



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**PLATAFORMA ONLINE PARA O USO DA EQUIPE DE GEOMETALURGIA PARA  
RASTREAR O ESTADO DE CADA AMOSTRA E DADOS PRODUZIDOS POR MEIO DO  
PROCESSO GEOMET**

**Caso de estudo:** KENMARE (Laboratório de Geometalurgia)

**Autor:**

PENICELA, Tomas António

**Supervisor:**

Alfredo Covele

Maputo, maio de 2024



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA**

**PLATAFORMA ONLINE PARA O USO DA EQUIPE DE GEOMETALURGIA  
PARA RASTREAR O ESTADO DE CADA AMOSTRA E DADOS PRODUZIDOS  
POR MEIO DO PROCESSO GEOMET**

**Caso de estudo: KENMARE (Laboratório de Geometalurgia)**

**Autor:**

PENICELA, Tomas António

**Supervisor:**

Alfredo Covele

Maputo, maio de 2024



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTRÓNICA**

**TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

Declaro que o estudante **Tomás António Penicela** entregou no dia 31/ 05/ 2024, as 03 cópias do relatório do seu Trabalho de Licenciatura com referência \_\_\_\_\_, intitulado: Plataforma online para o uso da equipe de geometurgia para rastrear o estado de cada amostra e os dados produzidos por meio do processo geomet.

Maputo, 31 de maio de 2024

A Chefe da Secretaria

---



**UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE FACULDADE DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTRÓTECNICA**

**DECLARAÇÃO DE HONRA**

Declaro sob compromisso de honra que o presente trabalho é resultado da minha investigação e que foi concebido para ser submetido apenas para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Informática na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane.

Maputo, 31 de maio de 2024

O Autor

---

(Tomás António Penicela)



## **Dedicatória**

*Aos meus pais António Senhor Penicela e Ana Raimundo  
Dombola. Aos meus irmãos Nádia,  
Elídio, Helder, Gilda e Nélio.  
A minha filha Melanie.*

## **Agradecimentos**

Agradeço a Deus, pela minha vida e saúde, por ser minha sustentação nas horas difíceis, força para seguir nos momentos de tristeza, e por me manter no caminho do bem em busca dos meus objetivos.

A minha família e amigos, que sempre estiveram ao meu lado, em especial meu pai António Senhor Penicela e minha mãe Ana Raimundo Dombola. Minha gratidão se estende a toda a minha família, que sempre acreditou em mim e me motivou a perseguir meus ideais. A vocês, meu sincero agradecimento.

Aos profissionais da área que sempre me orientaram e me propuseram a um grande aprendizado para a vida.

Ao superintendente, Simon, por suas orientações e motivações contínuas. Sua dedicação, apoio e conhecimento foram fundamentais para o meu progresso e desenvolvimento.

Ao Supervisor, Antonio Matsinhe, por partilhar todos recursos necessários de forma incansável para que este trabalho fosse possível.

Quero também agradecer a todos os docentes que deixaram seu legado com seus ensinamentos, contribuindo para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. A todas as pessoas especiais que Deus colocou em minha vida. Pelo apoio, amizade e presença, sou muito grato por tê-los ao meu lado.

Agradeço a todas as pessoas com quem trabalhei na Kenmare, especialmente a aquelas que colaboraram para o meu crescimento profissional. Agradeço também ao departamento de Geometalurgia pela orientação, apoio, confiança e amizade construída. Agradeço a empresa Kenmare, por disponibilizar acesso as ferramentas e recursos necessários para a realização desse trabalho.

Por fim, agradeço a Universidade Eduardo Mondlane que me concedeu essa oportunidade de realização deste trabalho, em especial a todos docentes do curso de Engenharia Informática.

## **Epígrafe**

*“O conhecimento tem de ser melhorado, desafiado,  
e aumentado constantemente, ou vai desaparecer”*

Piter Drucker

## **Resumo**

Segundo (Gabriele Bonetti, 2022), em laboratórios científicos são criados dados que necessitam de gerenciamento apropriado. Nesse sentido, surgiram os sistemas de informação aplicados para esses ambientes, desde cadernos físicos de anotação até plataformas eletrônicas personalizadas. Com o passar do tempo, os instrumentos físicos de anotação passaram a não ser mais suficientes para suprir a demanda existente em ambientes dinâmicos de pesquisa.

