CENTRO UNIVERSITÁRIO DE LAVRAS

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PORTFÓLIO ACADÊMICO

GESTÃO DE PROCESSOS E CONTROLES PARA MELHORIA DA QUALIDADE E PERFORMANCE EM EMPRESAS DO SEGMENTO AUTOMOTIVO E DE MINERAÇÃO

ANDRÉ FERREIRA SILVA
LUÍS CARLOS DINIZ

LAVRAS-MG
2023

UNILAVRAS
Centro Universitário de Lavras
www.unilavras.edu.br

ANDRÉ FERREIRA SILVA
LUÍS CARLOS DINIZ

GESTÃO DE PROCESSOS E CONTROLES PARA MELHORIA DA QUALIDADE E PERFORMANCE EM EMPRESAS DO SEGMENTO AUTOMOTIVO E DE MINERAÇÃO

Portfólio Acadêmico apresentado ao Centro Universitário de Lavras, como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, na graduação em Engenharia de Produção.

ORIENTADOR
Prof. Me. Hércules Marzoque

LAVRAS-MG
2023

Ficha Catalográfica preparada pelo Setor de Processamento Técnico
da Biblioteca Central do UNILAVRAS

S586g Silva, André Ferreira.
Gestão de processos e controles para melhoria da qualidade e performance em empresas do segmento automotivo e de mineração / André Ferreira Silva, Luís Carlos Diniz. – Lavras: Unilavras, 2023.

33f.:il.

Portfólio acadêmico (Graduação em Engenharia de Produção) – Unilavras, Lavras,2023.

Orientador: Prof. Hércules Marzoque.

1. Processos. 2. Qualidade. I. Diniz, Luís Carlos. II. Marzoque, Hércules (Orient.). III. Título.

Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS

Portfólio intitulado “Gestão de processos e controles para melhoria da qualidade e performance em empresas do segmento automotivo e de mineração”, de autoria dos graduandos André Ferreira da Silva e Luís Carlos Diniz, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Me. Hercules Marzoque - UNILAVRAS (Orientador)

Prof. Dr Evandro Pereira da Silva - UNILAVRAS (Convidado)

Profa. Drª Luciana Aparecida Gonçalves Oliveira – UNILAVRAS (Presidente da banca)

Aprovado em 11 de novembro de 2023.

Dedico este Portfólio a minha família, aos colegas de graduação e professores da Unilavras que me apoiaram, motivaram e orientaram a chegar até aqui. A todos vocês minha gratidão.

André Ferreira Silva

Dedico este trabalho a Deus e minha amada família, onde sempre estiveram me apoiando e incentivando durante toda minha jornada.

Luís Carlos Diniz

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Geraldo Mateus e Maria da Conceição pelo apoio e compreensão que sempre tiveram comigo. Aos meus irmãos Alexandre e Marcela pela parceria, paciência e orientações.

A minha esposa Silvya pelo amor, orientações e ajuda em todos os momentos.

A meu filho Henrique por ser minha maior inspiração.

Aos professores Hércules Marzoque e Evandro Pereira da Silva, pela orientação, paciência e incentivo.

Ao Unilavras, pela oportunidade de concluir esta graduação.

André Ferreira Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por conceder-me forças para seguir sempre em frente mesmo diante das dificuldades.

A minha querida esposa Michele Reis e o filho Benício Reis Diniz pela paciência, companheirismo e orientações nos percalços encontrados no caminho.

Aos meus amados pais Beatriz da Silva Diniz e Inácio Diniz, pelas orações e conselhos.

Aos Professores Me. Hércules Marzoque e Dr. Evandro Pereira da Silva pelos ensinamentos passados ao longo desta jornada acadêmica.

Luís Carlos Diniz

O que sabemos é uma gota.
O que ignoramos é um oceano.
Isaac Newton
(1643-1727)

LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 1: Fatores determinantes do OEE 8
IMAGEM 2: Dashboard de OEE 9
IMAGEM 3: Estratificação de OEE por equipamento 10
IMAGEM 4: Gráfico de Pareto Perdas 12
IMAGEM 5: Gráfico de Pareto (Equipamento) 12
IMAGEM 6: Quadro de domínio 14
IMAGEM 7: Coleta de Amostra 17
IMAGEM 8: Fluxograma de Amostragem 18
IMAGEM 9: Plano de Amostragem 19
IMAGEM 10: Quarteador de Amostras 21
IMAGEM 11: Fluxograma preparação física 22
IMAGEM 12: Boletim de Solicitação de Análise Química 24
IMAGEM 13: Resultados das Análises Químicas 26

LISTAS DE SIGLAS

QAQC	*Quality Assurance e Quality Control*
QA	*Quality Assurance*
QC	*Quality Control*
Li2O	Óxido de Lítio
PA	Plano de Amostragem
ROM	*Run of mine* /Produção Bruta de Minério
KPIs	*Key Performance Indicators*
OEE	*Overall equipment effectiveness*
TPM	*Total Productive Maintenance*
POPs	Procedimentos Operacionais Padrões
FTQ	*First Time Quality*
4M	Ferramenta empregada na avaliação de um fenômeno
MOD	Mão de obra

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 4
2 DESENVOLVIMENTO 5
2.1 Desenvolvimento do aluno Luís Carlos Diniz 5
2.1.1 Apresentação do local das vivências 5
2.1.2 Vivências profissionais 5
2.1.3 Eficiência Global do Equipamento OEE *(Overall equipment effectiveness)* 6
2.1.4 Controle de Perdas 11
2.5 Desenvolvimento do aluno André Ferreira Silva 15
2.5.1 Apresentação do local das vivências 16
2.5.2 Processo de Amostragem 16
2.5.3 Elaboração do Plano de Amostragem 17
2.5.4 Preparação Física das Amostras 20
2.5.5 Envio das Amostras Para Análise Química 22
2.5.6 Interpretação Dos Resultados de Laboratório 25
3 AUTO AVALIAÇÃO 28
3.1 Autoavaliação do aluno Luís Carlos Diniz 28
3.1.1 Desenvolvimento profissional 28
3.1.2 Desenvolvimento pessoal 28
3.1.3 Perspectiva de formação Continuada 28
3.2 Autoavaliação do Aluno André Ferreira Silva 29
3.2.1 Desenvolvimento Profissional 29
3.2.2Desenvolvimento profissional 29
3.2.3Desenvolvimento pessoal 29
3.1.3 Perspectiva de formação Continuada 29
4 CONCLUSÃO 30
5 REFERÊNCIAS 32

1 INTRODUÇÃO

O presente portfólio foi realizado conforme as experiências profissionais dos alunos durante toda a trajetória do curso de graduação em Engenharia de Produção do Centro Universitário de Lavras – Unilavras, com o objetivo de relatar algumas das atividades desenvolvidas por cada um dos seus integrantes.

Eu, André Ferreira da Silva, irei discorrer de como é realizado o controle de teor do minério de lítio de uma mineradora, abordando uma técnica de amostragem adotada pela empresa para melhor aproveitamento do recurso mineral.

Eu, Luís Carlos Diniz, explanei sobre a vivência em uma grande fábrica de manufatura no setor automotivo. O objetivo geral foi analisar os controles de perdas produtivas e elaborar projetos para o aumento de OEE (Overall equipment effectiveness) dos equipamentos do setor.

Os objetivos específicos deste portfólio foram: analisar dados, avaliar e mapear melhorias nos processos aplicando ferramentas ágeis e da qualidade correlacionando com as disciplinas do curso e a literatura científica atual.

A formação e atuação de um Engenheiro de Produção possui grande diversificação e relevância no setor industrial. As experiências compartilhadas neste portfólio aplicam de forma prática às teorias aprendidas, proporcionando um valor significativo para o nosso desenvolvimento profissional. Elas ilustram claramente as expectativas do mercado em relação aos profissionais da área de engenharia de produção.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Desenvolvimento do aluno Luís Carlos Diniz

Meu contato com o meio industrial se deu um pouco tardio devido às escolhas em outro ramo de atividade, contudo, em 2007 quando tive a oportunidade fiquei deslumbrado com a gama de possibilidades. Este interesse despertou em mim grande vontade de estudar na área e logo ingressei em um curso técnico em química, propício da área em que eu iniciara a trabalhar e também com a facilidade e gosto com a disciplina. Ao concluir o curso técnico ingressei no curso de Química Industrial que me abriu portas para outros ramos iniciando assim uma longa e prazerosa jornada migrando por oito cidades diferentes e três Estados.

