa que há apenas um de dois estados possíveis, como liga-desliga, aceso-apagado, altobaixo, verdadeiro-falso, presente-ausente, maior-menor, igual-Diferente ou 1-0. O termo lógica se refere a um sistema que obedece a um conjunto fixo de regras e sempre apresenta o mesmo conjunto de saídas para o mesmo conjunto de entradas, embora essas respostas possam ser modificadas por certas condições internas, como a saída de um estado do temporizador ou contador . A lógica sempre se aplica à combinação de E (AND), OU (OR), NÃO (NOT), e nunca se aplica a TALVEZ. (RIBEIRO, 2001)

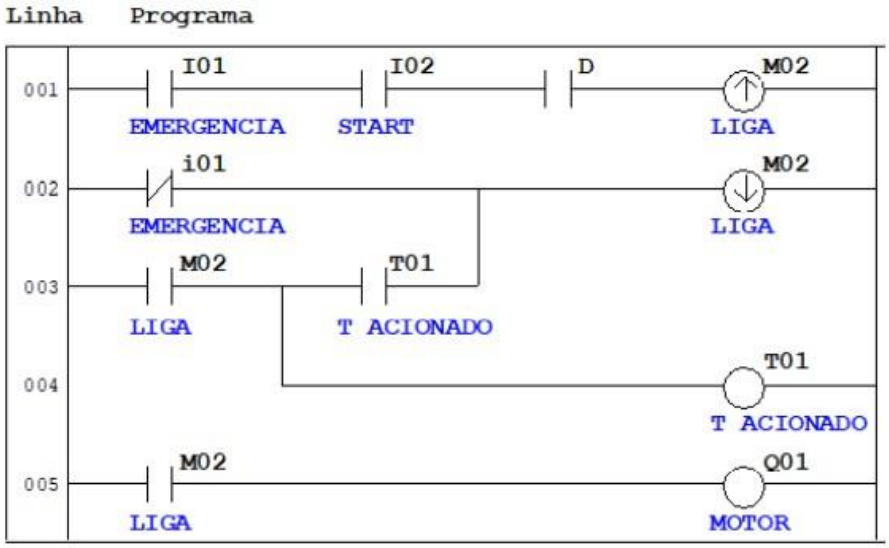


Figura 2: Layout de programação no controlador lógico programável – CLP Fonte:
O autor

## NR-12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTO

Entende-se que a Norma Regulamentadora 12 – Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos define os princípios fundamentais, referências técnicas,

medidas de proteção para garantir a integridade física dos trabalhadores, a saúde, estabelecendo os requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto, utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda na sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A proposta do estudo teórico está vinculada aos trabalhos que antecederam este e possuem um objetivo similar, ou seja, a mesma linha de trabalho quando se aborda a otimização de um processo com a contribuição da engenharia.

Conforme a procedência da pesquisa, as informações contempladas em projetos similares geram uma ideia de avanço com base na proposta inicial, ou seja, tendo como base, as experiências relatadas em diversas abordagens já realizadas com relação ao tema e, tendo uma visão de vários ângulos da problematização quando tratase do desenvolvimento e execução em campo da peneira vibratória para separação de sólidos.

## PROPRIEDADE MECÂNICA DOS MATERIAIS E DE FABRICAÇÃO

A definição do comportamento mecânico dos materiais está ligada entre a carga e uma força externa que será aplicada sobre esse material. Sendo assim, o mesmo deve responder positivamente a estas forças. Podemos considerar algumas propriedades importantes dos materiais, elasticidade, plasticidade, dureza, resiliência, ductibilidade, tenacidade, entre outros, todos ligados a capacidade de resistência.

Os motores possuem velocidade fixa, trabalhando em uma frequência contínua, até que utilize conjuntos formados por polias e correias que são responsáveis por modificar e adaptar a velocidade original do motor para atender às necessidades de cada máquina. Esse processo é possível graças aos diversos tipos de combinações de polias e correias, que modificam a relação de transmissão de velocidade entre o motor e as outras partes da máquina. A velocidade fornecida por um conjunto transmissor depende da relação entre os diâmetros das polias. Polias de diâmetros idênticos transmitem para a máquina a mesma velocidade (mesma RPM) fornecida pelo motor.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

Com base na execução do projeto desenvolvido, os resultados obtidos, confirmam as teses e propostas defendidas no princípio deste trabalho, que por sua vez, defende a otimização do tempo em relação a produção e a diminuição da exposição ergonômica por parte do operador que manusear a peneira elétrica para a etapa de separação de sólidos.

