

A capacidade produtiva alinhada ao estudo de tempos e movimentos em um laboratório de análises físicas de minério de ferro no controle de qualidade de uma mineradora: um estudo de caso

Ana Tércia Assis¹

Emerson Luciano Lino²

Marcelo Silva Ângelo Ferreira³

Arnaldo de Ávila Quintão⁴

Luiz Antônio de Carvalho Godinho⁵

Recebido em: 11.11.2021

Aprovado em: 14.12.2021

Como citar:

ASSIS, Ana Tércia; LINO, Emerson Luciano; FERREIRA, Marcelo Silva Ângelo; QUINTÃO, Arnaldo de Ávila; GODINHO, Luiz Antônio de Carvalho. A capacidade produtiva alinhada ao estudo de tempos e movimentos em um laboratório de análises físicas de minério de ferro no controle de qualidade de uma mineradora: um estudo de caso. *LIBERTAS: Rev. Ciênc. Soc. Apl.*, Belo Horizonte, v. 11, n. 2, p. 153-182, ago./dez. 2021.

Resumo: O presente trabalho refere-se a um estudo de caso sendo representado pelo tema a capacidade produtiva alinhada ao estudo de tempos e movimentos em um laboratório de análises físicas no controle de qualidade de uma mineradora, mais especificamente no processo de análise granulométrica via peneiramento à úmido. O objetivo desta pesquisa é de identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro do teste de granulometria via método de peneiramento à

¹ Graduada em Administração de Empresas pela Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira – FUNCESI, Brasil, anaterciaassis@gmail.com

² Graduado em Administração de Empresas pela Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira – FUNCESI, Brasil, emerson.lino80@gmail.com

³ Doutor/Mestre em Administração de Empresas, Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira – FUNCESI, Faculdade de Minas Gerais, FAMIG, Faculdade de Sabará, Brasil, marcelo.ferreira@funcesi.br, marcelos.bh01@gmail.com, marcelo.ferreira@faculdaledesabará.com.br

⁴ Mestre em Administração de Empresas, Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira – FUNCESI, Brasil, arnaldo.quintao@funcesi.br

⁵ Doutor em administração pela UFMG, Professor da Famig. Belo Horizonte, MG, Brasil. E-mail: lacgodinho3@gmail.com

úmido, levando em conta o estudo de tempos e movimentos para dimensionamento do tempo necessário para a realização das atividades. Quanto à metodologia, possui abordagens qualitativa e quantitativa, com critérios de classificação de pesquisa do tipo descritiva. A coleta de dados ocorreu em três etapas: a primeira foi a cronometragem do processo de cadastro de amostras, a segunda foi a cronometragem do processo de preparação e, por fim, a terceira etapa foi a cronometragem do processo de peneiramento. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a unidade estudada tem oportunidade de absorção de novas demandas relacionadas ao processo de peneiramento aumentando sua capacidade analítica, uma vez que os dados coletados evidenciaram que o nível atual de análise está abaixo da projeção calculada.

Palavras-chave: mineração; fluxograma de processos; estudo de tempo; capacidade produtiva.

Productive capacity aligned with the study of times and movements in a physical analysis of iron ore in the quality control of a mining company: a case study

Abstract: The present work refers to a case study being represented by the theme of productive capacity aligned with the study of times and movements in a physical analysis laboratory in the quality control of a mining company, more specifically in the process of granulometric analysis via wet sieving. The objective of this research is to identify the productive capacity of physical analysis of iron ore from the granulometry test via wet sieving method, considering the study of times and movements for dimensioning the time needed to carry out the activities. As for the methodology, it has a qualitative and quantitative bias and as for the classification criteria, as descriptive research. Data collection took place in three stages: the first was the timing of the sample registration process, the second was the timing of the preparation process, and finally, the third stage was the timing of the screening process. Based on the results obtained, it is concluded that the studied unit can absorb new demands related to the sieving process, increasing its analytical capacity, since the data collected showed that the current level of analysis is below the calculated projection.

Keywords: mining; process flowchart; study of time; productive capacity.

1 INTRODUÇÃO

No mundo atual, os negócios giram em torno das organizações, as principais responsáveis na geração de empregos, bens e serviços. Com o constante crescimento e mudanças no mercado e com as exigências dos clientes, as organizações precisam se adequar para produzir cada vez mais sem perder a qualidade. O aumento dos custos de produção, estoques, atrasos e metas não alcançadas, são pontos que

merecem constante atenção e monitoramento afim de manter o alinhamento com as expectativas de seus clientes.

Profissionais envolvidos diretamente no processo produtivo de uma organização devem estar alinhados quando o assunto é a capacidade produtiva, dado fato que toda demanda superior à capacidade produtiva resultará em clientes atendidos fora do prazo, com atraso, ou fora das especificações por ele impostas, resultando em reclamações, perda de confiabilidade e no aumento de custos devido ao reprocesso. Por outro ponto de vista, recursos de produção subdimensionados em relação à demanda, faz com que a organização tenha problemas com máquinas e mão de obra ociosa, além de estoque parado, portanto, é primordial que a capacidade de produção esteja alinhada à demanda.

Com base nos pontos levantados, este estudo tem como problema de pesquisa a seguinte indagação: Qual a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro do teste de granulometria à úmido via método de peneiramento do laboratório de controle de qualidade de uma mineradora? Logo, o objetivo geral será o de identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro do teste de granulometria via método de peneiramento à úmido do laboratório de controle de qualidade que uma mineradora é capaz de realizar, levando em conta o estudo de tempos e movimentos.

E, neste aspecto, têm-se como objetivos específicos: (1) identificar os recursos humanos e materiais envolvidos no processo; (2) mapear as etapas do processo envolvido até a análise da granulometria; (3) descrever de forma sucinta o processo de peneiramento; (4) identificar a quantidade de testes possíveis de se realizar; (5) propor melhorias no processo de forma a aumentar sua capacidade analítica.

A realização deste estudo justifica-se pela necessidade de apresentar informações que auxiliem no planejamento e controle do processo produtivo a ser desenvolvido em uma empresa mineradora. Na área acadêmica, este artigo complementar os estudos já existentes sobre gerenciamento da capacidade produtiva nas organizações levando em conta os estudos de tempos e movimentos, além de contribuir para novas pesquisas. Para os administradores, contribuirá para o

entendimento de como realizar uma análise da capacidade produtiva de um setor aplicando algumas das teorias estudadas como tempos e movimentos. Como contribuição social, a análise dos dados visa melhorar a gestão baseada em processo produtivo propondo um melhor planejamento e controle da capacidade produtiva em uma indústria.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os tópicos seguintes estão apresentados em quatro subcapítulos. O primeiro aborda o tema capacidade produtiva na indústria, o segundo caracteriza a forma de como mensurar o tempo gasto nos processos, em seguida conceitua-se peneiramento e granulometria nos processos de análises físicas do minério de ferro e, por último, o controle de qualidade.

2.1 Capacidade produtiva

Para Azzolini (2012), a capacidade produtiva se define como a habilidade de gerenciar a demanda de um determinado setor de trabalho por um determinado período planejado. E, segundo o autor Chiavenato (1990, p. 49) “a capacidade de produção da empresa constitui o potencial produtivo que ela dispõe; ou seja, é aquilo que a empresa pode produzir em condições normais. Em outras palavras, representa o volume ideal de produção de produtos/serviços que a empresa pode realizar”.

Para Roman (2011), o sistema produtivo acontece por meio de uma série de inter-relações que se desencadeiam entre um conjunto variável de processos e operações que possibilitam a elaboração de um produto, seja ele um bem ou serviço que segundo o autor, entendê-lo de forma isolada pode ter consequências como a perda de produtividade e de competitividade.

Roman (2011), complementa que dimensionar o tamanho de uma unidade organizacional nada mais é do que determinar o quantitativo ideal de pessoas necessárias para realização de suas atividades medindo a sua capacidade produtiva.