Assim, em 2019 cheguei em definitivo em Lavras, oriundo de outra instituição, cursando o 5° período em Engenharia de Produção, escolhi a Unilavras para dar continuidade.

Na jornada da minha vida acadêmica obtive grande embasamento teórico para utilizar na prática em minhas experiências profissionais. A ampla experiência em diversos setores industriais e a liderança de equipes com diferentes culturas locais me permitiram aprimorar minhas habilidades em comunicação e na implementação de melhorias em processos já consolidados. Com a obtenção do título de Engenheiro, poderei aplicar esses conhecimentos e criatividade adquiridos ao longo dos anos de estudos e experiências para seguir atualizando sistemas e contribuindo com os avanços da indústria e agregando valor de forma geral.

2.1.1 Apresentação do local das vivências

As vivências relatadas neste portfólio foram realizadas em uma multinacional do ramo automotivo, setor de autopeças, especificamente na fabricação de amortecedores. O setor onde o desenvolvimento ocorreu foi na fabricação, usinagem de hastes, um dos principais componentes que compõem um amortecedor.

2.1.2 Vivências profissionais

Atualmente exerço a função de *Team Leader* em uma multinacional na fabricação de amortecedores localizada no Sul de Minas Gerais. Atuo no setor de fabricação de hastes, um dos principais componentes que compõem um amortecedor. Desde o princípio das atividades tive a oportunidade de conhecer diversos processos e controles envolvidos. Dentre este leque, estive focado no trabalho de *controler* dos

Key Performance Indicators (KPIs) e melhoria contínua, buscando sempre a alta performance das equipes e equipamentos. Ao decorrer deste tempo, as teorias aprendidas no curso de engenharia de produção foram aplicadas com sucesso na prática, onde consegui aprofundar os conhecimentos em gestão de processos e equipes. As tomadas de decisões ficaram mais assertivas, assim como a eficácia da otimização dos processos. Com isso sigo empenhado no crescimento profissional dentro da organização buscando melhorar a cada dia e assim contribuir ainda mais para o desenvolvimento como um todo.

2.1.3 Eficiência global do equipamento OEE - *Overall equipment effectiveness*

O OEE é a métrica central no Total *Productive Maintenance* (TPM), destinado a detectar e gerenciar perdas de produção, além de identificar oportunidades de aprimoramento para otimizar a produtividade, diminuir custos e prolongar a vida útil das máquinas (STAMATIS, 2010).
Está subdividido em três categorias principais: disponibilidade, desempenho e qualidade. A disponibilidade reflete as perdas causadas por falhas nos equipamentos, o desempenho é afetado pela variação no ritmo, e a qualidade é comprometida por defeitos nos produtos. Este indicador é uma ferramenta essencial para os gestores na tomada de decisões, visando aprimorar a capacidade produtiva e alcançar níveis elevados de eficiência (OLIVEIRA, 2019). Em conformidade com Zattar (2019), esse conjunto de indicadores é capaz de fornecer simultaneamente informações essenciais sobre o tempo de uso das máquinas, o desempenho em comparação com o planejado e a qualidade da produção final em relação às especificações estabelecidas.

Conforme Nakajima (1989), o OEE não é meramente um indicador utilizado nas operações, mas abrange a medição de todas as atividades em um processo. É particularmente recomendado para departamentos com uma alta taxa de produção diária, onde a capacidade de produção desempenha um papel fundamental no resultado final do produto. Os indicadores de OEE permitem avaliar as áreas que necessitam de aprimoramentos e possibilitam a quantificação das melhorias nos equipamentos, seja em células de produção ou linhas de montagem (Jonsson e Lesshmmar, 1999). Conforme apontado por Santos e Santos (2021), o OEE pode identificar as oportunidades mais vantajosas para investimentos em melhorias contínuas em uma área ou linha de produção específica.

O cálculo do OEE é composto pela multiplicação dos três indicadores que o compõem, sendo cada um deles (disponibilidade, performance e qualidade) calculados da seguinte forma:

Disponibilidade:

$$Disp\ (\%) = \frac{\text{Tempo total programado } - \text{ tempo paradas não planejadas}}{\text{Tempo total programado}} x100$$

O fator de disponibilidade está vinculado às interrupções não planejadas das máquinas, incluindo paradas para configuração, bem como falhas ou avarias. O índice de disponibilidade leva em consideração qualquer evento imprevisto que possa ocorrer e resultar em uma interrupção não programada ao longo de um período de tempo significativo (SANT'ANA; SILVA, 2020).

Performance:

$$Perf\ (\%) = \frac{\text{Tempo ciclo x tempo programado}}{\text{Tempo real produzido}} x100$$

A performance das operações está ligada ao tempo e ao ciclo de um processo de produção particular, o qual é afetado pela duração da operação, sujeita a flutuações de velocidade e interrupções (MORAES, 2004).

Qualidade:

$$Qualid\ (\%) = \frac{\text{total de peças produzidas } - \text{ total de refugos}}{\text{total de peças produzidas}} x100$$

Qualidade se refere à proporção entre a fabricação de produtos em conformidade e as perdas devido a defeitos ou avarias. O índice de qualidade leva em consideração a taxa de rejeição de produtos devido a problemas de qualidade (BELLGRAN; SAFSTEN, 2019).

Na figura 1 é apresentado os fatores determinantes de impacto em cada um dos três indicadores que compõem o cálculo do OEE.

Imagem 1: Fatores determinantes do OEE

OEE(%) EFICIÊNCIA GLOBAL DO EQUIPAMENTO		
Disponibilidade do Equipamento (%)	Performance Ocupacional	Qualidade dos Produtos
• Quebra/Falha • Preparação ou ajustes • Desgaste de ferramentas	• Ociosidade • Pequenas Paradas • Velocidade Reduzida	• Refugos • Retrabalhos • Perdas por inicio de produção

Fonte: Moraes (2004, p.45)

Esse relatório demonstra que a métrica do OEE não se limita apenas aos indicadores de operações, mas abrange uma gama de indicadores relacionados a toda a operação. Ela pode ser adaptada e aplicada eficazmente em departamentos com elevados volumes de produção, que se preocupam com a análise das perdas e a melhoria dos processos produtivos (RON; ROODA, 2018). O valor do OEE calculado para uma linha de manufatura pode ser empregado para comparar o desempenho dessa linha com o desempenho de toda a fábrica, destacando, assim, as linhas de produção com baixa performance. “Visto que as máquinas operam de forma individual, a medição do OEE permite identificar aquela com a pior performance, direcionando eficazmente os recursos do TPM para as áreas que necessitam de melhorias” (DAL; TUGWELL; GREATBANKS, 2000, p.1489).

Conforme estudado na disciplina de Gestão da Manutenção, onde aprendemos a controlar e monitorar o funcionamento de máquinas e equipamentos da produção e abordamos o TPM, é primordial ter uma boa disponibilidade dos equipamentos para alavancar o OEE. A Gestão da Qualidade I trouxe a visão de controle de processos, produtos e estatística aplicada para o atendimento e satisfação dos clientes, e há ligação direta com o indicador de qualidade melhorando eficiência dos processos e reduzindo custos. Para uma performance estável, o Planejamento e Controle de Produção nos mostrou quando, onde e como fazer um planejamento eficiente dos recursos para garantir o contínuo funcionamento.

A imagem 2 traz um dashboard com as informações anuais, mensais e semanais do andamento do OEE da área.