Dado o problema inicial, o objeto de estudo estava relacionado ao rendimento durante a atividade de peneiramento de areia em uma construção civil. Posteriormente, o reflexo na exposição ergonômica, sofreria uma grande queda em relação ao tempo em que o operador estaria exposto, om base nas operações convencionais.

A análise realizada procedeu de acordo com a proposta inicial, ou seja, observando e extraindo uma média do tempo utilizado durante a atividade de peneiramento de areia de forma convencional, ou seja, manual sem auxílio de algum equipamento.

Com base no estudo realizado temos a seguintes configurações:

Peneiramento convencional: $\frac{0{,}756\ m^3}{60\ min}$ **–0,0126 $m^3$/min**

Peneiramento Automatizado: $\frac{2{,}2 m^3/h}{60\ min}$ = **0,0366 $m^3$/min**

Totalizados em uma hora de trabalho, temos:

$m^3$ **0,0126 /min x 60 = 0,756m³/h**

$m^3$ **0,0366 /min x 60 = 2,196m³/h**

De acordo com os dados obtidos por testes e médias extraídas durante as atividades, é notório o benefício com base nos números apresentados para obtenção de rendimento e diminuição de exposição ergonômica por parte do operador que realiza a atividade de peneiramento, sua aplicação é viável, pois os resultados acima obtidos, refletem em 2,9 vezes o rendimento com relação ao procedimento convencional.

A atividade automatizada gera uma grande diferença em termos de rendimento, além de não contar com paradas para descanso, caso que acontece com a etapa convencional quando o colaborador realiza a atividade.

Figura 3: Peneira elétrica para separação de sólidos finalizada Fonte:
Os autores, 2021.

## CONCLUSÃO

O projeto proposto, defende as teses de otimização e minimização de exposição ergonômica em uma atividade manual convencional do setor da construção civil. A atividade que se tornou o objeto de estudo foi o peneiramento de areia, ou seja, separação de sólidos. Etapa essa, fundamental para as atividades de construção civil. Impacta diretamente no cronograma de execução da obra, qualidade do produto final e tempo de intervenção de colaboradores em atividades convencionais.

Tratando-se de colaboradores, a interface que é realizada entre o homem e o equipamento, neste caso, a peneira manual, gera um índice de exposição à atividade e, posteriormente fomentando exposições ergonômicas por parte do realizador da atividade.

Considerando essa exposição em conjunto com a possibilidade de otimização da atividade em termos de rendimento, foi abordado com um conceito melhorar o rendimento nessa etapa da construção e diminuir o tempo de exposição do executor da atividade, tanto em peneiramento convencional, quanto em postura que gera exposição ergonômica e acarreta danos à longo prazo.

Foi considerada a viabilidade de aplicação dessa metodologia em grande escala, já que pela mobilização que é necessária do equipamento, em atividades de curta

durabilidade ou de um fluxo mínimo, ou seja, pequenas construções, adequações ou até mesmo reparos, não viabiliza o uso da peneira.

Sua capacidade de peneiramento permite que o cronograma da atividade sofra alterações em termos de entrega, de acordo com os respectivos prazos iniciais solicitados. Dado o problema, cabe ao construtor avaliar a demanda dessa atividade e o fluxo em que ela será realizada, utilizar esses dados em confronto com o cronograma de entrega da obra e posteriormente recorrer ao recurso do peneiramento automático.

Considera-se viável a sua aplicação dentro de requisitos como otimização de tempo e maior integridade por parte dos executores da atividade.

## REFERÊNCIAS

BAUER F. Materiais de construção. 5º Ed. LTC Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2000.

BUDYNAS R. G., NISBETT J. K., Elementos de Máquinas de Shigley: Projeto de Engenharia Mecânica. 8. Ed. São Paulo. AMGH Editora Ltda, 2011.

CIAMPI, J. C. S.. Estudo de Condições de Trabalho em Laboratório de Soldagem de uma Instituição de Ensino Profissionalizante. 2013. 92 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

COUTO C. C., A indústria 4.0 e a automação de protótipo de peneira vibratória. 2020 39f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

CHARLES, HIBBELER R. Resistência dos Materiais, 7° edição. São Paulo. Editora Pearson, 2010.

FRANCISCO, António. Motores Elétricos. 3º Ed Lisboa. ETEP, 2008.

FRANCHI, Claiton. M. Acionamentos elétricos. 3º Ed. Érica Ltda, 2008.

IIDA, I.. Ergonomia: Projeto e Produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

IlZUKA, E. K. Análise de tensões em Peneiras Vibratórias através de Modelagem Numérica Utilizando o Método dos Elementos Finitos e Experimentalmente por Extensometria, 2006. UNICAMP

JBACKES J. C., GARDINI L. F., Desenvolvimento de um projeto de peneira vibratória para utilização em uma bancada de teste. 2018 8f. Artigo - Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Santa Catarina, 2018.