Segundo os autores Campbell e Wiernick (2015), toda medida sobre o que é produzido nas organizações deve envolver uma medida de eficácia, eficiência ou

efetividade. No dia a dia, geralmente os conceitos de eficácia, eficiência ou efetividade são utilizados como sinônimos, da mesma forma que se correlacionam os termos produtividade e desempenho (CAMPBELL & WIERNIK, 2015). Essa exposição faz sentido ainda quando se considera que nem sempre o resultado final está sob controle do funcionário, mesmo que tenha desempenhado bem as suas tarefas (DENISI & MURPHY, 2017). Os autores Corrêa e Corrêa (2010), afirmam que o sistema de produção não funciona no vazio, isoladamente, pois sofre influências, de dentro e de fora da empresa, que podem afetar seu desempenho, ou seja, sofre influência de um ambiente externo e de um ambiente interno.

Segundo Corrêa e Corrêa (2010), a capacidade deve ser vista como um potencial, um volume máximo possível de ser obtido e não deve ser confundida com os níveis de saída que a operação está produzindo em certo momento de tempo. Esses autores ainda mencionam que esse volume de saídas produtivas pode estar mais perto ou mais longe do potencial produtivo, e essa relação entre o potencial e a parcela desse potencial que está sendo de fato utilizado pode ser um indicador de quão boa é a utilização da capacidade produtiva.

Para a elaboração do planejamento da produção, analisa-se o ambiente interno e externo e procura-se ajustar a organização de forma a atender às diversas demandas existentes, possibilitando maior flexibilidade e rapidez, uma vez que o planejamento dos tempos de processo, capacidade e demanda minimizam as chances de perdas e de tempos ociosos (SLACK, JOHNSTON & CHAMBERS, 2002).

Segundo Slack, Johnston e Chambers (2002, p.343), “um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto que o equilíbrio “errado” pode ser potencialmente desastroso”. O excesso de capacidade produtiva, ou capacidade produtiva insuficiente, custos extras e indesejáveis são gerados. Segundo Corrêa e Giansesi (2001), uma capacidade insuficiente causa uma deterioração do nível de serviços, principalmente no que diz respeito aos prazos e à confiabilidade, além de resultar no descontentamento dos funcionários da fábrica, devido à grande pressão e à falta de capacidade para cumprir os prazos prometidos.

Conforme Corrêa e Corrêa (2010), a capacidade produtiva deve ser vista como um potencial, um volume máximo possível a ser obtido. O sistema de produção não funciona no vazio, isoladamente, ele sofre influências, de dentro e de fora da empresa, que podem afetar seu desempenho. Segundo Corrêa e Giansesi (2001) o sistema de produção sofre a influência de um ambiente externo e de um ambiente interno.

Logo, a capacidade produtiva é importante para o estudo uma vez que visa identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro em um laboratório de controle de qualidade de uma mineradora.

Baseado nas referências citadas acima, no próximo tópico será abordado o tema relacionado a estudo de tempos e movimentos.

2.2 Estudos de tempos e movimentos

Segundo Coelho e Gonzaga (2010), tudo o que tenha a ver com a maximização de recursos no tempo é de algum modo um ensinamento de Frederick Taylor. Os autores também afirmam que esse homem, com seu cronômetro, estudava a fundo o desperdício do tempo na tentativa de conseguir um melhor desempenho nos trabalhos por meio da padronização e racionalização do trabalho operário até os tempos atuais.

O estudo de tempos, introduzido por Taylor, foi usado principalmente na determinação de tempos-padrão e o estudo de movimentos e foi empregado na melhoria dos métodos de trabalho (BARNES, 1977). Os termos estudos de tempos e estudos de movimentos receberam diversas interpretações ao longo dos anos. Conforme Cruz (2008), o tempo-padrão permite analisar a capacidade produtiva de um processo, considerando uma série de aspectos impactantes no tempo necessário para a fabricação de um produto.

O estudo de tempos, também conhecido como cronoanálise, é uma forma de mensurar o trabalho por meio de métodos estatísticos, permitindo calcular o tempo padrão que é utilizado para determinar a capacidade produtiva da empresa, elaborar programas de produção e determinar o valor da mão-de-obra direta no

cálculo do custo do produto vendido (CPV), dentre outras aplicações (PEINADO & GRAEML, 2007). O estudo dos tempos e movimentos permite a racionalização do método de trabalho do operário e a fixação dos tempos-padrão para execução das tarefas trazendo vantagens adicionais como a eliminação do desperdício de esforço humano, movimentos inúteis, distribuição uniforme do trabalho para que não haja períodos de falta ou excesso de trabalho, definição de métodos e estabelecimento de normas para execução do trabalho (CHIAVENATO, 2004).

Segundo Maynard (1948), o MTM (*Methods-Time Measurement*⁶), analisa qualquer operação manual ou método em seus movimentos básicos requeridos para serem realizados e associa a cada movimento um padrão de tempo pré-determinado que é estipulado pela natureza do movimento e as condições sob as quais é realizada.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), o estudo de tempo e movimentos é dividido em etapas. Para o tempo, faz-se necessário observar, medir e avaliar o ritmo de trabalho, constituindo a etapa 1; em seguida, ajusta-se os tempos observados para normalizá-los de acordo com a fórmula: avaliação observada/avaliação padrão; encontrado o tempo normal, calcula-se a média dos tempos normais (ou básicos), formando a 3ª etapa, levando em consideração as tolerâncias para o tempo de descanso e necessidades físicas e psicológicas do trabalhador. Para Nascimento *et al.* (2014), o estudo de tempos e movimentos é relevante na melhoria da capacidade produtiva de uma organização, uma vez que a partir deste estudo é possível apontar falhas e padronizar o melhor método para a produção.

O tema tempos e movimentos é importante para o estudo pois será por seu meio que se buscará identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro no laboratório de controle de qualidade de uma mineradora.

No próximo tópico abordaremos as principais citações e autores sobre o tema peneiramento.

⁶ O MTM, *Methods-Time Measurement*, é um sistema de tempos pré-determinados que foi desenvolvido por H. B. Maynard, G. J. Stegemerten e J. L. Schwab em 1948. Tem como base o estudo de tempos e movimentos para melhorar as operações em uma linha de produção.

2.3 Peneiramento

Segundo Correia e Couto (2018), os métodos de tratamento de minérios que envolvem classificação e peneiramento apresentam como objetivo em comum, a separação de um certo material em duas ou mais frações, com partículas de tamanhos distintos. Os autores afirmam que peneiramento é a separação de um material em duas ou mais classes, estando estas limitadas uma superior e outra inferiormente.

No processo de peneiramento a úmido adiciona-se água ao material a ser peneirado com o propósito de facilitar a passagem dos finos através da tela de peneiramento. O material retido na tela da peneira é denominado *oversize*⁷ e o passante, *undersize*⁸ (DA LUZ, SAMPAIO & FRANÇA, 2010).

Para Adonis (2019), em termos técnicos, o peneiramento é compreendido como um processo de classificação de partículas por tamanho. E, embora fatores como forma e densidade das partículas sejam importantes neste processo, o tamanho das partículas continua sendo um fator predominante na classificação por tamanho (Adonis, 2019). Em geral, o peneiramento de material finos em escala laboratorial compreende a faixa granulométrica desde 37 até 10 µm (micrômetros).

De forma geral, para Correia e Couto (2018), o peneiramento é o processo de separação de partículas em tamanhos distintos onde os dados obtidos serão utilizados para tomadas de decisões no processamento mineral.

O tema peneiramento é importante para o estudo pois será o método pelo qual se buscará identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro em um laboratório de controle de qualidade de uma mineradora.

No próximo tópico abordaremos as principais citações e autores sobre o tema granulometria.

⁷ *Oversize*: Material retido na tela da peneira.

