

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS MINERAIS

VICTOR QUEIROZ GONTIJO LOPES DE VASCONCELLOS

Estudo teórico referente à área aberta efetiva em tela de peneiramento à umidade natural de materiais hidratados

BELO HORIZONTE

2023

Victor Queiroz Gontijo Lopes de Vasconcellos

Estudo teórico referente à área aberta efetiva em tela de peneiramento à umidade natural de materiais hidratados

Artigo apresentado ao Programa de Especialização em Engenharia de Recursos Minerais da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Recursos Minerais

Orientador: George Eduardo Sales Valadão

Belo Horizonte

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

UFMG

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE RECURSOS MINERAIS

ATA DA DEFESA DO ARTIGO DO ALUNO VICTOR QUEIROZ G. LOPES DE VASCONCELLOS

Realizou-se, no dia 19 de outubro de 2023, às 09:00 horas, na plataforma MS TEAMS da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa do Artigo intitulado “**ESTUDO TEÓRICO REFERENTE À ÁREA ABERTA EFETIVA EM TELA DE PENEIRAMENTO À UMIDADE NATURAL DE MATERIAIS HIDRATADOS**”, apresentado por VICTOR QUEIROZ G. LOPES DE VASCONCELLOS, número de registro 2021699034, graduado em ENGENHARIA MECÂNICA, como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em ENGENHARIA DE RECURSOS MINERAIS, à seguinte Comissão Examinadora: Professor George Eduardo Sales Valadão- Orientador, Professor Roberto Galery (Universidade Federal de Minas Gerais), Professor Luiz Claudio Monteiro Montenegro (Universidade Federal de Minas Gerais).

A comissão considerou a defesa do artigo:

Aprovada

Reprovada

Nota: **90**

Finalizando os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 19 de outubro de 2023.

Documento assinado digitalmente
gov.br GEORGE EDUARDO SALES VALADÃO
Data: 30/11/2023 01:04:40-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor George Eduardo Sales Valadão (Doutor)

Documento assinado digitalmente
gov.br ROBERTO GALERY
Data: 29/11/2023 11:06:39-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor Roberto Galery (Doutor)

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIZ CLAUDIO MONTEIRO MONTENEGRO
Data: 15/11/2023 09:42:36-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Professor Luiz Claudio Monteiro Montenegro (Doutor)

Pedro Henrique Áves Campos

Prof. Pedro Henrique Áves Campos
Depto. Engenharia de Minas/UFMG
pedrocampa@demim.ufmg

Aurea Domingos

Aurea Domingos
Secretária do Curso de Especialização
em Engenharia de Recursos Mineirais

RESUMO

O peneiramento à umidade natural de minério de ferro hidratado é um desafio para as mineradoras, pois este tipo de minério apresenta característica de alta adesão entre partículas e superfícies. A área aberta da superfície de peneiramento é diretamente impactada por esse efeito de adesão, obstruindo as aberturas das telas, impactando na área aberta efetiva, impossibilitando a passagem de material, mesmo partículas com tamanho muito menor do que a abertura original.

O objetivo deste trabalho é realizar cálculos teóricos para avaliar a influência da alteração da abertura das telas em peneiras vibratórias para identificar e definir qual a melhor configuração de aberturas das telas (quadradas ou retangulares), que garantam maior área aberta efetiva, com o intuito de propiciar maior eficiência de peneiramento de material hidratado.

Palavra-chave: Peneiramento; Umidade natural; Minério de ferro; Área aberta efetiva.

ABSTRACT

The natural moisture screening of hydrated iron ore poses a challenge for mining companies due to its high particle and surface adhesion characteristics. The open area of the screening surface is directly impacted by this adhesion effect, obstructing screen openings and affecting the effective open area, preventing the passage of material, even particles much smaller than the original opening.

The objective of this study is to perform theoretical calculations to assess the influence of altering the screen openings in vibrating screens. The goal is to identify and define the optimal configuration of screen openings (square or rectangular) that ensures a greater effective open area, aiming to enhance the screening efficiency of hydrated material.