A transformação digital tornou-se uma tendência global, impulsionando a adoção de soluções como as da Microsoft para o dia-a-dia do técnico de laboratório.

Este trabalho descreve o uso de recursos da Microsoft para desenhar uma área de trabalho para a equipe de geometurgia, com o objectivo de criar uma plataforma online para inserção de dados durante os testes laboratoriais, permitindo rastrear o estado de cada amostra e os dados inseridos por meio do processo Geomet. Isso inclui o Microsoft PowerApps para desenhar um aplicativo para ser usado em campo (laboratório, campo de exploração). Este aplicativo é acessível a partir de qualquer dispositivo móvel com conta Kenmare Microsoft. O Microsoft Power Automate é usado para recuperar todas as informações e enviá-las em uma tabela específica armazenada em um servidor SQL. Microsoft Teams para que cada membro das equipes possa acessar e visualizar todos os dados. O aplicativo traz benefícios como redução de tempo, diminuição de erros de coleta de dados e ajuda a melhorar a eficiência operacional do laboratório.

**Palavras-chave:** Power Platform, PowerApps. SharePoint, Laboratório, Geometurgia, Power Automate, Microsoft.

## **Abstract**

According to Gabriele Dani Bonetti (2022), scientific laboratories generate data that requires appropriate management. In this context, information systems have emerged for these environments, ranging from physical notebooks to customized electronic platforms. Over time, physical instruments for note-taking became insufficient to meet the existing demand in dynamic research environments.

Digital transformation has become a global trend, driving the adoption of solutions like those from Microsoft for the daily tasks of laboratory technicians.

This work describes the use of Microsoft resources to design a workspace for the geometallurgy team, aiming to create an online platform for data entry during laboratory tests, allowing the tracking of the status of each sample and the data entered through the Geomet process. This includes Microsoft PowerApps to design an application for use in the field (laboratory, exploration field). This application is accessible from any mobile device with a Kenmare Microsoft account. Microsoft Power Automate retrieves all the information and sends it to a specific table stored on an SQL server. Microsoft Teams ensures that each team member can access and view all the data, and the application has been enhanced, bringing benefits such as reduced time, data collection errors, and improved operational efficiency of the laboratory. **Keywords:** Application, PowerApps, SharePoint, Laboratory, Geometallurgy, Power Automate, Microsoft.

**Keywords:** Power Platform, PowerApps, SharePoint, Laboratory, Geometallurgy, Power Automate, Microsoft.

## Lista de abreviaturas e acrónimos

<b>EBSD</b>	Low Code Development Platform
<b>ELN</b>	Electronic laboratory notebook
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol
<b>HMC</b>	Concentrado de mineral pesado
<b>LCPD</b>	Low Code Development Platform
<b>MSP</b>	Planta de separação do mineral
<b>RF</b>	Requisitos Funcionais
<b>RNF</b>	Requisitos Não-Funcionais
<b>SOP</b>	Procedimento operacional Padrão
<b>UML</b>	Unified Modelling Language
<b>WCP</b>	Planta de concentração húmida
<b>LIMS</b>	Sistema de gestão de informações de laboratório
<b>SGI</b>	Sistemas de informação geográfica
<b>API</b>	Interface de programação aplicativos

## **Glossário de termos**

**Amostra** diz respeito a um subconjunto de população, fracção ou uma parte de grupo e deve ser representativa da população, isto é, deve conter todas as características, já que por meio dessa amostra serão tiradas as conclusões para toda população.

**Aplicação web** designa de forma geral, sistemas de informática projectados para utilização através de um navegador, através da internet ou aplicativos desenvolvidos utilizando tecnologias web.

**Autenticação** refere-se ao acto de verificação da identidade de uma identidade digital

**Tablet** é um tipo de computador portátil, de tamanho pequeno, fina espessura e com tela sensível ao toque  
**Página – Endereço virtual** utilizado na Internet, com um identificador (nome) e que apresenta imagens, gráficos, textos, etc., para comunicação comercial ou pessoal.

**Software** é a sequência de instruções a serem seguidas e/ou executadas, na manipulação, redireccionamento ou modificação de um dado (informação) ou acontecimento.