⁸ *Undersize*: Material passante na tela da peneira.

2.4 Granulometria

Conforme Viana e Ferreira (2007), a análise granulométrica é uma ferramenta essencial para caracterização no estudo de solos e sedimentos, podendo ser empregado em diversas áreas como engenharia civil, agricultura e geotecnia. Os autores (Viana e Ferreira, 2007) complementam que os resultados desta análise são expressos na forma de distribuição por classes de tamanho, desde as frações grosseiras, intermediárias e finas.

A granulometria tem por objetivo conhecer a distribuição granulométrica do material e representá-la através de uma curva possibilitando assim uma análise geral de suas características físicas (OLIVEIRA & BRITO, 2002).

Para Almeida *et al.* (2012), a análise granulométrica visa à quantificação da distribuição por tamanho das partículas individuais dos minerais.

Os autores Sampaio, França e Braga (2007), afirmam que existem diversas técnicas de análise granulométrica e a escolha do método ou técnica adequada para realizar uma análise granulométrica bem definida depende do tamanho das partículas de um determinado material.

O tema granulometria é importante para o estudo pois trará conceitos importantes para o entendimento do processo que buscará identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro no laboratório de controle de qualidade de uma mineradora.

No próximo tópico abordaremos as principais citações e autores sobre o tema controle de qualidade.

2.5 Controle de qualidade

São diversos os conceitos e definições na literatura especializada relacionados à qualidade. Pela definição de Campos (1999), pode-se entendê-la como um produto ou serviço que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente. O seu conceito juntamente com o seu controle era uma atividade antiga, já conhecida há milênios,

no entanto, só recentemente ela surgiu como função da gerência e sofrendo transformações ao longo dos anos, devido ao desenvolvimento da indústria mundial (MARSHALL JÚNIOR et al., 2008; OLIVEIRA, 2006).

Para Machado (2012), o nível de qualidade que se deseja alcançar com um produto necessita estar de acordo com o que o mercado busca. A qualidade no produto ou na prestação de serviços, se obtém com pessoas preparadas e processos controlados, matérias-primas adequadas e o domínio do conhecimento também é fundamental.

Conforme Tubino (2000), as empresas que não se adaptarem buscando a melhoria contínua da produtividade em seus sistemas produtivos, não terão espaço no processo de globalização.

Os autores Slack et al. (1997) afirmam que a função da produção na organização representa a reunião de recursos destinados à produção de seus bens e serviços. Logo, Administração da Produção é o termo usado para as atividades, decisões e responsabilidades dos gerentes de produção.

Para Tubinho (2007), a estratégia produtiva se relaciona em um conjunto de políticas que mantém a organização competitiva na unidade de negócio e específica como a produção suportará uma vantagem competitiva e como sustentará outras estratégias adotadas.

O tema controle de qualidade é importante para o estudo pois será a atividade fim pela qual se buscará identificar a capacidade produtiva de análises físicas de minério de ferro no laboratório de controle de qualidade de uma mineradora.

3 METODOLOGIA

O presente estudo foi elaborado com o objetivo de coletar e analisar os dados de um laboratório de controle de qualidade em uma mineradora localizada em Conceição do Mato Dentro/MG, por meio das abordagens qualitativa e quantitativa. Qualitativa por permitir compreender a qualidade e a complexidade das informações obtidas nas fontes primárias de pesquisa. E quantitativa, pela necessidade de se examinar a relação entre as variáveis que podem ser medidas e analisadas de forma estatística (CRESWELL, 2010).

Segundo os critérios de classificação proposto por Vergara (2009), quanto aos fins, a pesquisa foi descritiva, pois não tem compromisso de explicar o fenômeno que descreve, como no caso dessa pesquisa.

Quanto aos meios, foi realizado um estudo de caso pois, são dados coletados através de eventos reais na organização estudada (VERGARA, 2009).

Como universo, foi considerado a empresa mineradora e o critério de amostragem caracterizado como não probabilística por acessibilidade, pois houve facilidade de acesso na obtenção dos dados, o processo de peneiramento foi definido como a amostra do objeto de estudo (VERGARA, 2009).

Como fontes primárias, aqui descritas estão relacionados os documentos obtidos junto à organização, tais como: (1) Normas ABNT NBR/ISO 3082; (2) Planilhas para coletas de dados; (3) Procedimentos operacionais; (4) Fluxogramas de processos.

A estatística descritiva foi realizada através de trabalho quantitativo, com tabulação cruzada e análise dos dados estatísticos em plataformas como *Microsoft Excel*, por meio da estatística descritiva por se analisar de forma numérica e sintética os resultados encontrados (MARCONI & LAKATOS, 2009).

A técnica empregada para a análise de dados deste estudo baseou-se em observação e em um roteiro a ser seguido no processo em questão, cronometragem, planilhas, procedimentos operacionais padrão e fluxogramas (GIL, 2008).

A cronometragem foi feita utilizando um cronometro digital e o tempo zerado em cada sub-etapa. Os fatores de tolerância como necessidades pessoais e alívio da fadiga foram calculados de acordo com o que a empresa estava disposta a conceder. Segundo Peinado e Graeml (2007), o tempo médio de parada praticado por empresas brasileiras para necessidades pessoais variam de 2% a 5% da jornada de trabalho, para alívio da fadiga considera-se 15% a 20% do tempo. O número de cronometragens foi determinado através de um cálculo onde foi considerado o grau de confiabilidade de 95% e erro relativo de 5%. Isto significa que caso seja encontrado uma média de cronometragens no valor de 10 segundos para um grau de confiabilidade de 95% e um erro de 5%, significa que, estatisticamente, existe

95% de certeza que o tempo da atividade está entre 9,5 segundos e 10,5 segundos (PEINADO; GRAEML, 2007).

4 EMPRESA ESTUDADA

A mineradora onde o presente estudo foi realizado é uma empresa global, que possui portfólio diversificado na mineração e que fornece as matérias-primas essenciais para o desenvolvimento econômico e social presentes na vida moderna. A organização utiliza as últimas tecnologias existentes no mercado para encontrar novos recursos, planejar e construir novas instalações para minerar, processar e comercializar produtos desde o a granel, metais de base, metais preciosos e diamantes para os seus clientes em todo o mundo.

As operações de mineração, projetos de expansão, atividades de exploração e comercialização estão presentes em quase todos os continentes como no sul da África, América do Sul, Austrália, América do Norte, Ásia e Europa.

O laboratório de controle de qualidade, parte principal deste estudo, está situado em um complexo minerador na região de Conceição do Mato Dentro-MG, cujo empreendimento é conhecido como Minas-Rio. O projeto possui o maior mineroduto do mundo, com 529 km de extensão, atravessando 33 municípios mineiros e fluminenses, e finalizado no porto do Açú, em São João da Barra- RJ.

A gerência de Processo e Qualidade, atual responsável por gerenciar os laboratórios do projeto Minas-Rio, é também a responsável por avaliar o desempenho e a caracterização do minério de ferro nos processos de beneficiamento, que garante o monitoramento da qualidade para que seja atingida a especificação desejada do produto até o cliente.

A empresa se prepara para investir até US\$ 330 milhões de dólares no Brasil no decorrer do ano de 2021, uma quantia 60% superior ao registrado no ano de 2020. Três quartos desta cifra serão destinados à segurança, manutenção e aumento de produtividade do complexo minerador. Marcado por uma série de fatos, entre eles atrasos e baixas contábeis, o projeto Minas-Rio teve no ano passado o seu melhor

desempenho financeiro desde o início das operações e prevê uma alta de 4% na produção de minério de ferro, saltando de 22 para 25 milhões de toneladas por ano.