Imagem 2: Dashboard de OEE

Fonte: Autoria Própria (2023)

O controle é uma parte vital de qualquer processo. Ele não apenas garante a conformidade com as normas, mas também impulsiona a melhoria contínua (LEWIS, 2010). Na imagem 2 podemos observar os três indicadores estratificados formando o percentual total. O OEE é o produto da multiplicação dos três indicadores (disponibilidade, performe, qualidade). Logo abaixo as semanas do ano com o andamento de cada turno de trabalho. Na lateral esquerda o fechamento mensal final.

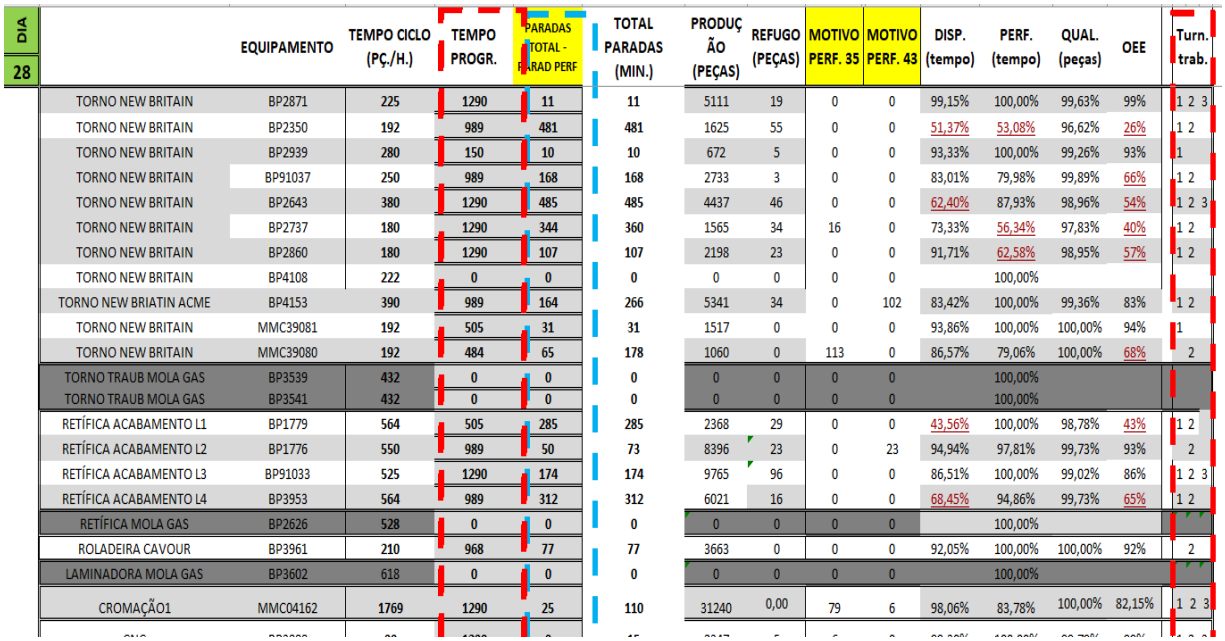
Em conformidade com Shirose (1994), os ambientes de produção que utilizam a métrica do OEE para avaliar sua eficiência costumam registrar níveis de eficiência na faixa de 30% a 60%. Conforme Nakajima (1989) os resultados acima de 85% devem ser considerados muito bons.

Conforme a disciplina de Sistemas da Informação, que ensina a compreender como adquirir, armazenar, processar, analisar e disseminar informações por meio de tecnologias que abrangem hardware, software e redes, desenvolvemos trabalhos com de visualização de painéis com disseminação de informações ágeis. Já no Projeto de fábrica, pudemos aprender mais sobre os 7 desperdícios da produção e conhecer a

fundo o melhor layout e seus fluxos que possuem grande impacto nos indicadores finais.

A Imagem 3 traz um detalhamento produtivo por equipamento onde constam: tempo programado, paradas, refugos até formar os indicadores que compõem o OEE.

Imagem 3: Estratificação de OEE por equipamento



DIA 28	EQUIPAMENTO	TEMPO CICLO (PÇ./H.)	TEMPO PROGR.	PARADAS TOTAL - PARAD PERF	TOTAL PARADAS (MIN.)	PRODUÇÃO (PEÇAS)	REFUGO (PEÇAS)	MOTIVO PERF. 35	MOTIVO PERF. 43	DISP. (tempo)	PERF. (tempo)	QUAL. (peças)	OEE	Turn. trab.
TORNO NEW BRITAIN	BP2871	225	1290	11	11	5111	19	0	0	99,15%	100,00%	99,63%	99%	1 2 3
TORNO NEW BRITAIN	BP2350	192	989	481	481	1625	55	0	0	51,37%	53,08%	96,62%	26%	1 2
TORNO NEW BRITAIN	BP2939	280	150	10	10	672	5	0	0	93,33%	100,00%	99,26%	93%	1
TORNO NEW BRITAIN	BP91037	250	989	168	168	2733	3	0	0	83,01%	79,98%	99,89%	66%	1 2
TORNO NEW BRITAIN	BP2643	380	1290	485	485	4437	46	0	0	62,40%	87,93%	98,96%	54%	1 2 3
TORNO NEW BRITAIN	BP2737	180	1290	344	360	1565	34	16	0	73,33%	56,34%	97,83%	40%	1 2
TORNO NEW BRITAIN	BP2860	180	1290	107	107	2198	23	0	0	91,71%	62,58%	98,95%	57%	1 2
TORNO NEW BRITAIN	BP4108	222	0	0	0	0	0	0	0		100,00%			
TORNO NEW BRIATIN ACME	BP4153	390	989	164	266	5341	34	0	102	83,42%	100,00%	99,36%	83%	1 2
TORNO NEW BRITAIN	MMC39081	192	505	31	31	1517	0	0	0	93,86%	100,00%	100,00%	94%	1
TORNO NEW BRITAIN	MMC39080	192	484	65	178	1060	0	113	0	86,57%	79,06%	100,00%	68%	2
TORNO TRAUB MOLA GAS	BP3539	432	0	0	0	0	0	0	0		100,00%			
TORNO TRAUB MOLA GAS	BP3541	432	0	0	0	0	0	0	0		100,00%			
RETÍFICA ACABAMENTO L1	BP1779	564	505	285	285	2368	29	0	0	43,56%	100,00%	98,78%	43%	1 2
RETÍFICA ACABAMENTO L2	BP1776	550	989	50	73	8396	23	0	23	94,94%	97,81%	99,73%	93%	2
RETÍFICA ACABAMENTO L3	BP91033	525	1290	174	174	9765	96	0	0	86,51%	100,00%	99,02%	86%	1 2 3
RETÍFICA ACABAMENTO L4	BP3953	564	989	312	312	6021	16	0	0	68,45%	94,86%	99,73%	65%	1 2
RETÍFICA MOLA GAS	BP2626	528	0	0	0	0	0	0	0		100,00%			
ROLADEIRA CAVOUR	BP3961	210	968	77	77	3663	0	0	0	92,05%	100,00%	100,00%	92%	2
LAMINADORA MOLA GAS	BP3602	618	0	0	0	0	0	0	0		100,00%			
CROMAÇÃO1	MMC04162	1769	1290	25	110	31240	0,00	79	6	98,06%	83,78%	100,00%	82,15%	1 2 3

Fonte: Autoria Própria (2023)

Este é um controle de grande importância para pontuar quais tiveram menor eficiência produtiva.

Ainda em Projeto de Fábrica, aprendemos que a eficiência está relacionada à forma como uma tarefa é executada, efetuando com qualidade, mas nem sempre atingindo o objetivo. Já o eficaz faz o que é certo para atingir o objetivo inicialmente planejado.