Keywords: Screening; Natural moisture; Iron ore; Effective open area.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. DESENVOLVIMENTO	7
2.1. Conceito de peneiramento industrial	7
2.2. Superfície de peneiramento	7
2.3. Eficiência de peneiramento	9
2.4. Tipos de movimento em peneiras.....	10
2.5. Influência da umidade do material no peneiramento industrial.....	10
2.6. Contextualização do problema	11
2.7. Definição das premissas	12
2.8. Proposta de estudo	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
3.1. Cálculos de porcentagem de área aberta.....	13
3.1.1. Tela original sem incrustação de material.....	13
3.1.2. Tela original com incrustação de material.....	14
3.1.3. Nova tela sem incrustação de material.....	14
3.1.4. Nova tela com incrustação de material.....	15
3.2. Resultados obtidos	15
4. CONCLUSÃO	17
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	18

1. INTRODUÇÃO

A operação de classificação de materiais e minérios pode ser realizada através do uso de peneiras vibratórias que tem por objetivo a separação das partículas em faixas granulométricas. Considerando o peneiramento ideal, o produto desse processo é obtido no *undersize*, composto por partículas que possuem tamanhos abaixo da abertura da peneira e a outra parte do material com partículas de tamanho acima da abertura da peneira é o *oversize*. Este segundo material é direcionado para operações de cominuição, podendo ser a britagem ou a moagem, dependendo da fase do processo. No peneiramento real, infelizmente ocorre a retenção no *oversize* de partículas com tamanho inferior a abertura das telas, situação indesejável, devido diversos fatores, sendo algum deles a umidade do ROM, adesão entre partículas e obstrução das telas.

Na classificação de materiais e minérios deve-se garantir que não haja contaminação do produto (*undersize*) com partículas acima da granulometria desejada. Para o processo de classificação durante o beneficiamento de minério de ferro são utilizadas peneiras de grande porte que tem por objetivo obter a melhor eficiência de peneiramento, garantindo que no *oversize* possua a menor quantidade possível de partículas finas.

Atualmente, no beneficiamento de minérios, devido às restrições de uso de barragens de rejeitos, o peneiramento à umidade natural é o mais comumente utilizado, no qual não é adicionada água no circuito, utilizando-se apenas a umidade presente no minério. Um grande problema no peneiramento à umidade natural é a umidade superficial elevada do material, pois esse fato gera aumento da adesão entre as partículas, fazendo com que as mais finas fiquem aderidas às maiores, mesmo após a passagem através das peneiras. Nesses casos, as partículas menores do que a abertura da tela permanecem no *oversize*, reduzindo a eficiência do peneiramento e em alguns casos trazem problemas para as operações seguintes de cominuição.

Outro problema que o aumento de umidade do material pode causar durante a operação de peneiramento é a obstrução das aberturas das telas das peneiras. Isso ocorre, pois o material fino com alta umidade superficial adere as paredes dos orifícios, reduzindo a área aberta efetiva da tela, problema esse, que será o foco deste estudo teórico, em busca de soluções.

Um grande desafio das mineradoras é definir os parâmetros operacionais e configurações de telas para conseguir classificar os minérios que estejam na faixa crítica de umidade acima de 9%. Em alguns casos críticos de alta de umidade, o rendimento em massa no peneiramento pode chegar a valores inviáveis para continuidade da operação.

O objetivo deste estudo teórico é avaliar a influência da alteração das aberturas das telas em peneiras vibratórias com movimento elíptico, utilizadas no processo de beneficiamento de minério de ferro à umidade natural, alimentadas com materiais críticos de umidade elevada. Serão elaborados cálculos para avaliar o impacto da alteração do formato das aberturas das telas em relação a área aberta efetiva, considerando incrustação de material no sentido do fluxo. As telas utilizadas na avaliação são fabricadas em borracha, fixadas na peneira através de *snap deck* e instaladas no primeiro *deck* da peneira. A proposta em estudo é realizar alteração do formato das aberturas quadradas para retangulares apenas no primeiro *deck*, pois nesse *deck* que é o de alívio, não há a garantia de zero contaminante (partículas com tamanho acima do corte do *deck*).

Os resultados serão avaliados para identificar e definir qual a melhor configuração de aberturas das telas, que garantam maior área aberta efetiva, com o intuito de propiciar maior eficiência de peneiramento do material crítico.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Conceito de peneiramento industrial

O peneiramento industrial é a fase do processo produtivo em que se pretende realizar a separação de materiais granulados em diferentes faixas granulométricas para atender as especificações em relação a tamanho de produtos ou requisitos das fases subsequentes do processo produtivo. Esta etapa pode ser realizada de duas formas, à umidade natural ou via úmido.