**Stakeholders** descreve todas as pessoas ou grupo de interesse que são impactados pelas acções de um empreendimento, projecto, empresa ou negócio.

**Utilizador** é o termo utilizado para referenciar a qualquer um que utiliza determinado recurso ou serviço

## Índice

1. Capítulo I – Introdução.....	1
1.1. Contextualização .....	1
1.2. Motivação.....	2
1.3. Problema.....	3
1.4. Objectivos.....	3
1.4.1. Objectivo Geral .....	3
1.4.2. Objectivos Específicos .....	3
1.5. Metodologia .....	4
1.5.1. Questões de pesquisa .....	4
1.5.2. Classificação da metodologia .....	4
1.5.3. Técnicas de colecta de dados .....	6
1.6. Estrutura do Trabalho.....	8
2. Capítulo II – Revisão da Literatura .....	10
2.1. Minerais Pesados.....	10
2.2. Laboratório de geometurgia .....	10
2.2.1. O modelo geometúrgico.....	11
2.3. Previsão da Produção de Ilmenita .....	13
2.3.1. Modelo de Divisão versus Testes de Fracionamento em Laboratório.....	13
2.3.1. Tecnologia de Informação.....	16
2.3.2. Uso da tecnologia de informação.....	17
2.3.3. A mudança organizacional com a tecnologia de informação .....	17
2.4. Ferramentas TIC utilizadas nos laboratórios.....	17
2.4.1. Relevância das plataformas de gestão de dados nos laboratórios .....	17
2.5. Microsoft 365 .....	18
2.5.1. Vantagens do Microsoft 365 .....	18
2.6. Plataformas pouco código (Low Code) .....	19
2.7. Base de dados .....	20
2.8. Power Apps.....	21
2.9. Plataforma de automação.....	21
2.9.2. Ferramentas de análise de dados.....	22
2.10. Soluções tecnológicas existentes de simulação geometurgica .....	22
3. Capítulo III - Caso de estudo .....	26
3.1. Kenmare Moçambique .....	26

3.2. Factos históricos da Kenmare .....	26
3.3. Onde opera .....	28
3.4. Matéria-prima.....	29
3.5. Mão-de-obra.....	30
3.6. Laboratorio de Geometalúrgia .....	31
3.7. Situação actual de registo e recolha de dados de amostra no processo geomet.....	32
3.8. Modelo proposto de registo e rastreio de dados de amostra no processo geomet.....	33
4. Capítulo IV - Desenvolvimento da solução proposta.....	34
4.1. Levantamento de requisitos.....	35
4.2. Análise da Solução .....	35
4.2.1. Requisitos funcionais.....	37
4.3. Modelagem da proposta de solução .....	39
4.3.1. Caso de uso.....	40
4.4. Diagrama de caso de uso .....	40
4.5. Arquitetura da proposta de solução .....	41
5. Capítulo V- Discussão de Resultados.....	44
5.1. Revisão de literatura.....	44
5.2. Resultados da submissão do questionário .....	44
5.2. Desenho e desenvolvimento do protótipo .....	44
6. Capítulo VI - Considerações Finais.....	45
6.1. Constrangimentos.....	45
6.2. Conclusões .....	45
6.3. Recomendações.....	45
Bibliografia .....	46
Referencias Bibliograficas .....	46
Anexos .....	1
Anexo 1: Guião de Entrevista .....	1
Respostas.....	1
Descrição do caso de uso .....	2
Diagrama de classes .....	14
Diagrama de actividades .....	15
Diagramas de sequência.....	15
Protótipo funcional.....	22

## Lista de figuras

Figura 1: modelo geometalurgico .....	11
Figura 2: Modelo Geometalúrgico e suas componentes .....	12
Figura 3: Mapa de depósitos de amostras em exploração.....	14
Figura 4: modelo de tratamento de amostras de 2021 .....	15
Figura 5: modelo de tratamento de amostras de 2022 .....	16
Figura 6: Mapa da região de exploração.....	29
Figura 7: Dragagens da kenmare .....	31
Figura 8: grupo de interesse.....	36
Figura 9: Prioridade de requisitos .....	36
Figura 10: Diagrama de casos de uso .....	41
Figura 11: Arquitetua do sistema.....	42