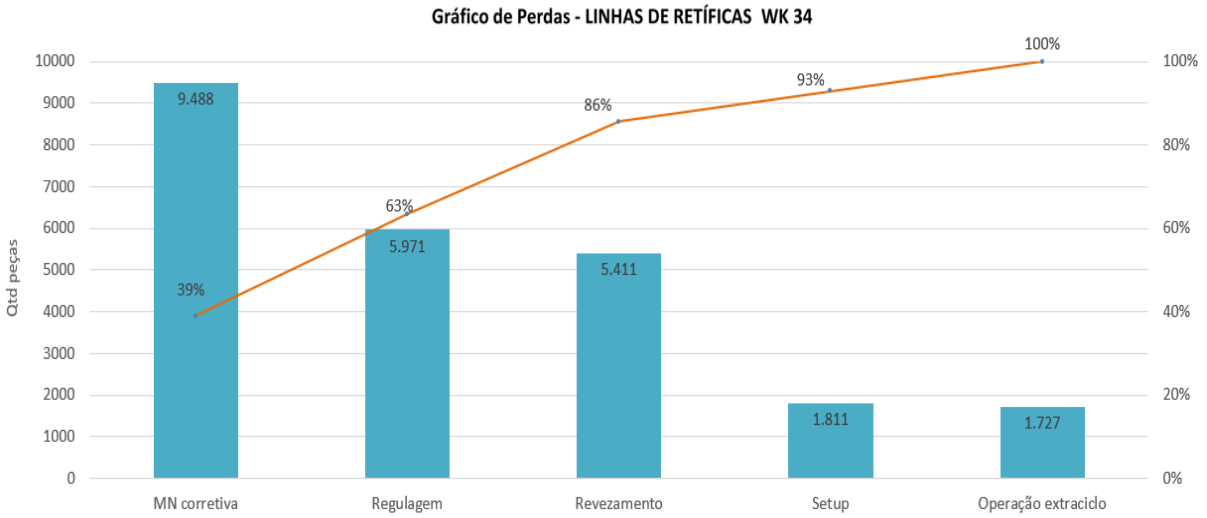
Na disciplina de Controle Estatístico da Qualidade aprendemos métodos com o propósito de supervisionar os resultados de um processo de produção, empregando indicadores que assegurem a qualidade do produto. Nota-se que apesar de um OEE final por equipamento não satisfatório, o indicador de qualidade segue sempre acima dos 98%, mostrando um robusto controle estatístico.

2.1.4 Controle de perdas

Intrinsecamente ligado ao OEE temos as perdas nos processos que ocasionam paradas, quebras, falhas dentre outros. É compreensível que toda forma de perda dentro de uma empresa ou em um processo produtivo possa impactar o desempenho da organização, a eficiência e a qualidade em geral. Uma vez que a presença de perdas não contribui de forma positiva, é fundamental identificar as causas subjacentes dessas perdas. Ao fazê-lo, torna-se possível desenvolver um plano de intervenção ou ação para minimizá-las, como destacado por Marques (2013). O início do processo de aprimorar as condições de utilização de um equipamento específico envolve a identificação das suas perdas. O OEE foi concebido a partir das seis principais perdas dos equipamentos: substituição de ferramentais, quebra de máquinas, constantes paradas de pequeno porte, redução da velocidade, qualidade, e desaceleração do rendimento (SLAK, 2013). Os cálculos das perdas derivam da folha resumo de dados. Essa análise é crucial para identificar as áreas com maior potencial de aumentar o valor do OEE, sendo que as maiores oportunidades se encontram nas regiões onde as perdas são mais significativas (RAMOS; MELLO; BERNARDO JUNIOR, 2019). Para controle de perdas é utilizado uma ferramenta muito útil, o Diagrama de Pareto (imagem 4) onde sua finalidade é ressaltar a importância de todas as condições, a fim de selecionar o ponto de partida para resolver o problema, identificaress sua causa raiz e acompanhar o progresso (MACHADO, 2016).

Na imagem 4 é apresentado um Gráfico de Pareto ordenando da maior para menor perda.

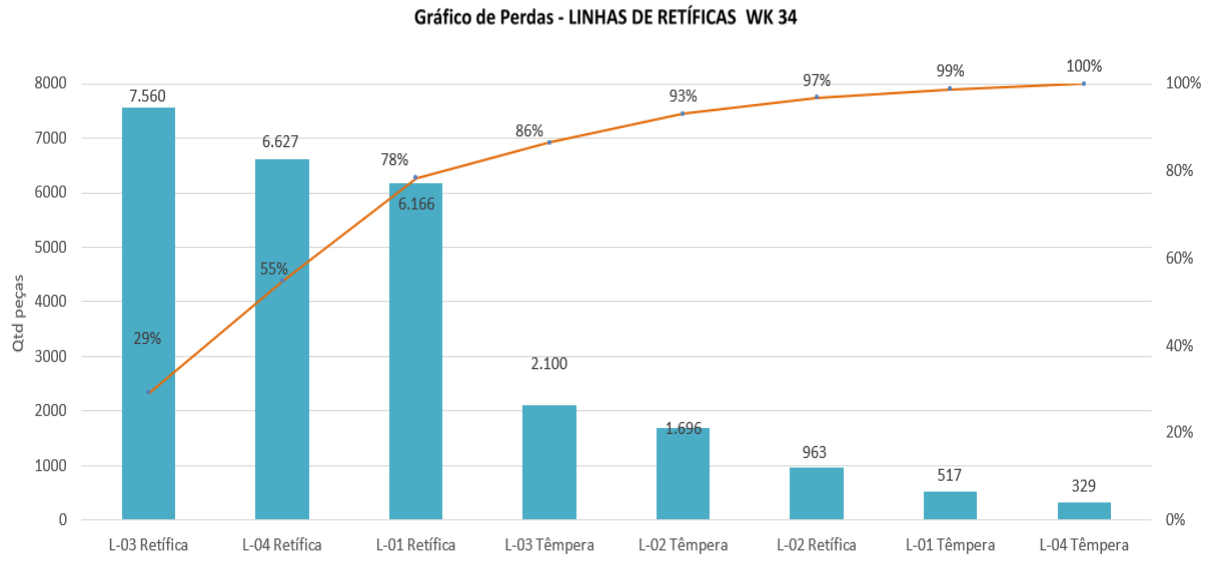
Imagem 4: Gráfico de Pareto (Perdas)



Fonte: Autoria Própria (2023)

Imagem 5 estratifica o equipamento de maior para menor perda.

Imagem 5: Gráfico de Pareto (Equipamento)



Fonte: Autoria Própria (2023)

O Diagrama de Pareto é reconhecido como uma das sete ferramentas fundamentais da gestão da qualidade e se baseia no princípio de que 80% das consequências advêm de 20% das causas. De acordo com Koch (2015), o Princípio

80/20 destaca um desequilíbrio entre causas e resultados, onde a maioria tem um impacto reduzido e uma minoria tem um impacto significativo. O Diagrama de Pareto facilita a visualização dos defeitos ocorridos no processo de produção, permitindo a análise da frequência das falhas antes e após as melhorias implementadas (SHIBA et al., 1997). Ele desmembra um problema maior em diversos problemas menores, tornando-os mais acessíveis de serem resolvidos com a participação dos colaboradores da empresa (COSTA; LIMA, 1994).

Conforme apontado por Tangen (2013), as medições que fornecem indicadores de problemas são amplamente empregadas na melhoria da qualidade e produtividade em sistemas de manufatura. Essas medições servem como alicerce para que os gestores tomem decisões mais precisas acerca da produção e alocação de recursos a longo prazo de maneira mais eficaz. Nos estudos de Gestão da Qualidade II, aprofundamos nas ferramentas de gestão. O Pareto foi uma delas que forneceu informações importantes para controles.

No Planejamento Estratégico compreendemos os conceitos básicos e os tipos de planejamento, assim como metodologias, controle e avaliação de estratégias para sermos mais assertivos nas e direcionar esforços em perdas que realmente impactam na produção.

A Imagem 6 mostra o quadro de domínio com os KPIs diários da usinagem de hastes. Nele contém as informações relevantes para área.

Imagem 6: Quadro de domínio

Fonte: Autoria Própria (2023)

A gestão à vista cria um ambiente de prestação de contas mútua. Quando todos veem os resultados, cada indivíduo se considera responsável por contribuir para o êxito. (LEWIS, 2015). É imprescindível ter um tempo para reportar para as equipes o andamento do trabalho dos mesmos. O envolvimento de todos cria um ambiente transparente e competitivo.