LARA, Luiz Alcides Mesquita. Materiais de construção. Ouro preto – MG: IFMG,2013. 214 p. (Artigo)

LUZ A. B., SAMPAIO J. A., FRANÇA S. C. A., Tratamento de Minérios. 5 Ed. Rio de Janeiro. CETEM.CTM,2010. 85 LUZ J. A. M., CARVALHO S. C., Modelamento matemático de peneiramento vibratório (Parte 1): dimensionamento clássico. 2005 4f.

Artigo - Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, 2005.
MELCONIAN S., Elementos De maquinas. 9ª Ed. rev. São Paulo. Érica,2012.
MENDES, R.. Máquinas e acidentes de trabalho. Brasília: MTE/SIT; MPAS, 2001. 86 p. 13 v.

MILHOMEM F. O., Modelagem de Desaguamento em Peneira, 2013. Universidade Federal de Ouro Preto.

NEVES, A. R. P. D. Desenvolvimento de uma Ferramenta para Aconselhamento na Escolha da Classe de Rendimento de Motores Eléctricos [dissertação]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; 2008

NORTON R. L., Projetos De Maquinas: Uma Abordagem Integrada 4ª Ed. Porto Alegre. Bookman, 2013.

PETRUZELLA, FRANK. D. Motores elétricos e acionamentos. 1º Ed. Porto Alegre. AMGH Editora Ltda, 2013.

SILVA R. M., BARBOSA V. P., MENEZES A. L., ATAÍDE C. H. e GEDRAITE R., Estudo Experimental acerca da influência da vibração sobre o teor de umidade residual em material sólido granular utilizando protótipo de peneira vibratória. 2017 7f. Artigo - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

SÉRGIO L. S., MURILO O. L., MAX M. D. S., Indústria 4.0 Fundamentos, perspectivas e aplicações 1º Ed. São Paulo. ERICA Editora Ltda, 2018. ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F.. Segurança em trabalhos com maquinaria. São Paulo: LTr, 2002. 76.

## REFERÊNCIAS DIGITAIS

Acesso em: 25 de agosto de 2021.

CUNHA, L. Motores elétricos: movendo o mundo [Internet]. Agosto de 2009. Disponível em: http://www.osetoreletrico.com.br/web/a-revista/edicoes/132-radiografia-motoreseletricos-movendo-o-mundo.html

Acesso em: 25 mar. de 2021.

FAIRBAIRN; Andrew. Engenharia Assistida por Computador, parte II. Editora: Clube dos livros 9 de ago. de 2019. Disponível em:

https://www.google.com.br/books/edition/Engenharia_Assistida_Por_Computador/SQdzDwAAQBAJ?hl=pt-

BR&gbpv=1&dq=Clp+controlador&pg=PA161&printsec=frontcover

Acesso em: 25 de agosto de 2021.

TEIXEIRA, D. A. P. Motor de Indução Trifásico, o motor da indústria [Internet]. Março de 2012. Disponível em: http://www.artigonal.com/tecnologias-artigos/motordeinducaotrifasico-o-motor-da-industria-5785432.

Acesso em: 07 de agosto de 2021.

TRIGO, Thiago. Propriedades Mecânicas. Info Escola. Disponível em: https://www.google.com/search?rlz=1C1GCEB_enBR892BR892&sxsrf=AOaemvJemOl4bOhQgZbqUrOU5TmeS8vo8Q:1636339517657&q=%3Chttps://www.infoescola.com/fisica/propriedadesmecanicas/%23:~:text%3DAs%2520+propriedades%2520com%25C3%25A2nticas%25

20dos%2520+materiais,ou%2520de+formar%2520de%2520forma%2520incontrolada.%3E&spell=1&sa=X&ved=2ahUKEwi40Lnd34f0AhXtqJUCHY3vC_QQBSgAegQIARA2&biw=1517&bih=730&dpr=0.9

WEG EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS S.A. Motores de indução alimentados por inversores de frequência PWM. Jaraguá do Sul, SC. 2010. Disponível em: https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h35/h10/WEG-motores-deinducaoalimentados-por-inversores-de-frequencia-pwm-50029351-brochureportugueseweb.pd

Acesso em: 25 de mar. de 2021.

ZANCAN, Marcos Daniel. Controladores Programáveis. Colégio Técnico de Santa Maria. Rio Grande do Sul, jan. de 2011. Disponível em:

https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/11/17_controladores_programaveis.pdf