No processamento à umidade natural não é adicionada água durante a fase de peneiramento, sendo considerada apenas a umidade do material para o dimensionamento da peneira. Já no peneiramento via úmido é adicionada água ao minério, para torná-lo um meio fluido com o objetivo de facilitar a passagem das partículas pelas aberturas das telas.

Na operação de peneiramento podem ser utilizados diferentes modelos de peneiras com características específicas em relação ao tipo de movimento (linear, circular, elíptico), largura, comprimento, quantidade de *decks*, amplitude, aceleração etc. Esses parâmetros precisam ser definidos no momento do dimensionamento da peneira de acordo com a aplicação e resultados esperados.

Além dos itens expostos acima relacionados à estrutura da peneira e condições operacionais, há outro ponto extremamente importante para garantia da eficiência de peneiramento: a superfície de peneiramento.

2.2. Superfície de peneiramento

A superfície de peneiramento é a região pela qual o material a ser classificado escoar e as partículas com tamanho menor do que a abertura da tela devem passar para o *undersize*. As partículas com tamanho acima da abertura da malha devem ficar retidas, sendo direcionadas para o *oversize*.

O conceito de passar ou não o material pela tela é teoricamente simples, mas, na prática, é um pouco diferente, pois incompatibilidade entre os parâmetros operacionais e o tipo de minério processado podem acarretar uma baixa eficiência de peneiramento.

A superfície de peneiramento geralmente é chamada de *deck* e peneiras podem ser construídas com um ou mais *decks*. Em peneiras construídas com mais de um

deck é possível a classificação do material em faixas de granulométricas diferentes ou utilizar o primeiro *deck* para aliviar / proteger os *decks* inferiores de acordo com as características do processo e resistência das telas (RODRIGUES, 2017). O objetivo do *deck* de alívio é proteger as telas inferiores contra impacto de partículas com grandes dimensões, que podem gerar desgaste / quebra prematura. Além disso, pode ser utilizado para redução da quantidade de material nos *decks* inferiores para garantir a altura de camada que permita boa segregação e classificação do material fino.

A superfície de peneiramento pode ser composta por diversos tipos de telas, fabricadas com materiais e tamanhos diferentes, de acordo com a aplicação.

A escolha da tela depende das características do material processado e se o processamento é realizado à umidade natural ou via úmido. A combinação incorreta de características pode impactar diretamente na vida útil das telas. Telas em aço geralmente são utilizadas em processamento à umidade natural, já as telas em borracha e poliuretano, podem ser utilizadas em processamento via úmido ou à umidade natural, possibilitando a criação de abertura em diferentes formatos. Para que a tela seja adequada ao processamento, é importante que ela garanta a passagem de material para o *undersize* sem contaminantes e tenha boa resistência ao desgaste, garantindo uma vida útil adequada (FAÇO, 1994).

Premissa bastante utilizada na escolha de uma tela/módulo de peneiramento é a porcentagem de área aberta. Essa informação significa o quanto espaço vazio se tem em uma tela em relação a sua área total. Para exemplificar o significado de área aberta, um módulo de 305x610mm tem uma área total de 0,186m² e pode ser fabricada com 230 aberturas com 19x19mm, totalizando uma área aberta de 0,083m².

$$\text{Porcentagem Área Aberta} = \frac{\text{Área Aberta}}{\text{Área Total}} = \frac{0,083\text{m}^2}{0,186\text{m}^2} = 44,6\%$$

Isso significa que 44,6% da área da tela está livre para passagem de material e 55,4% da área da tela está cega, devido a estruturas de sustentação e fixação da tela. Essa informação é muito importante para o dimensionamento de uma peneira, pois, com base nessa informação será definido o tamanho de peneira escolhida para atendimento das premissas do projeto.

Outro ponto importante que precisa ser levado em consideração para dimensionamento de peneiras com *deck* inclinado é a redução gerada na área aberta

dos módulos devido a projeção da abertura na horizontal. Essa variação pode ser compensada também pelo aumento da área aberta da tela, sendo uma das opções a fabricação de módulos com aberturas retangulares no sentido do fluxo de material. Na figura 1 pode-se observar a dimensão linear de abertura (A) e a projeção horizontal desta mesma abertura em um *deck* inclinado (X).