5 ANÁLISE DOS DADOS

A coleta de dados foi realizada no período entre 13/04/2021 à 20/04/2021 abrangendo três regimes de turnos diferentes, sendo nos horários compreendidos entre 01h e 07h (primeiro turno), 07h e 16h (segundo turno) e 16h e 01h (terceiro turno). A unidade estudada possui regime de turno ininterrupto de revezamento distribuídos entre três turnos com quatro equipes representadas pelas letras A, B, C e D. O período de cronometragem foi realizado unicamente com a equipe-B. Esta condição foi determinada devido ao cenário de pandemia do coronavírus⁹, onde a empresa definiu uma série de protocolos de segurança na qual foi impeditivo abranger o estudo com as demais equipes. Logo se confirma o que Corrêa e Corrêa (2010) descreveram sobre as influências internas e externas no sistema de produção.

5.1 Recursos envolvidos no processo

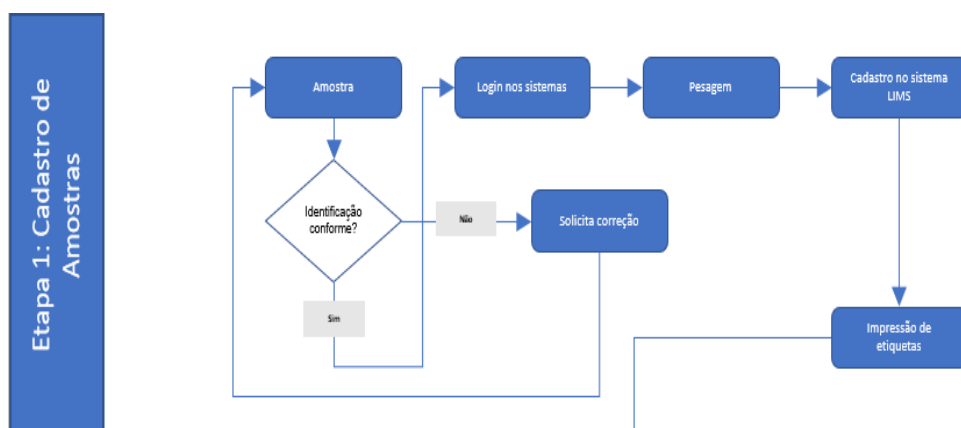
Este tópico visa responder ao primeiro objetivo específico que é identificar os recursos humanos e materiais envolvidos nos processos. Os recursos utilizados foram: (1) Cronograma de análise, (2) Procedimentos operacionais; (3) Equipamentos de proteção individual, (4) Balança semi-analítica com capacidade para 4,2kg, 10kg e 50kg, (5) Computador, (6) Sistema LIMS para registro de informações da amostra, (7) Impressora térmica, (8) Etiquetas, (9) Filtro pneumático de bancada, (10) Ácido acético vinagre, (11) Homogeneizador manual, (12) Filtro de papel, (13) Chapa térmica, (14) Sistema vibratório para peneiramento à úmido, (15) Balde com capacidade para 20 litros, (16) Utensílios em inox, (17) Divisor rotativo, (18) Dois profissionais na função de laboratorista.

⁹ Coronavírus: A doença de coronavírus 2019 (COVID-19, do inglês *coronavirus disease*) nome oficial da doença de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) resulta em doença respiratória grave como pneumonia e insuficiência pulmonar, além de manifestações digestivas e sistêmicas. Fonte: saude.gov.br/coronavirus

5.2 Fluxograma de processos

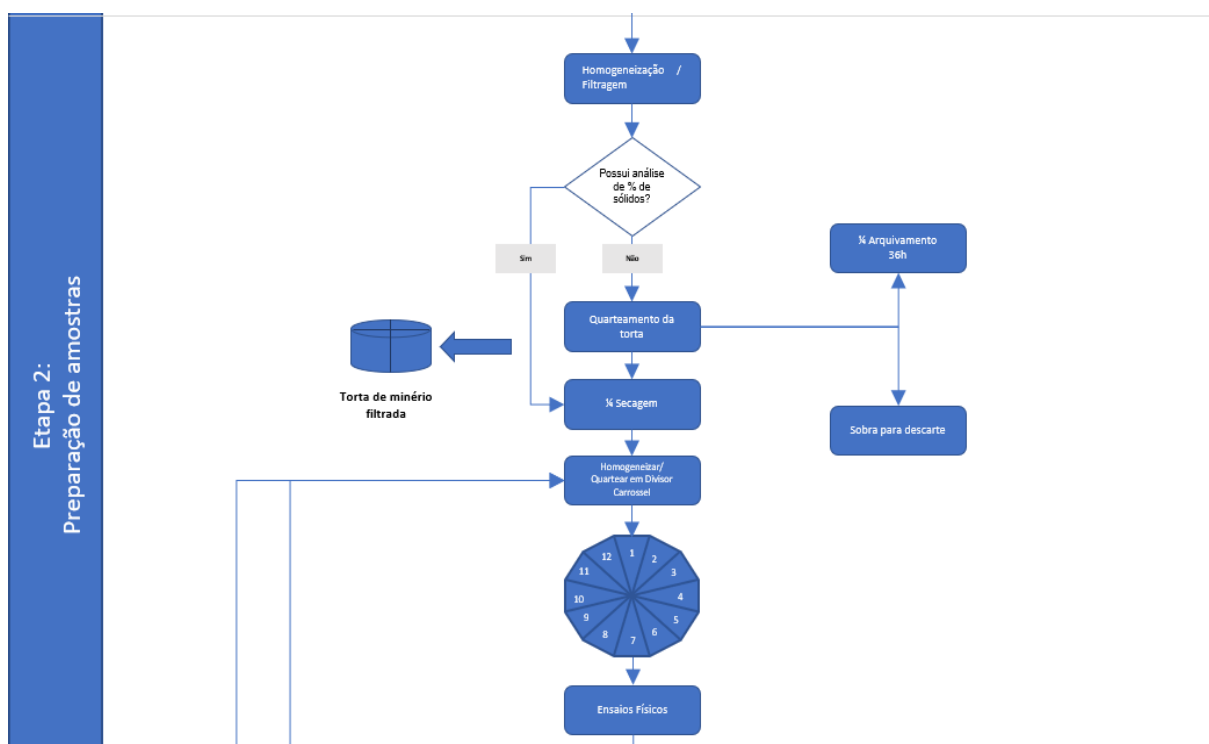
Este tópico visa responder ao segundo objetivo específico que é mapear as etapas dos processos envolvidos até a análise granulométrica. O documento que será demonstrado na Figura 1 abaixo, foi elaborado a partir das etapas descritas nos procedimentos operacionais disponíveis na organização estudada.