Figura A3 - 1: Diagrama de classes .....	15
--	----

Figura A4 - 1: Diagrama de sequência iniciar sessão .....	16
Figura A4 - 2: Diagrama de sequência registar utilizador .....	16
Figura A4 - 3: Diagrama de sequência terminar sessão.....	17
Figura A4 - 4: Diagrama de sequência eliminar utilizador.....	17
Figura A4 - 5: Diagrama de sequência configurar formulário.....	18
Figura A4 - 6: Diagrama de sequência adicionar amostras .....	19
Figura A4 - 7: Diagrama de sequência controlar versões de testes .....	19
Figura A4 - 8: Diagrama de sequência actualizar testes .....	20
Figura A4 - 9: Diagrama de sequência descarregar documentos.....	20
Figura A4 - 10: Diagrama de sequência ver relatórios .....	21
Figura A4 - 11: Diagrama de sequência ver funcionamento de máquinas .....	21

## Índice de tabelas

Tabela 1: Acontecimento historico da Kenmare.....	26
Tabela 2: Trabalhadores da empresa.....	30
Tabela 3: Prioridade de requisitos.....	37
Tabela 4: Requisitos funcionais .....	38
Tabela 5: Requisitos não funcionais .....	39
Tabela 6: Elemetos de caso de uso .....	41
Tabela A2 - 1: Registrar utilizador.....	3
Tabela A2 - 2: Eliminar utilizador .....	4
Tabela A2 - 3: Iniciar sessão.....	4
Tabela A2 - 4: Terminar sessão .....	5
Tabela A2 - 5: Configurar formulário.....	6
Tabela A2 - 6: Adicionar novas amostras .....	7
Tabela A2 - 7: Registrar dados de testes .....	8
Tabela A2 - 8: Editar dados de testes.....	9
Tabela A2 - 9: Controlar versões de testes .....	10
Tabela A2 - 10: Descarregar documentos.....	11
Tabela A2 - 11: Ver relatórios .....	12
Tabela A2 - 12: Ver funcionamento de máquinas .....	13
Tabela A2 - 13: Realizar testes de densidade .....	14

## **1. Capítulo I – Introdução**

### **1.1. Contextualização**

Entende-se por geometalurgia uma ferramenta relativamente recente que correlaciona as áreas da geologia e metalurgia com o objetivo de originar um modelo espacial carregado de informações, sendo este capaz de prever o comportamento de um minério na planta de processamento mineral (Pedro Gonçalves, 2017).

Como indicado na própria definição do nome, essa ferramenta é de caráter multidisciplinar. Sua importância é traduzida pelo facto de que quando implementada em empreendimentos mineiros, acarreta na diminuição das fronteiras existentes entre os profissionais especialistas no conhecimento das características do depósito mineral, e outros, responsáveis pelas operações mineiras e a planta de beneficiamento mineral.

A modernização e eficiência na colecta e armazenamento de dados laboratoriais são fundamentais para garantir a precisão e agilidade nos resultados de testes, bem como para otimizar a colaboração entre os profissionais envolvidos. Diante dessa necessidade, propõe-se o desenvolvimento de uma plataforma online inovadora, focada na introdução de dados durante os testes laboratoriais, para proporcionar flexibilidade e mobilidade aos profissionais de laboratório de geometalurgia. Segundo pesquisa da consultoria americana Gartner (2019), a transformação digital é uma das grandes tendências globais que afecta todos os setores do mercado. As soluções da Microsoft estão ganhando mercado devido a criação de aplicativos para atender as necessidades do mercado e específicas de cada empresa.

De acordo com a Microsoft (2023a), as plataformas permitem criar aplicativos personalizados sem escrever códigos complexos. No que diz respeito ao laboratório de geometalurgia, uma possibilidade de utilização dos serviços da Microsoft como, Power Apps, SQL server, Power Automate, Azure e Power BI pode responder a importância de uma solução que agilize e simplifique o processo de registo até a análise de dados laboratoriais.

No entanto, muitos laboratórios ainda enfrentam desafios relacionados à gestão manual de seus processos, controle de usuários e outras atividades laboratoriais. Os sistemas de gestão laboratorial tradicionais muitas das vezes são limitados em termos de funcionalidades, interface de usuário e integração com tecnologias modernas.