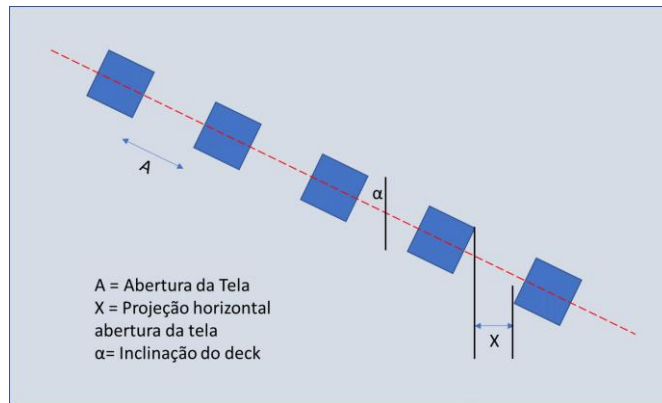


Figura 1 – Projeção horizontal do furo devido inclinação do deck (Arquivo particular do autor)

2.3. Eficiência de peneiramento

Eficiência de peneiramento é representada em % e indica a quantidade de material abaixo do tamanho do corte do *deck* que passou no processo de peneiramento em relação a quantidade de partículas contidas na alimentação. No controle desse indicador, podem ser consideradas diferentes tipos de eficiência: retida global, passante global, passante e retida.

Exemplo de Eficiência Passante:

$$Ep = \frac{P}{Aa} * 100$$

Ep = Eficiência passante (%)

A = Massa na alimentação (t/h)

P = Massa Passante (t/h)

a = % porcentagem de material menor que a malha de corte da peneira na alimentação.

Considerando *deck* com corte esperado em 19mm que é alimentado por uma amostra de 100g, que contenha 80g de partículas abaixo de 19mm, após realização

do processo de peneiramento obtém-se no *undersize* 72g. O processo acima apresenta eficiência de peneiramento de 90%, pois nesse cálculo é considerado apenas o material que deveria passar e o que realmente passou. Partículas acima do corte do *deck*, não devem ser considerados no cálculo de eficiência de peneiramento. (LUZ, SAMPAIO E ALMEIDA, 2010).

2.4. Tipos de movimento em peneiras

No peneiramento de minério de ferro, geralmente são utilizados três tipos de movimento: o linear, o circular e o elíptico, sendo esse último a união dos dois primeiros. Nos equipamentos com movimentos circular e elíptico o sentido de rotação dos acionamentos interfere no tempo de residência do material sobre o *deck* da peneira. Com o sentido de rotação a favor do fluxo, o material é deslocado com maior velocidade sobre a superfície de peneiramento, proporcionando maior produtividade ao equipamento, mas com menor eficiência de peneiramento. Em alguns casos, quando se pretende aumento na eficiência de peneiramento, pode se inverter o sentido de rotação da peneira, que fará com que o material permaneça por mais tempo sobre as telas, aumentando a probabilidade de partículas menores do que a abertura serem direcionadas para o *undersize*. Nos equipamentos com movimento linear, a inversão de sentido de rotação não gera nenhuma alteração no tempo de residência do material sobre a peneira.

2.5. Influência da umidade do material no peneiramento industrial

O aumento da umidade nos materiais proporciona maior atração entre as partículas do material e superfícies. Quanto maior a quantidade de finos no material o aumento da umidade traz mais efeitos negativos, pois as partículas mais finas aumentam a área superficial do material, aumentando também a umidade superficial, propiciando a adesão de partículas entre elas e com superfícies. (CHAVES, 2003).

O descrito acima pode ser observado na figura 2, onde se observa que o aumento da umidade do material interfere diretamente no desempenho em peneiramento a umidade natural, um grande desafio para as plantas que operam sem adicionar água e material hidratado com teores acima de 9%.