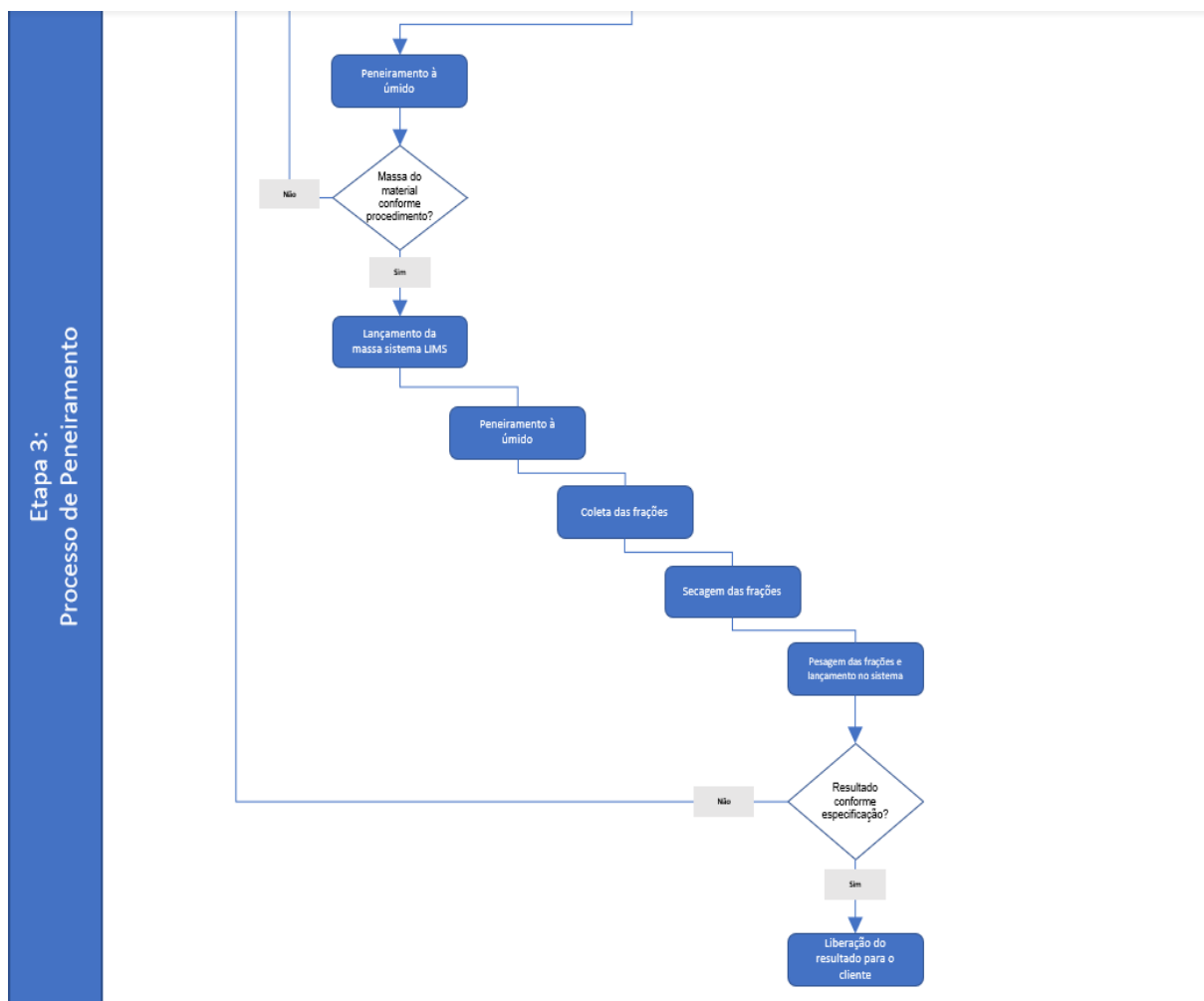
Figura 1 – Fluxograma de processos



(Continua)

Figura 1 – Fluxograma de processos (Conclusão)





Fonte: Elaborada pelos autores

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), o estudo de tempo e movimentos é dividido em etapas. Conforme apresentado na Figura 1, os processos mapeados para análise granulométrica de amostras de minério de ferro no laboratório de controle de qualidade foram divididos em três etapas.

A etapa 1 consiste no processo de cadastro de amostras recebidas no laboratório, onde as amostras são coletadas obedecendo a um cronograma de amostragem de acordo com a demanda do cliente. Nesta etapa, o profissional realiza o *login*¹⁰ no sistema, executa a pesagem das amostras em balança semi-analítica integrada e

¹⁰ *Login*: Em termos informáticos, *login* ou *logon* ou *signin*, é o processo para acessar um sistema informático restrito feita através da autenticação ou identificação do utilizador, usando credenciais previamente cadastradas no sistema por esse utilizador. Fonte <https://www.significados.com.br/>.

registra os dados no sistema LIMS (*LIMS – Laboratory Information Management System*). Este sistema é o principal responsável pelo registro e armazenamento de dados de todos os processos laboratoriais. Após o cadastro, o profissional realiza a impressão de etiquetas contendo as informações necessárias para as etapas seguintes.

A etapa 2 consiste no processo de preparação da amostra, onde o profissional responsável executa as atividades de acordo com os procedimentos operacionais.

Dentre estas atividades ou sub-etapas pode-se citar: (1) homogeneização, (2) filtragem, (3) secagem e (4) quarteamento. Conceituando os termos: (1) homogeneização é o ato ou efeito de homogeneizar tornando o material igual ou semelhante, é o processo utilizado para misturar a amostra tornando suas características uniforme e constante. (2) filtragem é uma operação de separação do sólido e do líquido em polpa, consiste na passagem da polpa de minério através de um meio filtrante, para que haja retenção do sólido e a passagem do líquido. (3) secagem é o processo pelo qual o minério passa para retirar a umidade presente na amostra após o processo de filtragem. (4) quarteamento é a técnica que visa a redução da amostra global em alíquotas menores para etapas subsequentes ao processo, obedecendo a norma ABNT NBR ISO 3082.

Diante dos fatos apresentados acima encontra-se respondido o segundo objetivo específico da pesquisa.

5.3 Processo de peneiramento

Esse tópico visa responder ao terceiro objetivo da pesquisa, que é descrever de forma sucinta o processo de peneiramento que se refere a classificação das partículas por tamanho conforme descrito por Almeida *et al.* (2012), Correia e Couto (2018), e Adonis (2019).

A etapa 3 apresentada na Figura 1, objetivo principal do estudo, será medido o tempo gasto no processo de peneiramento à úmido da amostra para análise granulométrica que segundo Oliveira e Brito (2002) tem como objetivo conhecer a distribuição granulométrica do material e para Da Luz *et al.* (2010) afirmam que o

processo de peneiramento a úmido facilita a passagem dos finos. Nesta etapa, o profissional encarregado da tarefa realiza o *login* nos sistemas, executa a pesagem da amostra em balança semi-analítica integrada e registra os dados. Após, é disponibilizado um conjunto de peneiras sobrepostas obedecendo uma sequência de telas com aberturas de 0,150 mm, 0,074 mm e 0,044 mm para o peneiramento. A amostra é alimentada de forma a ocupar toda a tela e na sequência o conjunto de peneiras é colocado em equipamento vibratório onde o profissional realiza o ajuste de vazão de água para lavagem do material, o travamento das peneiras e aciona o equipamento onde permanecerá em vibração por cinco minutos.

Durante o peneiramento, o material cuja granulometria é inferior às telas das peneiras são coletados em recipiente plástico. Após o término do peneiramento, o operador corta a alimentação de água, destrava o conjunto de peneiras e com auxílio de uma mangueira com água realiza a lavagem coletando o material retido nas telas em recipientes separados. Os recipientes são disponibilizados em superfície aquecida para secagem. O material passante das telas coletado em recipiente plástico é filtrado e disponibilizado para secagem em superfície aquecida. Após a secagem dos materiais retido e passante, inicia-se o processo de pesagem e registro de dados no sistema. O sistema realiza o cálculo do percentual retido em cada fração e o laboratorista avalia as informações e realiza a liberação dos resultados para o cliente de acordo com a especificação desejada finalizando a etapa de peneiramento. O cálculo dessa porcentagem é feito dividindo-se o peso que ficou retido em cada peneira pelo peso total da amostra. O valor resultante é multiplicado por 100 para transformar em porcentagem.

Logo, de acordo com o detalhamento acima, encontra-se respondido o terceiro objetivo específico da pesquisa.

5.4 Identificando a capacidade produtiva

Corroborando aos estudos de Nascimento *et al.* (2014), a análise de tempo de cada atividade é fundamental para o estudo. Esse tópico visa responder ao quarto objetivo da pesquisa, que é identificar a capacidade produtiva de testes de

peneiramento a unidade estudada é capaz de realizar. Abaixo serão apresentadas as tabelas contendo informações detalhadas das atividades para coleta de dados.