A coluna 1 da imagem 6 é composta por dados de segurança com a pirâmide de Heinrich que informa a gravidade e severidade dos acidentes ocorridos. A cruz verde indicando acidentes de maior e menor gravidade e quase acidentes.

Também há uma lista com todos os Procedimentos Operacionais Padrões (POPs) da área e um informativo semanal de lotação com a produção esperada. A coluna 2 é constituída por informações de qualidade: O “Q” de qualidade com dados de não conformidades gerais. O controle de FTQ, refugos gerados e percentual diário.

JOB Observation de operações pré definidas e o plano 4M (método, máquina, MOD, matéria prima). Na coluna 3 coluna os dados de produção: OEE, Produtividade, alocação de pessoas com processos críticos, e a tabela de capacitação das pessoas. Junto ao quadro o *Kaizen Journal*, ferramenta do sistema Lean Manufacturing de grande importância para sustentação das orientações.

De acordo com o estudado em saúde e Segurança do Trabalho que abordou as principais regulamentações abrangendo a organização de serviços de saúde ocupacional, higiene no trabalho e medidas de proteção individual e coletiva, a Pirâmide de Heinrich indica que 88% dos acidentes são resultantes dos denominados comportamentos inseguros. Em Processos de Fabricação discutimos os principais processos de fabricação utilizados na indústria, onde detalhamos a usinagem do setor metal mecânico e tive a oportunidade de aprender a teoria do que vivencio na prática. Bem como a disciplina de Metrologia, fundamental em meu ramo, tive o ensejo de aprender e repassar os conhecimentos dos instrumentos metrológicos tais como: Paquímetro, micrômetro e relógio comparador.

2.5 Desenvolvimento do aluno André Ferreira Silva

Atuando há 16 anos no setor mineral, com bens minerais de ouro, lítio, tântalo, estanho, feldspatos e agregados para construção civil, possui experiência em pesquisa mineral, planejamento de programas exploratórios como amostragem geoquímica de solo, rocha, sedimento de corrente, planejamento e coordenação de campanha de sondagem rotativa diamantada e trado, incluindo implantação de programas de qualidade QaQC (Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade) e validação de banco de dados. Experiência em supervisão de mina, apoio para planejamento de lavra de curto, médio e longo prazo, perfuração e desmonte de rocha, carga e transporte, geologia de mina, processo de cominação e classificação através de britagem, peneiramento e concentração gravimétrica. Atualmente atuando como coordenador de produção.

O desejo em aperfeiçoar o conhecimento acadêmico na área de produção industrial, me motivou a iniciar a graduação em engenharia de produção no Unilavras, onde foi possível perceber que a cada período concluído não restava dúvidas de que havia feito a melhor a escolha, onde percebi que através das disciplinas de gestão da qualidade, planejamento estratégico e projeto integrador, que foram trabalhadas de

forma multidisciplinar, contribuíram para o desenvolvimento e aprimoramento das operações de controle de qualidade de minério na lavra

2.5.1 Apresentação do local das vivências

As vivências relatadas neste portfólio foram realizadas em uma mineradora multinacional que extrai e beneficia pré-concentrado de espodumênio, localizada na região do sul de Minas Gerais.

2.5.2 Processo de amostragem

Para Godoy (1998), o momento atual mineração é marcado pela alta tecnologia, alta produtividade e esforços concentrados na proteção do meio ambiente. Desta forma, é importante que minério que enviado para planta de beneficiamento tenha um controle de qualidade de acordo às exigências em termos econômicos e ambientais, de forma a encaminhar o minério com o teor de lítio ideal para usina de beneficiamento e destinar o quantitativo de material estéril, para a pilha, promovendo um aproveitamento sustentável da jazida e contribuindo para a preservação ambiental.

A premissa da amostragem consiste na obtenção de uma porção, chamada de amostra, que seja representativa de todo o universo amostrado. Essa amostra é adquirida por meio da extração modular do material a ser amostrado, integrando-se à composição da amostra primária ou global de maneira a assegurar sua representatividade em relação ao conjunto amostrado (FRANÇA, 2010).

A garantia da qualidade (QA) envolve todo o processo, de maneira que se faz responsável em definir os pré-requisitos que serão empregados dentro do controle de qualidade (QC) em todas as etapas da amostragem, ela irá garantir a organização dos projetos para serem entregue conforme planejamento, de forma a prever possíveis falhas, elaboração de procedimentos operacionais e controle das especificações (BORGAÇON, 2004).

Na industrial mineral, a amostragem é responsável pela estimativa de teores e tonelagem de grandes massas mineralizadas. Todas as decisões de um projeto mineiro são tomadas baseadas em resultados químicos (teores) de amostras (CURI, 2014).

A etapa de amostragem na mineração, faz parte do plano estratégico operacional da empresa com foco em atingir o melhor aproveitamento do recurso

mineral. Conforme estudado na disciplina de planejamento estratégico, um processo sistêmico permitirá escolher a melhor opção a ser seguido por uma organização, para garantir o alcance das metas.

Os sistemas de amostragem devem ser adotados em todas as etapas do processo, é importante salientar que uma amostragem malconduzida poderá ocasionar em grandes prejuízos ou em desvios de resultados com consequências técnicas incalculáveis (GÒES, 2004).

É necessário entender algumas definições do processo de amostragem:

- população é a porção maior do material.
- lote é quantidade finita de material separado para uma utilização especifica,
- incremento é um grupo de fragmentos extraído de um grande volume em um único dispositivo de amostragem.
- uma amostra é reunião de vários incrementos.
- amostra é uma parte do lote, geralmente obtida pela união de vários incrementos ou frações do lote, e cujo objetivo e representá-lo nas operações subsequentes.
- espécime é uma parte do lote obtido sem respeitar as regras da teoria da amostragem (GY, 2004).

A seguir imagem 7 apresenta o processo de perfuração de rocha, coleta e o quarteamento da amostra e a imagem 8 apresenta o fluxograma do processo de amostragem.

Imagem 7: Coleta de amostra.

a) Perfuração de rocha b) Quarteamento da amostra

Fonte: Autoria Própria (2023)

Imagem 8: Fluxograma amostragem.

Autoria Própria (2023)

A imagem 7 apresenta como é realizado a coleta de amostra na área da mina. Os operadores coletam todo o pó de rocha proveniente da perfuração (a), e faz a redução do volume da massa através do quarteador (b). A amostragem é, uma das operações mais complicada e suscetível de produzir erros na mineração (GÓES, 2004).

Uma das maneiras de realizar o processo de controle da qualidade na mineração é utilizando os furos de desmonte para coleta de amostras do local a ser explorado. Amostras, para controle de teor, muitas vezes resultam de campanhas de amostragem de furos de desmonte (PITARD, 2018).

2.5.3 Elaboração do plano de amostragem

Para se conseguir amostras representativas, é de fundamental importância que as normas de amostragem sejam bem estabelecidas. Se os procedimentos de coleta e escolha de amostras, não forem conduzidos de forma correta e eficiente, os resultados das análises poderão não representar às particularidades original da massa, podendo nos levar a resultados incorretos (SILVA, 2016).

Na empresa onde foram realizadas as atividades, utiliza-se um PA (Plano de Amostragem) padrão com as informações necessárias para preenchimento do banco de dados interno. Uma amostragem específica foi realizada em 18 furos, numerados de BHVG0001 a BHVG0018, conforme imagem 9.

Imagem 9: Plano de amostragem.