PENEIRAMENTO INDUSTRIAL

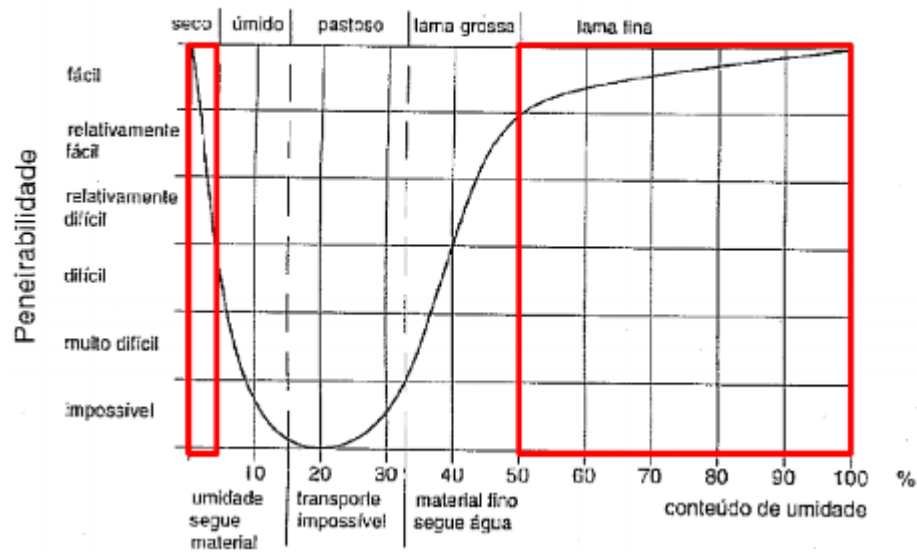


Figura 2 – Efeito da umidade do material x peneirabilidade (RODRIGUES, 2022)

A literatura técnica indica que materiais com umidade elevada, acima de 9%, sejam processados em peneiramento via a úmido onde é adicionado água extra ao minério, aumentando a passagem do material através das aberturas das telas. Não se tem referência da influência da umidade do material para cálculo de área de peneiramento à umidade natural com materiais com umidade acima de 9%, isso devido a elevação da coesividade entre as partículas e estruturas das telas.

2.6. Contextualização do problema

Atualmente, em uma mina de extração de minério de ferro no Estado de Minas Gerais, devido ao avanço da lavra, grande parte do minério disponível para alimentação da usina de beneficiamento à umidade natural é composto por material crítico, que tem a característica argilosa e umidade em torno de 11%, podendo chegar a 14% em determinados momentos.

Este ROM crítico ao ser alimentado na usina à umidade natural promove grandes impactos para o beneficiamento como a obstrução das aberturas das telas e consequente redução da eficiência de peneiramento. Em alguns momentos a eficiência de peneiramento fica muito baixa, inviabilizando a operação com esse tipo de material, gerando a parada operacional da planta.

A peneira, considerada neste estudo, e utilizada nessa fase do processo, é composta por dois *decks* de peneiramento com 2.400mm de largura e 7.300mm de comprimento no formato banana com inclinações variando de 25° na alimentação a 15° na descarga e utiliza o movimento elíptico com aceleração de até 5x em relação a gravidade. O primeiro *deck* é considerado como de alívio, que tem o objetivo de impedir que materiais grosseiros danifiquem prematuramente telas do segundo *deck* de classificação, sendo utilizados módulos fabricados em borracha natural com abertura quadrada de 30x30mm e fixação tipo *snap deck*. Já no segundo *deck*, os módulos são fabricados em PU (Poliuretano) nas laterais e fios de aço na configuração autolimpante, com abertura de 19mm e fixação também por *snap deck*.

Em momentos de alimentação com material crítico ocorre entupimento parcial das aberturas das telas, com material agregado a superfície de peneiramento conforme mostrado na figura 3, reduzindo a área livre de cada abertura, dificultando a passagem do material através do *deck* de alívio para o segundo *deck*.



Figura 3 - Incrustação de material crítico nas telas do 1º *deck*. (Arquivo pessoal do autor, 2023)

2.7. Definição das premissas

Durante a operação das peneiras é observado que em algumas regiões da superfície de peneiramento ocorre a incrustação de material fino nas aberturas da tela, podendo chegar a comprometer 50% da abertura sentido fluxo, cerca de 15mm na configuração atual das telas.

Com base nas informações acima, serão adotadas como premissas deste trabalho:

- Dimensão de 15mm sentido fluxo de obstrução para os cálculos original e teórico

- Mesmas espessuras de borracha entre os furos e nas laterais da tela para garantir cobertura da estrutura metálica, resistência ao impacto e abrasão com o intuito de evitar falhas prematuras nas telas.