Tabela 1 – Formulário para coleta de dados da etapa 1

ETAP A	SUB-ETAPA	ATIVIDADE	PROCESSO	TEMPO MEDIDO	DESCRIÇÃO DETALHADA DA ATIVIDADE
1	1	Login nos sistemas	Cadastro de amostras	-	Ligar o PC, realizar <i>login</i> com credenciais do usuário no <i>Windows</i> e sistema LIMS
	2	Pesagem		-	Realizar a tara da balança descontando recipiente e pesar o recipiente com a polpa
	3	Impressão de etiquetas		-	Imprimir etiquetas com os códigos de cadastro gerados pelo sistema e disponibilizar na área de preparação

Fonte: Elaborada pelos autores

A Tabela 1 descreve detalhadamente o processo de cadastro de amostras subdivido em três sub-etapas. Cada sub-etapa possui uma descrição detalhada da atividade que vai desde ligar o computador para realizar o *login* nos sistemas utilizando as credenciais do usuário e senha tanto para o sistema *Windows* quanto para o sistema LIMS até a impressão de etiquetas contendo as informações essenciais para identificação da amostra como data e hora de coleta da amostra, ponto de amostragem e código sequencial alfanumérico representado por QR *code*¹¹ para facilitar o processo de identificação da amostra nas próximas etapas de análise.

Tabela 2 – Formulário para coleta de dados da etapa 2

ETAPA	SUB-ETAPA	ATIVIDADE	PROCESSO	TEMPO MEDIDO	DESCRIÇÃO DETALHADA DA ATIVIDADE
2	1	Dosagem de ácido acético (vinagre)	Preparação de Amostras	-	Dosar uma porção de ácido acético (vinagre) e adicionar à polpa de amostra
	2	Homogeneização da polpa		-	Agitar a polpa manualmente até a suspensão total do material
	3	Alimentação do filtro de bancada com a polpa e acionamento do equipamento		-	Alimentar o filtro de bancada e acionar o equipamento

¹¹ QR Code: É um código de barras bidimensional, cuja sigla QR, vem do termo em inglês *Quick Response Code*, traduzido em português como “Resposta rápida”. Sendo assim, o QR Code possui muito mais informações que o código de barras comum. Fonte: <https://codigosdebarrasbrasil.com.br/qr-code/>.

4	Filtragem	-	Tempo de filtragem da amostra
5	Quarteamento da torta e disposição do material em equipamento de secagem	-	Realizar o quarteamento da torta com auxílio de uma cruzeta e coletar 1/4 do material para etapa seguinte de secagem
6	Secagem da alíquota para ensaios físicos e químicos	-	Tempo de secagem da amostra
7	Etapas de desagregação do material em peneira	-	Montar peneira + fundo coletor, alimentar o material na peneira e desagregar manualmente; O material retido na peneira deve ser juntado ao material passante novamente
8	Alimentação do equipamento divisor de amostras	-	Alimentar o material no equipamento divisor de amostras
9	Acionamento do equipamento para divisão e quarteamento do material	-	Tempo de quarteamento da amostra
10	Pesagem da alíquota para ensaio físico de peneiramento à úmido	-	Coletar aleatoriamente um dos coletores para pesagem da alíquota para ensaio o teste de peneiramento

Fonte: Autores

A Tabela 2 descreve o processo de preparação de amostras, subdividido em dez sub-etapas, tendo em cada uma a descrição detalhada da atividade a ser desenvolvida contemplando desde a dosagem de ácido acético usado para dispersão das partículas de minério facilitando o processo de filtragem da polpa até a coleta de uma alíquota ou porção destinada para o processo de peneiramento.

Tabela 3 – Formulário para coleta de dados da etapa 3

ETAPA	SUB-ETAPA	ATIVIDADE	PROCESSO	TEMPO MEDIDO	DESCRIÇÃO DETALHADA DA ATIVIDADE
3	1	Login nos sistemas	Peneiramento	-	Ligar o PC, realizar <i>login</i> com credenciais do usuário; abrir o sistema LIMS
	2	Pesagem e registro da alíquota para peneiramento no sistema LIMS		-	Pesar a massa em balança semi-analítica e registrar os dados no sistema LIMS através da interface de dados automática
	3	Montagem e alimentação de		-	Montar o jogo de peneira obedecendo a sequência

	material no jogo de peneiras		conforme procedimento operacional
4	Acionamento do equipamento para peneiramento (5min)	-	Travar o jogo de peneiras no equipamento vibratório e ligar
5	Retirada das frações retidas em recipientes	-	Destrava o conjunto de peneiras e com auxílio de água para lavagem das telas, realiza a coleta das frações retidas em recipientes separados
6	Secagem das frações retidas (<i>oversize</i>); (tempo variável)	-	Tempo de secagem das frações
7	Alimentação do filtro de bancada com o material passante (<i>undersize</i>) e acionamento do equipamento	-	Realiza a filtragem do material passante e após o término disponibiliza para secagem em superfície aquecida
8	Filtragem do material passante (<i>undersize</i>)	-	Tempo de filtragem do material
9	Secagem do material passante (<i>undersize</i>); (Tempo variável)	-	Tempo de secagem do material
10	Pesagem e registro das frações retidas e do material passante no sistema	-	Após a secagem dos materiais, coletar as frações para pesagem e registro no sistema
11	Avaliação e liberação do resultado da análise granulométrica para o cliente	-	Avaliar os parâmetros estabelecidos no sistema e realiza a liberação do resultado para o cliente finalizando a etapa de peneiramento

Fonte: Elaborada pelos autores

A Tabela 3 detalha o processo de peneiramento, objeto principal do estudo. Esta etapa foi dividida em onze sub-etapas tendo em cada uma a informação detalhada da atividade a ser desenvolvida. Nesta etapa foram mapeadas as atividades desde ligar o computador para realizar o *login* nos sistemas até avaliação da análise granulométrica e liberação dos dados de qualidade para o cliente interno que conforme citado por Campos (1999), qualidade define-se como um produto ou serviço que atende de forma confiável às necessidades do cliente.

No período estudado foram realizados 15 ciclos de medições. Estes ciclos contemplam todas as etapas e sub-etapas descritas nas tabelas apresentadas. Os profissionais envolvidos nos processos em que ocorreram as medições aplicaram o método com precisão e confiabilidade.

De acordo com os dados coletados nos ciclos de medições, obteve-se a seguinte média de tempo de cada sub-etapa convertido em segundos conforme as tabelas abaixo.

Tabela 4 – Dados obtidos na etapa 1

ETAPA	SUB-ETAPA	ATIVIDADE	PROCESSO	TEMPO MÉDIO	TEMPO MÉDIO (S)
1	1	Login nos sistemas	Cadastro de amostras	00:01:34	94
	2	Pesagem do recipiente com amostra		00:00:08	8
	3	Impressão de etiqueta		00:01:03	63
Total				00:02:45	165

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme demonstrado na Tabela 4, a etapa 1 que corresponde ao processo de cadastro de amostras, obteve-se o tempo somado às três sub-etapas de 165 segundos, tendo como destaque a sub-etapa 1 com a atividade de *login* nos sistemas que consiste em ligar o computador, entrar com as credenciais do usuário para ambos os sistemas do *Windows* e do *LIMS* resultando em uma média de 94 segundos.

Tabela 5 – Dados obtidos na etapa 2

ETAPA	SUB-ETAPA	ATIVIDADE	PROCESSO	TEMPO MÉDIO	TEMPO MÉDIO (S)	OBSERVAÇÃO
2	1	Dosagem de ácido acético (vinagre)	Preparação de amostras	00:00:13	13	-
	2	Homogeneização da polpa		00:00:26	26	-
	3	Alimentação do filtro de bancada com a polpa e acionamento do equipamento		00:00:35	35	-
	4	Filtragem da polpa		00:05:15	315	Expurgado
	5	Quarteamento da torta e disposição do material em equipamento de secagem		00:00:09	9	-
	6	Secagem da alíquota para ensaios físicos e químicos		00:03:44	224	Expurgado
	7	Etapas de desagregação do material em peneira		00:00:27	27	-
	8	Alimentação do equipamento divisor de amostras		00:00:05	5	-

9	Acionamento do equipamento para divisão e quarteamento do material	00:01:43	103	Expurgado
10	Pesagem da alíquota para ensaio físico de peneiramento à úmido	00:00:31	31	-
Total		00:02:26	146	

Fonte: Elaborada pelos autores

De acordo com a apresentação dos dados da Tabela 5, a etapa 2 que corresponde ao processo de preparação de amostras, obteve-se com a soma do tempo médio das sub-etapas o valor de 146 segundos. Observa-se que foram expurgados o tempo médio das sub-etapas 4, 6 e 9 que representam ao tempo de maquinário em operação. Para atividades em que há tempo gasto na operação de equipamentos ou não há intervenção humana no processo, utilizou-se o termo expurgado¹² face aos estudos de Chiavenato (2004) e Cruz (2008), onde deve-se considerar uma série de aspectos impactantes no tempo medido.