Plano de Amostragem (PA)								
Furo	**Amostra**	**QAQC**	**De (m)**	**Até (m)**	**Bancada (Altitude)**	**Mina**	**Amostrador**	**Data**
BHVG01	0001		0,00	9,25	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG02	0002		0,00	10,8	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG03	0003		0,00	11,48	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG04	0004		0,00	12,4	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG05	0005		0,00	7,5	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG06	0006		0,00	8,2	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG07	0007		0,00	9,23	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG08	0008		0,00	10,45	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG09	0009		0,00	11,18	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG10	0010		0,00	11,45	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG11	0011		0,00	11,44	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG12	0012		0,00	10,51	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG13	0013		0,00	10,13	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG14	0014		0,00	9,09	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG15	0015		0,00	8,91	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG16	0016		0,00	9,25	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG17	0017		0,00	10,93	780	A	André Silva	23/08/2023
BHVG18	0018		0,00	11,03	780	A	André Silva	23/08/2023
	0019	Branca						
	0020	Padrão						

Fonte: Autoria Própria (2023)

A imagem 9 detalha como é o plano de amostragem adotado pela empresa, informações do nome do furo, número da amostra, intervalor de coleta da amostra, bancada amostrada, corpo amostrado, responsável pela amostragem e a data são extremamente importantes para o controle operacional da atividade.

O plano de amostragem adere a determinadas normas de qualidade, compreendendo as definições da área amostrada, do objetivo e da sequência de operações a serem executadas (FARIA JUNIOR; TOMI; SANT'AGOSTINO; COIMBRA, 2018). O plano de amostragem contribui para reduzir, ou mesmo eliminar, possíveis erros ocorridos durante o processo, tais como troca de amostras por etiquetagem indevida, contaminação (GÓES, 2014). É necessário compreender as etapas do plano de amostragem antes de amostrar um material, tendo como foco garantir uma boa amostragem (POSSA, 1986).

Durante o preenchimento do PA, o conhecimento adquirido nas disciplinas de projeto integrador e planejamento estratégico foram colocadas em práticas, onde o plano de amostragem faz parte do plano estratégico operacional da empresa pelo fato de concentrar informações da localização das amostras. Nessa etapa do processo é necessário envolver outras áreas da organização para discutir sobre o plano de amostragem (PA). Durante as aulas de projeto integrador sempre fomos instigados a interagir com outros departamentos.

2.5.4 Preparação física das amostras

A preparação da amostra depende de um conjunto de etapas necessárias para moldar a amostra ao método de determinação do critério de qualidade, podendo ser a secagem, homogeneização e quarteamento. Enquanto a determinação de um critério de qualidade consiste em análises que visam definir de forma qualitativa a área amostrada, tais como teores de diversos elementos (FARIA JUNIOR; TOMI; SANT'AGOSTINO; COIMBRA, 2018).

Na empresa onde realizei o estudo as amostras são secadas a uma temperatura de 100ºC a 105°C por um período de 70 a 80 minutos, onde esta etapa tem como objetivo retirar a umidade do material. Após secagem as amostras passam pelo processo de homogeneização que visa obter uma distribuição mais uniforme. A etapa seguinte é o quarteamento que é realizar a redução da massa em frações menores.

A imagem 10 mostra o quarteador que é utilizado para realizar a redução de amostras de 40kg para 10kg de massa e a imagem 11 apresenta o fluxograma de preparação física das amostras.

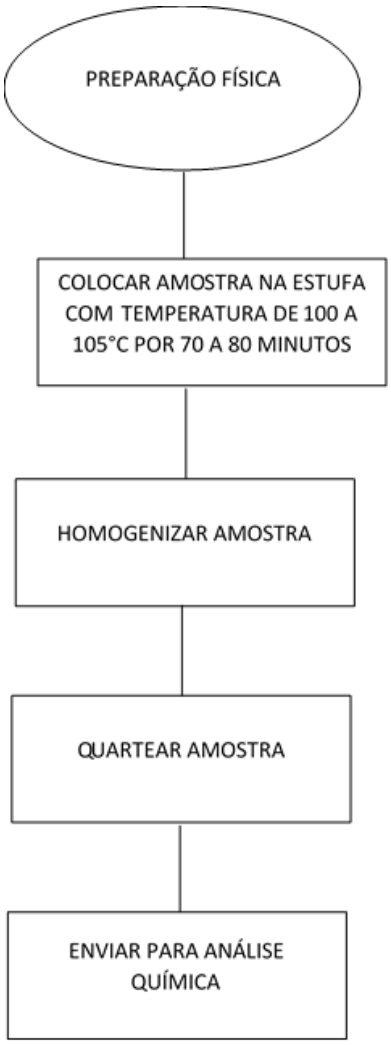
Imagem 10: Quarteador de amostras.

Fonte: Autoria Própria (2023)

A imagem 10 apresenta a foto do quarteador utilizado para redução da massa da amostra. Para se conseguir uma amostra final é importante que a amostra inicial seja repartida em partes de menor massa. A etapa que realiza essa atividade é chamada de quarteamento.

A amostra primária possui massa grande e se faz necessário adequar para a realização de análises e testes de processamento. Por isso, a amostra primária passa por etapa de diminuição de massa resultando assim em uma amostra final (FARIA JUNIOR; TOMI; SANT'AGOSTINO; COIMBRA LEITE 2018). Quarteamento é a divisão de amostras minerais em duas partes, representativas da amostra primária (SAMPAIO, 2007). Quarteamento é a etapa onde se extrai da amostra primaria, uma amostra com massa menor, homogênea e representativa da amostra que será enviada para análise (GIRODO, 1999).

Imagem 11: Fluxograma preparação física



Fonte: Autoria Própria (2023)

No desenvolvimento deste processo foram colocados em práticas conhecimentos adquiridos nas disciplinas de projeto integrador quando se faz necessário trabalhar em conjunto com um time multidisciplinar, gestão da qualidade pois é necessário assegurar que as amostras não serão misturadas durante o processo e a disciplina de planejamento estratégico que se fez presente no momento que é avaliado a realização das atividades conforme norma e documentos da organização.

2.5.5 Envio das amostras para análise química

Após realizar toda preparação física, as amostras são enviadas para análise química utilizando o aparelho espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado

indutivamente (ICP-OES) sendo este, o equipamento mais confiável para detectar o elemento lítio. O envio para o laboratório é feito por lote composto de vinte amostras, nas quais as duas últimas sempre serão as referências de QAQC (Garantia de Qualidade e Controle de Qualidade) denominadas amostras padrão e branca conforme procedimento interno criado pela engenharia do grupo.

Para realizar a análise química do elemento lítio, é utilizado o aparelho ICP OES. A técnica de ICP-AES apresenta excelente aplicabilidade na análise de elementos como o berílio, o lítio, o fósforo, o enxofre e o silício (TYLER, 2014).

O formulário interno denominado boletim de solicitação de análise química, é utilizado para solicitar os serviços ao laboratório e garantir que não ocorra erro de intepretação para o lote de amostras, conforme padronização interna da empresa.

Problemas de qualidade pode impactar nos clientes, comprometendo a competitividade da empresa no mercado, aumentando os custos de produção de um produto ou serviço (RITZMAN; KRAJEWSKY, 2004). Nos procedimentos internos da empresa fica explícita a necessidade de utilização do boletim de solicitação de análise química. De acordo com Carvalho e Paladini (2012), o principal objetivo da qualidade é atender as necessidades do cliente.

A imagem 12 demostra o modelo do arquivo denominado boletim de solicitação de análise química que é necessário preencher.

.

Imagem 12: Boletim de solicitação de análise química

Solicitação de Análise Química					
Amostra	**Setor**	**Solicitante**	**Método**	**Elemento**	**Data**
0001	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0002	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0003	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0004	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0005	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0006	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0007	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0008	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0009	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0010	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0011	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0012	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0013	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0014	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0015	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0016	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0017	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0018	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0019	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023
0020	Geologia	André Silva	ICP-OES	Li_2O	24/08/2023

Fonte: Própria Autoria (2023)

A imagem 12 apresenta os dados que são necessários preencher para solicitar ao setor de laboratório químico qual elemento de interesse é para ser analisado e em qual método. O plano de amostragem é um documento de controle interno e faz parte do controle de qualidade (QC). De acordo Chieregati (2007) o plano de amostragem faz parte do sistema de garantia de qualidade (Quality Assurance – QA) e de procedimentos de controle de qualidade (Quality Control – QC).