2.8. Proposta de estudo

Foram realizados cálculos teóricos de área efetiva aberta para telas com aberturas de tamanhos diferentes, sendo elas a original utilizada em campo com aberturas quadradas e uma proposta com aberturas retangulares (oblongas no sentido fluxo). Estes cálculos foram realizados para as telas com e sem incrustação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Cálculos de porcentagem de área aberta

3.1.1. Tela original sem incrustação de material

As telas conforme figura 4 possuem formato retangular com 610x305mm (área total = 0,18605m²), sendo dentro desse espaço feitas 72 aberturas com dimensões de 30x30mm (área = 0,0009m²), totalizando área aberta de 0,0648m² na superfície de cada tela.



Figura 4 - Tela original sem incrustação (Arquivo pessoal do autor, 2023)

Considerando os valores descritos acima e mostrado na figura 4, é possível calcular a porcentagem da área aberta da tela original.

Cálculo da porcentagem Área Aberta Tela Original Sem Incrustação de material (ABtosi):

$$\%ABtosi = \frac{\text{Área Aberta}}{\text{Área Total}} = \frac{0,0648m^2}{0,18605m^2} = 34,83\%$$

Esse valor representa a tela limpa, antes de ser aplicada na peneira, sem os impactos de obstrução por incrustação de partículas finas com alta umidade superficial as paredes dos furos.

3.1.2. Tela original com incrustação de material

Considerando as premissas deste trabalho, será calculada a porcentagem de área aberta efetiva considerando o agarramento de material em 50% do comprimento da tela original (15mm), gerando novas aberturas com dimensões de 30x15mm (0,00045m²). Considerando as mesmas 72 aberturas da tela original, teremos área aberta total de 0,0324m².

Cálculo da porcentagem Área Aberta Tela Original Com Incrustação de material (ABtoci):

$$\%ABtoci = \frac{\text{Área Aberta}}{\text{Área Total}} = \frac{0,0324m^2}{0,18605m^2} = 17,41\%$$

3.1.3. Nova tela sem incrustação de material

Sugere-se novas aberturas oblongas no sentido do fluxo, com dimensões de 52x38mm (0,001976m²). Desta forma, com aberturas nessas dimensões, será possível a construção de 40 aberturas (0,07904m²) em cada tela conforme figura 5.

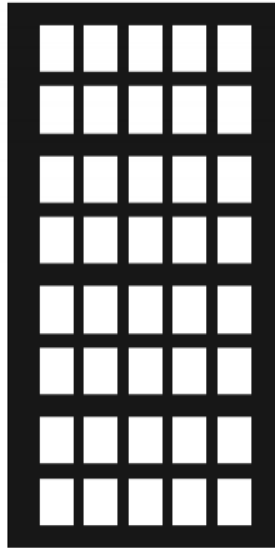


Figura 5 - Desenho nova tela sem incrustação (Desenho elaborado pelo Autor, 2023)

Cálculo da porcentagem área aberta tela nova sem incrustação de material (ABtnsi):

$$%ABtnsi = \frac{\text{Área Aberta}}{\text{Área Total}} = \frac{0,07904m^2}{0,18605m^2} = 42,48\%$$

3.1.4. Nova tela com incrustação de material

Considerando a premissa de obstrução de 15mm sentido fluxo, cada abertura terá a dimensão livre de 37x38mm (0,001406m²). A área livre da tela nessa configuração com incrustação será de 0,05624m².

Cálculo da porcentagem área aberta tela nova com incrustação de material (ABtnci):

$$%ABtnci = \frac{\text{Área Aberta}}{\text{Área Total}} = \frac{0,05624m^2}{0,18605m^2} = 30,22\%$$

3.2. Resultados obtidos

A tabela 1 mostra o resumo dos cálculos realizados para cada configuração de telas, sendo esses quatro cenários, tela original e proposta sem e com incrustação de material. Serão apresentados quantidade de aberturas, dimensões das aberturas consideradas, área aberta calculada e porcentagem de área aberta em relação a

superfície da tela. Esses resultados possibilitam a avaliação do melhor formato a ser utilizado.