Tabela 6 – Dados obtidos na etapa 3

ETAPA	SUB-ETAPA	ATIVIDADE	PROCESSO	TEMPO MÉDIO	TEMPO MÉDIO (S)	OBSERVAÇÃO
3	1	Login nos sistemas	Peneiramento	00:01:29	89	-
	2	Pesagem e registro da alíquota para peneiramento no sistema LIMS		00:00:20	20	-
	3	Montagem e alimentação de material no jogo de peneiras		00:00:35	35	-
	4	Injeção de água e acionamento do equipamento para peneiramento		00:00:02	2	Expurgado
	5	Retirada das frações retidas em recipientes		00:01:33	93	-
	6	Secagem das frações retidas (<i>oversize</i>)		00:06:43	403	Expurgado
	7	Alimentação do filtro de bancada com o material passante (<i>undersize</i>) e acionamento do equipamento		00:00:32	32	-
	8	Filtragem do material passante (<i>undersize</i>)		00:03:40	220	Expurgado
	9	Secagem do material passante (<i>undersize</i>)		00:04:27	267	Expurgado

¹² Expurgo ou purga é o processo de expurgar, expelir, expulsar, exilar ou eliminar algo, no sentido de desfazer-se de um problema e colocar para fora um objeto com conotação negativa. <https://www.significados.com.br/>.

10	Pesagem e registro das frações retidas e do material passante no sistema	00:01:55	115	-
11	Avaliação e liberação do resultado da análise granulométrica para o cliente	00:00:10	10	-
Total		00:06:34	394	

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme apresentado na Tabela 6, a etapa 3 que corresponde ao processo de peneiramento, sendo esta a última etapa do fluxograma apresentado na Figura 1, obteve-se com a soma do tempo médio das sub-etapas o valor de 394 segundos. Nota-se que foram expurgados o tempo médio das sub-etapas 4, 6, 8 e 9 que representam o tempo de maquinário em operação. Pode-se destacar que a sub-etapa 10 que consiste na pesagem das frações retidas e do material passante obteve-se um tempo de 115 segundos, dado fato que esta atividade requer destreza para que não ocorra erros que possam comprometer todo o processo resultando em retrabalho.

A Tabela 7 abaixo, apresenta-se uma projeção do quantitativo de análise baseando na soma do tempo médio obtido dos ciclos de cronometragens, que abrange um total de três etapas e vinte e quatro sub-etapas.

Tabela 7 – Projeção de análise

ETAPAS	TEMPO TOTAL (S)	PROJEÇÃO HORÁRIA	PROJEÇÃO DIÁRIA	PROJEÇÃO MENSAL
1-2-3	705	5	123	3676

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme os dados apresentados na Tabela 7, a soma do tempo total medido foi de 705 segundos excluindo os expurgos, logo, considerando a escala atual de trabalho de turno ininterrupto de revezamento adotada pela unidade estudada, pode-se projetar utilizando um fator multiplicador de 3600 segundos um quantitativo de 5 análises por hora, 123 análises por dia e 3676 análises por mês.

Considerando os fatores de tolerância como necessidades pessoais e alívio da fadiga, obtém-se os seguintes dados abaixo.

Tabela 8 – Projeção de análise considerando os fatores de tolerância

ETAPAS	TEMPO TOTAL	PROJEÇÃO HORÁRIA	PROJEÇÃO DIÁRIA	PROJEÇÃO MENSAL
--------	-------------	------------------	-----------------	-----------------

1-2-3 705 4 98 2941

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme citado por Peinado e Graeml (2007), o fator de tolerância é calculado de acordo com o que a empresa está disposta a conceder. Conforme os dados apresentados na Tabela 8, a projeção de análise considerando o fator de tolerância de 20% da escala de trabalho, pode-se projetar utilizando fator multiplicador de 3600 segundos um quantitativo de 4 análises por hora, 98 análises por dia e 2941 análises por mês.

A Tabela 9 abaixo será apresentado os dados da demanda atual de quantitativo de análise do processo de peneiramento em atendimento aos clientes internos.

Tabela 9 – Níveis atuais de análise

PROCESSO	MÉDIA DE ANÁLISE HORÁRIA	MÉDIA DE ANÁLISE DIÁRIA	MÉDIA DE ANÁLISE MENSAL
Peneiramento	2	65	1878

Fonte: Elaborada pelos autores

Conforme os dados apresentados na Tabela 9, os níveis atuais de análise para atendimento aos clientes internos estão na média de 2 análises por hora, 65 análises por dia e 1878 análises por mês. Para efeito comparativo entre os dados apresentados, temos as seguintes informações na Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Nível atual x Capacidade

	HORÁRIA	DIÁRIA	MENSAL
Projeção	4	98	2941
Nível atual de análise	2	65	1878
Nível atual x projeção	50,00 %	66,33 %	63,86 %

Fonte: Elaborada pelos autores

Em termos de percentual, conclui-se de acordo com os dados apresentados na Tabela 10 que a demanda atual de análise horária corresponde a 50,00% da capacidade projetada, a de análise diária corresponde a 66,33% e a de análise mensal corresponde a 63,86% da capacidade projetada, logo, pode-se afirmar que a unidade estudada conseguirá absorver um aumento de demanda caso necessário.

Em face aos dados acima, está respondido o quarto objetivo específico da pesquisa.

5.5 Propor melhorias no processo de forma a aumentar sua capacidade analítica

Esse tópico visa responder ao quinto objetivo da pesquisa, que é propor melhorias no processo de forma a aumentar sua capacidade analítica. Conforme descrito por Azzolini (2012) e Chiavenato (1990), a capacidade produtiva se define como a habilidade de gerenciar o tempo e o que a empresa pode produzir em condições normais. De acordo com o percentual comparativo abordado no tópico anterior, pode-se concluir que há espaço para absorção de novas demandas relacionadas ao processo estudado, que demonstra estar com 36,14% de margem disponível para o aumento da capacidade analítica no que diz respeito ao processo de peneiramento.

Com o objetivo de aumentar a margem disponível, propõe-se consultar a área de TI da empresa solicitando uma melhora na integração e *performance* dos sistemas para que o acesso se torne mais eficiente, dado o fato que os resultados obtidos nas etapas 1 e 3 demonstram uma média de 91,5 segundos para atividade de *Login*. Sugere-se a busca no mercado por equipamentos mais modernos de peneiramento e secagem com o objetivo de reduzir o tempo gasto de maquinário em operação. Sugere-se a realização de novos estudos de tempo de peneiramento mecânico que atinja a especificação desejada em menos tempo de processamento e análise e que obedeça às normas vigentes. Propõe-se revisar os procedimentos operacionais a fim de reduzir ou consolidar algumas etapas do processo desde que obedeçam às normas vigentes. Sugere-se a realização periódica de avaliação do tempo de execução das atividades dos funcionários afim de compará-los com o tempo padrão. E por fim aconselha-se a criação de indicadores e metas de tempo de análise baseando-se no tempo padrão obtido.