No decorrer dessa atividade, conhecimentos adquiridos nas disciplinas de projeto integrador, gestão da qualidade e planejamento estratégico foram utilizados nessa rotina, conforme mencionado um dos principais pilares da gestão da qualidade é pensar no cliente e isto está presente durante esta etapa. O planejamento estratégico de uma empresa e suas metas precisam estar alinhados aos objetivos que os clientes interno e externo esperam, o conhecimento adquirido na disciplina de

projeto integrador foi fundamental para o desenvolvimento do relacionamento interpessoal com os colegas de trabalho do laboratório.

2.5.6 Interpretação dos resultados de laboratório

Esta interpretação teve como alvo os teores de óxidos de lítio e sua influência para qualidade do minério que será lavrado, cujo foco é maximizar o do recurso mineral para atender a especificação de qualidade, que será utilizado para alimentar a usina de pré-concentrado de espodumênio, que necessita de um teor mínimo de 0,90% de Li_2O.

Os resultados emitidos pelo laboratório, só passam a ter validade após análise criteriosa das amostras de QaQC, conforme plano de amostragem (imagem 9), onde as amostras 0019 e 0020 são respectivamente brancas e padrão.

Amostra branca é constituída por 99% de sílica e não tem presente o elemento analítico de interesse, a padrão é a amostra que contém o elemento analítico de interesse como valor conhecido.

A imagem 13 apresenta os resultados das análises químicas de cada amostra, emitidas pelo laboratório.

Imagem 13: Resultados das análises químicas

Resultados das Análises Químicas			
Amostra	**Método**	**Li_2O**	**Data**
0001	ICP - OES	1,27	25/08/2023
0002	ICP - OES	1,11	25/08/2023
0003	ICP - OES	0,99	25/08/2023
0004	ICP - OES	1,07	25/08/2023
0005	ICP - OES	0,99	25/08/2023
0006	ICP - OES	1,02	25/08/2023
0007	ICP - OES	1,12	25/08/2023
0008	ICP - OES	1,21	25/08/2023
0009	ICP - OES	1,21	25/08/2023
0010	ICP - OES	1,09	25/08/2023
0011	ICP - OES	1,27	25/08/2023
0012	ICP - OES	1,56	25/08/2023
0013	ICP - OES	0,98	25/08/2023
0014	ICP - OES	0,81	25/08/2023
0015	ICP - OES	1,20	25/08/2023
0016	ICP - OES	1,11	25/08/2023
0017	ICP - OES	1,24	25/08/2023
0018	ICP - OES	1,19	25/08/2023
0019	ICP - OES	0,05	25/08/2023
0020	ICP - OES	0,78	25/08/2023

Fonte: Própria Autoria (2023)

Os valores apresentados foram considerados resultados satisfatórios para alimentar a usina de beneficiamento, inclusive permite a realizar um *blend* com minério de Lí$_2$O de baixo teor.

A imagem 13 traz os resultados para elemento Li_2O, para as amostras 0019 e 0020, foram de 0,05 e 0,78%, valor coerente com o padrão de qualidade exigido, pois a amostra branca não contém lítio na sua composição. De acordo com o resultado conclui-se que não houve contaminação do lote de amostras durante o manuseio e processamento, já a padrão é uma amostra certificada que contém os valores mínimo e máximo de óxido de lítio detectável, sendo o valor mínimo 0,66% e o valor máximo 0,88%.

A composição química do minério é critério fundamental para garantir o controle do processo produtivo da mineração (HODOUIN, 2001). Após analisar os resultados emitidos pelo laboratório, é enviado um relatório com as informações da

qualidade do minério, para a equipe de produção (LAGE, 2008). Em uma mineradora o laboratório, é responsável por fornecer resultados para o processo, além de analisar amostras que precisam ser feitas durante a vida útil do processo de extração do empreendimento (ALMEIDA, 2010).

Na realização dessa atividade conceitos aprendidos na disciplina de projeto integrador foram colocados em prática que trabalhar as relações com outras áreas da empresa. Neste caso, o setor de produção trabalhando em conjunto com equipe do laboratório, o controle dos dados que envolve a cadeia produtiva da empresa de acordo com as normas internas da empresa é de fundamental importância para negócio conforme mencionado na matéria de gestão da qualidade.

3 AUTOAVALIAÇÃO

3.1 Autoavaliação do aluno Luís Carlos Diniz

3.1.1 Desenvolvimento profissional

Os aprendizados em engenharia de produção agregados à minha formação técnica concederam-me habilidades indispensáveis para lidar com desafios de gestão de processos, pessoas e projetos. Os conhecimentos adquiridos me permitiram ser mais assertivo nas ações e escolhas do dia a dia do trabalho e em situações de grande pressão e estresse, bem como me deixou mais focado, organizado e disciplinado.

3.1.2 Desenvolvimento pessoal

Foram muitos os desafios nesta jornada para alcançar o título de Engenheiro de Produção, incluindo a drástica mudança de ramo de trabalho e faculdade. Conciliar estas mudanças exigiram grande determinação e perseverança, contudo com esforço e garra, consegui superar esses percalços e alcançar minhas metas. Este título teve grande peso em minha vida profissional e me sinto apto para os próximos desafios que virão.

3.1.3 Perspectiva de formação continuada

Para dar sequência em meu futuro profissional, já estou em andamento em uma pós-graduação na área de Gestão Industrial, área onde atuo a longa data. Pretendo dar sequência nos estudos de uma segunda língua, o inglês, fundamental para expandir os horizontes, ultrapassar fronteiras e ficar mais apto para o mercado de trabalho, pois as oportunidades aparecerão e os mais preparados é que estarão prontos.

3.2 Autoavaliação do aluno André Ferreira Silva

3.2.1 Desenvolvimento pessoal

Os aprendizados em engenharia de produção me proporcionaram habilidades técnicas e analíticas que foram de extrema importância para superar os desafios da área de controle de qualidade de minérios. Os aprendizados adquiridos me permitiram ser um profissional mais preparado e motivado para enfrentar situações complexas no ambiente de trabalho.

3.2.2 Desenvolvimento profissional

Para minha carreira profissional foi de muita relevância, foi possível aprimorar as minhas habilidades e ampliar meus conhecimentos. Os resultados obtidos com o trabalho foram satisfatórios, pois todos os objetivos foram atingidos dentro dos prazos estabelecidos, mostrando que a organização do trabalho foi bem-sucedida. Essa graduação foi e é fundamental para a gestão da minha carreira profissional.

3.2.3 Perspectiva de formação continuada

Futuramente pretendo ingressar na Pós-Graduação voltada para gestão de pessoas, umas das áreas que sempre me chamou atenção por proporcionar desafios.

4 CONCLUSÃO

Chegamos agora ao fim de mais uma trajetória em nossa jornada acadêmica, na qual trabalhamos arduamente para alcançar bons resultados e assim concluir o curso de graduação em engenharia de produção.

Eu, André Ferreira Silva, concluo que meu objetivo de relatar minha vivência profissional sobre os principais processos envolvidos no processo de amostragem de uma mineradora com foco no elemento lítio foi atingido, ao abordar processos de amostragem, destaco a importância dos conceitos fundamentais da Engenharia de Produção dos procedimentos que a reagem. A coleta de amostras, preenchimento do plano de amostragem, preparação física, envio das amostras para análises química e interpretação dos resultados são elementos cruciais para garantir a qualidade de um processo de amostragem. Esses conhecimentos são indispensáveis para o controle de qualidade do minério.

Ao utilizar este portfólio como fonte de contribuição e referência para o seu próprio trabalho, é essencial lembrar que o planejamento da amostragem, demanda conhecimento das metodologias de amostragem para definir qual a melhor opção usar, de forma a garantir o sucesso do processo. Enfim, sugiro sempre que faça o melhor planejamento antes de realizar uma amostragem, desta forma você estará aumentando suas chances de obter sucesso.

Neste portfólio, eu Luís Carlos Diniz, explorei e exemplifique vivências profissionais na área de produção com controles de OEE (Overall Equipment Effectiveness) e KPIs (Key Performance Indicators). Ao longo dessa jornada, foi possível identificar importantes conclusões que fornecem uma visão aprofundada sobre a gestão da eficiência operacional e do desempenho em ambientes industriais.