Tabela 1: Comparativo resultados telas

Configuração da tela	Nº aberturas	Dimensão da abertura livre considerada	Área aberta calculada	Porcentagem área aberta
Original sem incrustação	72	30x30mm	0,0648 m ²	34,83%
Original com incrustação	72	30x15mm	0,0324 m ²	17,41%
Nova sem incrustação	40	52x38mm	0,07904 m ²	42,48%
Nova com incrustação	40	37x38mm	0,05624 m ²	30,23%

Obs.: Para os cálculos acima foram considerados a mesma superfície da tela de peneiramento de 610x305mm, totalizando uma área de 0,18605m².

Comparando a tela original e a nova sem incrustações, quando se altera o formato da abertura quadrada para retangular, há um aumento de 7,65 pontos percentuais de área aberta, o que representa um acréscimo de 21,9% de área aberta da nova tela em relação a original.

Realizando os mesmos cálculos para a tela original e nova tela com incrustações, há um aumento de 12,82 pontos percentuais de área aberta, que representa 73,6% de acréscimo de área aberta total efetiva.

Interessante observar que pequenas alterações, apenas na geometria das aberturas podem trazer grandes resultados, sem comprometer o desempenho de vida útil das telas e boa eficiência como *deck* de alívio. Além do aumento da área livre efetiva, pode-se ter outros ganhos intangíveis, como a passagem de maior quantidade de material *nearsized* ao corte definido, devido ao formato oblongo das aberturas. Nesse cenário, é importante destacar que este estudo foi realizado para o primeiro *deck* de uma peneira, que trabalha como alívio, e não terá prejuízo com passagem de

material acima de 30mm para o segundo *deck*, visto que o *oversize* do primeiro e segundo *deck* se misturam na descarga da peneira.

Para replicação desse conceito de alteração do formato das aberturas quadradas para retangulares no *deck* de classificação, que no caso desta peneira é o segundo *deck*, deve se ter precaução a mais, pois a contaminação com material acima da granulometria desejada de 19mm não é aceita.

Como sugestão para continuidade do trabalho para o segundo *deck*, deve-se avaliar qual a influência da inclinação da superfície de peneiramento considerando a espessura de borracha da tela em relação a projeção da abertura na horizontal, para que se obtenha a projeção na horizontal próximo ao corte desejado. Além disso, é recomendado que seja iniciada a substituição das telas no primeiro terço da peneira, área de estratificação do material fino do grosseiro, pois nessa região, devido à quantidade de finos ainda presente no ROM, a probabilidade de passagem de um material acima do *top size* permitido é muito baixa. Caso a instalação ocorra no terceiro terço do deck da peneira, o risco de contaminação já é maior, pois nessa região tem maior percentual de partículas *nearsized* e com pouco percentual de partículas finas, pois estas já foram classificadas nas aberturas anteriores.

4. CONCLUSÃO

Após apresentação dos resultados conforme tabela 1 e avaliações realizadas referente aos valores de área aberta efetiva em cada configuração de abertura das telas estudadas, é possível validar que a alteração do formato das aberturas das telas para retangular possibilitará aumento significativo na área efetiva aberta da tela, sempre considerando as premissas de incrustação de material conforme proposto no estudo.

De acordo com o estudo teórico realizado houve um aumento de 12,82 pontos percentuais na área aberta efetiva considerando a tela original com incrustação em relação a tela proposta com novas aberturas, sendo que esse valor representa aumento de área efetiva aberta de 73,6%.

Para o caso estudado, fica definido o uso de telas em borracha com aberturas retangulares com dimensões de 52x38 mm como a melhor solução, garantindo a maior área aberta efetiva dentre as configurações avaliadas com incrustação de material.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CHAVES, Arthur Pinto e PERES, Antonio Eduardo Clark. **Teoria e prática do tratamento de minérios: britagem, peneiramento e moagem**. 2ª ed. São Paulo: Signus. 2003.

FAÇO - FÁBRICA DE AÇO PAULISTA. **Manual de Britagem Faço**. 5ª ed. São Paulo: Allis Mineral System, 1994.

LUZ, Adão Benvindo (Ed.); SAMPAIO, João Alves (Ed.); ALMEIDA, Salvador Luiz Matos (Ed.). **Tratamento de Minérios**. 5.ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

RODRIGUES, Gilberto. **Separação por Tamanho**. 17 dezembro 2022. Apresentação Power Point. Disponível em: <<https://www.youtube.com.br/watch?v=PrO0ztb2aRk>>.