Logo, de acordo com as citações acima, encontra-se respondido o quinto e último objetivo específico da pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo de caso foi suficiente para responder o objetivo geral da pesquisa, onde identificou-se que a capacidade produtiva se tendo como base a projeção mensal calculada possui oportunidade de melhoria de 36,14% face ao nível atual de análise

granulométrica via peneiramento a úmido bem como também foi possível determinar o tempo padrão do processo aplicando a metodologia de tempos e movimentos.

O estudo proporcionou uma análise geral das etapas que envolvem o processo de peneiramento, onde o primeiro objetivo específico foi identificar os recursos humanos e materiais envolvidos no processo, o segundo foi de realizar o mapeamento das etapas do processo até a análise granulométrica, o terceiro foi de descrever detalhadamente o processo de peneiramento, o quarto foi de identificar a capacidade analítica e o quinto foi de propor melhorias com o objetivo de aumentar a capacidade analítica na unidade estudada.

Separando as atividades por sub-etapas, foi possível detectar alguns fatores importantes para o processo como a demanda de tempo na realização de acesso aos sistemas e tempo de maquinário que ambos têm oportunidade de melhoria no processo. Com este estudo também foi possível estipular o tempo padrão da atividade e adquirir experiência para futuros estudos envolvendo outros processos de análises laboratoriais determinando assim o tempo padrão de todas as atividades de análise de minério de ferro realizadas na unidade.

A obtenção do tempo padrão para cada etapa que envolve o processo de análise granulométrica de amostras de minério de ferro, detalha o processo trazendo importantes dados que podem ser utilizados com o objetivo de aperfeiçoar a gestão da unidade. Além disso, o tempo padrão possibilita a tomada de decisão para os gestores mediante comparação com o tempo de execução dos trabalhadores e a demanda de análises atualmente absorvida, abrindo espaço para absorção de novas demandas relacionadas ao processo de peneiramento.

Na intenção de melhorar os dados apresentados, recomenda-se novos estudos, que devido ao momento atual de pandemia do coronavírus, houve fatores que dificultaram o processo de medição contínua e abrangente, como por exemplo, a cronometragem em uma única equipe e as restrições imposta pela empresa no controle efetivo da pandemia limitando alguns funcionários a exercerem o trabalho local ao apresentarem sintomas gripais. Apesar da capacidade de mão de obra atual

ser considerada suficiente para atingir a demanda exigida, houve momentos em que foram necessários a paralização do estudo para priorização de demandas impostas pela gestão da unidade. A realização de um novo estudo em um cenário pós pandemia contribuirá para uma análise comparativa de dados abrangendo outras equipes.

Diante do que foi apresentado, recomenda-se estudos de medição de tempo abrangendo novos processos laboratoriais corroborando para que se alcance um custo por análise próximo da realidade. Recomenda-se a inscrição do trabalho em programas de melhoria contínua da empresa para que ocorra uma ampla divulgação interna contribuindo para a adesão de outras áreas. Recomenda-se também aplicar o estudo para outros laboratórios da mesma gerência ou até mesmo de outras unidades da empresa na busca de informações importantes para a gestão dos processos.

É de fato importante destacar que este estudo contribuiu de forma significativa para associação e aplicação real do conhecimento teórico adquirido no decorrer do curso de administração.

REFERÊNCIAS

ADONIS, Roberto. Tratamento de minérios. Parte II. 2019. 43f. Geominas: Geologia de Minas e Técnicas de Lavra a Céu Aberto, 2019.

ALMEIDA, Brivaldo G. et al. *Padronização de métodos para análise granulométrica no Brasil*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2012. 11p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 66).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 3082: Minérios de ferro: Procedimentos de amostragem e preparação de amostra*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 99 p.

AZZOLINI, Walther J.; FERRAZ, Fábio J. *Adquirindo controle*. São Carlos: EESCUSP, 2012.

BARNES, Ralph M. *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. 6. ed. São Paulo: Blucher, 1977.

CAMPBELL, John P.; WIERNIK, Brenton M. The modeling and assessment of work performance. *Annual review of organizational psychology*, v. 2, p. 47–74, 2015.

- CAMPOS, Vicente F. *TQC Controle de qualidade total*. Belo Horizonte: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 1999.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Iniciação ao planejamento e controle da produção*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990. 49 p.
- CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à teoria geral da administração*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 57p
- COELHO, José M.; GONZAGA, Ricardo M. Administração científica de Taylor: o homem do tempo. *Administradores.com*, 2010. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/producao-academica/administracao-cientifica-de-taylor-o-homem-do-tempo/318/>. Acesso em: 21 out. 2020.
- CORRÊA, Henrique L.; CORREA, Carlos A. *Administração de produção e operações*. São Paulo: Atlas, 2010.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. Nogueira; CAON, Mauro. *Planejamento, programação e controle da produção*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- CORREIA, Júlio C. G.; COUTO, Hudson J. B. *Classificação e peneiramento*. In: Tratamento de minérios. 6. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCTIC, 2018. cap. 5, p. 225-272.
- CRESWELL, John W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Artmes, 2010.
- CRUZ, Juliana M. *Melhoria do tempo-padrão de produção em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos*. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2010/05/TCCJuliana.pdf>. Acesso em: 01 out. 2020.
- DA LUZ, Adão B.; SAMPAIO, João A.; FRANÇA, Silvia C. A. *Tratamento de minérios*. 5. ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 276 p. 2010.
- DENISI, Angelo S.; MURPHY, Kevin R. *Performance appraisal and performance management: 100 years of progress?* Journal of applied psychology, v. 102, n. 3, p. 421-433, 2017.
- GIL, Antônio C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008
- MACHADO, Simone S. *Gestão da qualidade*: Inhumas: IFG. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 92p., il.
- MARCONI, Mariana A.; LAKATOS, Eva M. *Fundamentos de metodologia científica*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- MARSHALL JUNIOR, Isnard. et al. *Gestão da qualidade*. 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2008. 196p.

MAYNARD, Harold B., STEGEMERTEN, Gustave J.; SCHWAB, John L. *Methods-time measurement*. New York; McGraw Hill, 1948.

MEYERS, Fred E. *Motion and Time Study: For lean manufacturing*, 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1999.

NASCIMENTO, Ronaldo F. et al. *Adsorção: Aspectos teóricos e aplicações ambientais*. E-book. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. 256p. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10267>. Acesso em: 13 jun. 2021.

OLIVEIRA, Antônio M. S.; BRITO, Sérgio N. A. *Geologia de engenharia*. São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, Djalma P. *Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas*. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. *Operações industriais e de serviços*. In: Administração da Produção: Operações industriais e de serviços. 1. ed. Centro Universitário Positivo – UnicenP. v. 1, cap. 2. Estudo de tempos, movimentos e métodos, p. 85-138. Curitiba, 2007.

ROMAN, Darlan J. *Estudo sobre os fatores de competitividade organizacional e seu impacto nas condições operacionais*. 2011. 175 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SAMPAIO, João A.; FRANÇA, Sílvia C. A.; BRAGA, Paulo F. A. (ed.) *Tratamento de minérios: Práticas laboratoriais*. Rio de Janeiro: CETEM, 2007, 138 p.

SLACK, N. et. al. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, Nigel; JOHNSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, Nigel; JOHNSTON, Robert; CHAMBERS, Stuart. *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, Dalvio F. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. São Paulo: Atlas, 2007.

TUBINO, Dalvio F. *Manual de planejamento e controle da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VERGARA, Sylvia C. *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIANA, João H. M.; FERREIRA, Renata O. Análise granulométrica e problemas de dispersão: resultados preliminares na determinação e caracterização da fração silte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO CONQUISTAS E DESAFIOS

DA CIÊNCIA DO SOLO BRASILEIRA, 31., 2007, Gramado. *Resumos....* Porto Alegre: SBCS, Núcleo Regional Sul. UFRGS, 2007. 1 CD-ROM.