Pude avaliar a relevância crítica do controle de OEE e KPIs para o sucesso operacional e estratégico de uma organização. As vivências profissionais compartilhadas demonstraram como a implementação eficaz dessas métricas podem levar a melhorias significativas na produtividade, qualidade e performance das operações. Isso ressalta a importância de medir e monitorar o desempenho de maneira sistemática e alinhada aos objetivos. Além disso, as experiências profissionais evidenciaram que o sucesso na gestão dos indicadores não se limita

apenas à aplicação de ferramentas e tecnologias, mas também à cultura organizacional e à colaboração entre equipes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. Indústria 4.0: **O Plano Estratégico da Manufatura Avançada nos EUA.** 2010. https://www.industria40.ind.br/artigo/17594-industria-40-o-plano-estrategico-da-manufatura-avancada-nos-eua> Acesso: 05 outubro 2023.

BELGRAN, M. SAFSTEN, E. K. **Production Development: Design and Operation of Production Systems.** 2 ed. New York: Kindle, 2019. 321 p.

CARVALHO, Marly Monteiro de; PALADINI, Edson Pacheco (Coords**). Gestão da qualidade:** teoria e casos. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

CHIEREGATI, A. C. **Reconciliação pró-ativa em empreendimentos mineiros**. 2007. 201 p. 207. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)–Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

COSTA, Maria Francisca Teresa de J. F.; LIMA, Ely Bastos de**.** Implantação da gestão pela qualidade total: GQT na seção de documentação técnica do Distrito de exploração do Sudeste. In: CONGRESSO LATINO–AMERICANO DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO, 2., CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO, 17., Belo Horizonte. **Anais**... Rio de Janeiro: PETROBRÁS / DESUD, 1994. p. 71-77.

CURI, A. **Minas a Céu Aberto: Planejamento de Lavra**. Ouro Preto: Oficina de Textos, 2014.

FARIA JUNIOR, A.; TOMI, G.; SANT'AGOSTINO, L. M.; COIMBRA LEITE, J. F. O impacto do tipo de amostragem no controle de qualidade de lavra**,** REM, **Revista da Escola de Minas**, vol. 63, n° 2, Ouro Preto, Minas Gerais, 2018.

FRANÇA, S.A**.** Tratamento de minérios: Práticas laboratoriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2010.

FRANÇOIS-BONGARÇON, D. & GY, P. 2004. Critical aspects in mill and plants: a guide to understanding sampling audits. In:Taylor & Francis; **Journal of the South African IMM**, vol. 102, nº 8, South Africa.

TYLER, Geoff; YVON, Jobin. **ICP-OES, ICP-MS and AAS Techniques Compared:** ICP Optical Emission Spectroscopy Technical Note. Longjumeau: Horiba Group, 1995. 11 p.

GIRODO. A.C**. Amostragem de minérios para propósitos de desenvolvimento de processos c projetos industriais**. Apostila de curso. Escola de Engenharia de Minas, UFMG, Belo Horizonte, 1999.

GODOY, M. C. **Minimização de perdas em operações de lavra seletiva incorporando a incerteza da estimativa no controle de teores.** Porto Alegre: UFRGS, 1998. 91p. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais).

GÓES, M. A. C. de; LUZ, A. B. da; POSSA, M. V. **Amostragem (Comunicação técnica elaborada para a 4ª edição do livro de Tratamento de Minérios)**. Rio de Janeiro: CETEM,2004.

GY, Pierre Maurice. **Sampling for Analytical Purposes**. 1 ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 1998. 176 p.

HODOUIN, D.“**State of the ¨ art and challenges in mineral processing control”,** Control Engineering Practice, v. 9, n. 9, pp. 995–1005, 2001. ISSN: 09670661. doi: 10.1016/S0967-0661(01) 00088-0.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems – The role of OEE**. International Journal of Operation & Production Management**, Illinois, v. 19, n .1, p. 55-78, 1999.

KOCH, Richard. **O Poder 80/20**: Os segredos para conseguir mais com menos nos negócios e na vida. São Paulo: Gutenberg, 2015.

LEWIS, James P. **Project Planning, Scheduling, and Control**: The Ultimate Hands-On Guide to Bringing Projects in On Time and On Budget. 5th ed. Vinton, VA: McGraw-Hill Companies, 10 novembro 2010.

MACHADO, Simone. **Gestão da Qualidade**. Inhumas/GO: e-Tec Brasil, 2016.

MARQUES, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2013

MORAES, P. H. A. **Manutenção Produtiva Total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté: UNITAU, 2004

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. **Manutenção produtiva total**: estudo de caso em uma empresa automobilística. Taubaté, 2004. 90 f. Dissertação (mestrado) – UNITAL, Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado, 2004.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM**: total productive maintenance. 1 ed. Productivity Press: Cambridge, 1989. 129 p.

OLIVEIRA, Otávio J. **Modelo de gestão para pequenas empresas do projeto de edifícios**. São Paulo – SP, 2005. 261 p. Tese (Doutorado em Engenharia civil) – Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da USP.

OLIVEIRA, Nícolas Soares de; RIBEIRO, Brenda Lopes; MACHADO, Raiane Ribeiro. **Implementação e Análise do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) em um Laticínio do Alto Paranaíba**. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia** – ISSN 2237-1664, Centro de Ensino Superior de São Gotardo Número XIX Jan-jun 2019. n. 05, p. 61-76.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão estratégica da qualidade:** princípios, Métodos e Processos. São Paulo: Atlas, 2008.

PITARD FF. **Pierre Gy's Sampling Theory and Sampling Practice:** Heterogeneity,Sampling Correctness, and Statistical Process Control. 2a. ed. Boca Raton, Flórida:RC Press; 2018.

POSSA, M. V. **Amostragem para processamento mineral**. Brasília: DNPM, 1986.

RAMOS, J. P. S.; MELLO, A. L. D.; BERNANDO JUNIOR, R. Adaptação do método OEE: uma proposta para avaliação do processo que antecede a produção. **Revista Acadêmica Contribuciones a la Economía**, v. julio, 2019.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson, 2004.

RON, A. J., ROODA, J. E.; **Equipment Effectiveness**: OEE Revised.Transactions on semi-conductor manufacturing, Geórgia, Volume 18, N.1, 2018.

SAMPAIO, J.A. **Tratamento de minérios**: Práticas laboratoriais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

SANT'ANA, G.D.; SILVA, H.R. Análise do setor de manutenção em uma indústria de beneficiamento de semente de milho. **Brazilian Applied Science Review**. Curitiba, Paraná, 2020.

SANTOS, A.C.; SANTOS, M.J. Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura – Um Estudo de Caso. **Anais** XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, PR:ENEGEP, 2021.

SHIBA, Shoji. **TQM – Quatro Revoluções na Gestão da Qualidade**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

SHIROSE, K. **TPM for workshop leaders**. Oregon: Productivity Press, 1992.

_____. **TPM para mandos intermédios de fábrica**. Madrid: Productivity Press. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SILVA, G.P. et al. Caracterização química, física e mineralógica de estéreis e rejeito de mineração de ferro da mina de Alegria, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Mariana-MG v.36, n.1, p.45-52, 2016.

SLACK N. **Vantagens competitivas em manufatura**: atingindo competitividade nas operações industriais: São Paulo. Atlas, 2013.

STAMATIS, D. H. The OEE primer: **understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability**. 1 ed. New York: Productivity Press, 2010. 483 p.

TANGEN, S. **An overview of frequently used performance measures.** Work Study 7;pp.347-354, MCB-UP Limited, Emerald, 2013.

ZATTAR, I. C.; RUDEK, S.; TURQUINO, G. S. O uso do indicador OEE como ferramenta na tomada de decisões em uma indústria gráfica: um caso prático. **Iberoamerican Journal Of Industrial Engineering**. Santa Catarina, p. 113-132. 2019.