A utilização de ferramentas digitais em laboratórios de geometalurgia oferece uma série de vantagens, como rapidez, redução de erros, organização de dados, padronização de processos e acompanhamento em tempo real. Embora possa haver a necessidade de licenças, é importante ressaltar que muitas empresas já possuem licenças abrangentes, como o Office 365, que podem incluir essas ferramentas. Embora haja desafios e curva de aprendizado, os benefícios proporcionados por essas ferramentas contribuem para uma gestão eficiente e um aumento da produtividade no ambiente de trabalho. A escolha das soluções da Microsoft para o desenvolvimento desta solução é estratégica, pois oferece um conjunto integrado de ferramentas robustas para oferecer a melhor experiência ao usuário.

Além disso, como aponta Hockin (2019), o Power Apps pode ser integrado a outras ferramentas da Microsoft, como Power BI e SharePoint, ampliando as possibilidades de análise e armazenamento de dados. O Power BI é uma plataforma de análise de dados que permite transformar dados em informações comerciais relevantes. Segundo a Microsoft (2023b), a ferramenta pode “transformar dados em insights avançados e visualizações impressionantes”. No contexto de um laboratório de testes, o Power BI pode ser usado para visualizar requisitos ao longo do tempo, ajudando a gerir recursos e tomar decisões estratégicas. Já o SharePoint é uma plataforma da Microsoft que possibilita o armazenamento e compartilhamento de documentos de forma segura e organizada.

A plataforma proposta irá abranger funcionalidades como registo de amostras, realização de testes laboratoriais, relatórios estatísticos, conexão com outros laboratórios e demonstração dos princípios de funcionamento das máquinas usadas em cada etapa no laboratório de geometurgia.

## **1.2. Motivação**

As soluções da Microsoft possibilitam armazenamento e compartilhamento de documentos de forma segura e organizada. Conforme destacado por Coelho (2017), a plataforma tem sido cada vez mais utilizada em empresas, proporcionando uma melhor gestão dos documentos e informações da organização. Isso pode contribuir para a melhoria da eficiência e da qualidade dos serviços prestados pelo laboratório.

No contexto da Engenharia Informática, a adoção de aplicações de ensaios geometurgicos desempenha um papel fundamental na transformação dos processos tradicionais. O desenvolvimento desta plataforma é impulsionado por vários factores cruciais que visam aprimorar a eficiência, a precisão e a flexibilidade no ambiente laboratorial. Abraçar tecnologias modernas da Microsoft reflete o compromisso com a inovação, busca por soluções avançadas com uma facilidade de gestão.

Melhorar a eficiência operacional do laboratório, transformar a maneira como os técnicos trabalham com os dados, promovendo actividades mais precisas e adaptáveis, a era digital é sim o principal motivo de abordar este tópico na sua essência. A curiosidade na maneira como as soluções da Microsoft se interconectam para oferecer um ecossistema acoplado é de despertar muita curiosidade e motiva a busca incansável por maneiras de oferecer mobilidade e agilidade, redução de erros, eficiência operacional e adaptação às necessidades específicas do laboratório.

Assim, com as ferramentas disponibilizadas pela Kenmare é possível transformar processo manuais anteriores em processos automatizados, precisos e consistentes no âmbito laboratorial.

### **1.3.Problema**

Os laboratórios de geometurgia tem uma grande importância na indústria de mineração e metalurgia, pois permitem a avaliação e processamento de minerais. No entanto, o rastreamento manual de amostras e dados durante o processo geomatológico pode ser trabalhoso, suscetível a erros e resultar em atrasos na análise e tomada de decisões. Nos laboratórios, assim como em qualquer outro lugar, pessoas procuram formas mais simples para realizar processos e dar acompanhamento.

O trabalho do técnico de laboratório na área de geometurgia envolve a realização de ensaios metalúrgicos em diversos equipamentos, onde são efetuadas várias medições, tais como massa, campo magnético, velocidade, entre outras. Esses dados são registrados em um banco de dados acessível a toda equipe do laboratório, com o objetivo de analisar e interpretar os resultados dos testes realizados.

Atualmente, no laboratório de geomealurgia da Kenmare o processo de registro de dados é realizado de forma manual, utilizando cadernos no laboratório e posteriormente transferindo esses dados para planilhas de Excel. No entanto, essa abordagem apresenta várias limitações. Primeiramente, está sujeita a erros de entrada de dados, o que pode resultar em conclusões imprecisas e decisões errôneas. Além disso, a transferência de dados entre os cadernos e as planilhas é demorada e propensa a erros de transcrição.

A equipe enfrenta dificuldades para acessar e atualizar os dados de forma colaborativa e em tempo real, o que compromete a rastreabilidade e a integridade dos dados. Não há um registro claro de quem inseriu, modificou ou acessou determinados dados, o que compromete a auditoria e a segurança dos dados sensíveis.

É evidente a importância, a complexidade do gerenciamento e otimização da infraestrutura de laboratório para evitar falhas de desempenho e exposição a vulnerabilidades de dados. Portanto, é fundamental garantir que os dados sejam adequadamente alocados e compartilhados em um banco de dados centralizado e seguro.

Segundo Marconi & Lakatos (2003, p.159), o problema deve ser levantado e formulado, de preferência em forma interrogativa e delimitado com indicações das variáveis. O resultado do trabalho realizado teve como fundamento a necessidade de responder a seguinte questão:

### **1.4.Objectivos**

#### **1.4.1. Objectivo Geral**

Desenhar uma plataforma online para o uso da equipe de geometurgia para rastrear o estado de cada amostra e os dados produzidos por meio do processo Geomet.

#### **1.4.2. Objectivos Específicos**

- Descrever aspectos relacionados com minerais pesados nos laboratórios de geometurgia;

- Identificar os constrangimentos no processo de colecta e armazenamento de dados durante o processo geometalurgico;
- Apresentar as soluções tecnológicas implementadas em outros países para os laboratórios de geometalurgia; e
- Desenhar proposta de uma plataforma online de apoio no processo de colecta e rastreio de dados online.

## **1.5. Metodologia**

Visando responder as questões definidas e o alcance dos objectivos definidos à prior, foi utilizada uma metodologia de pesquisa, descrita a seguir.

### **1.5.1. Questões de pesquisa**

Segundo Marconi & Lakatos (2003, p.159), o problema deve ser levantado e formulado, de preferência em forma interrogativa e delimitado com indicações das variáveis. Este trabalho responde a seguinte questão:

- De que maneira as ferramentas tecnológicas podem melhorar processos geometalurgicos no laboratório da Kenmare de modo a assegurar a rastreabilidade, eficiência operacional e colaboração da equipe de Geometaurgia?

### **1.5.2. Classificação da metodologia**

- **Quanto aos objectivos:**

A pesquisa visa inicialmente compreender o problema de modo a torná-lo claro e possibilitar a formulação de hipóteses e também visa identificar os factores que determinam ou contribuem para a ocorrência do problema em questão. Sendo assim a metodologia aplicada é classificada quanto aos objectivos como sendo exploratória e explicativa.

A pesquisa exploratória visa identificar melhor em carácter de investigação, um facto ou fenómeno, tornando-o mais claro e propor problemas ou até hipóteses. Foi possível, através da pesquisa exploratória, apresentar quais os problemas existentes no processo geomet do laboratório de geometalurgia da Kenmare, determinando as suas limitações e lacunas a serem resolvidas. Essas informações permitiram com que fosse possível desenvolver uma proposta de solução através de um protótipo funcional.

- **Quanto a abordagem:**

No que se refere a abordagem de pesquisa, segundo Lakatos & Marconi (2003) a metodologia pode ser quantitativa e qualitativa. Foram empregues no trabalho ambas abordagens metodológicas, a pesquisa qualitativa, mais indicada para o levantamento e colecta de dados sobre as motivações de um grupo, em compreender/interpretar determinados

comportamentos, opinião e as expectativas dos indivíduos de uma população. A pesquisa quantitativa, feita no âmbito de algumas quantificações com auxílio de técnicas estatísticas apresentada a análise consoante os resultados obtidos.

Realizou-se uma análise em que consistiu em fazer um levantamento histórico do caso de estudo, de modo a aferir se mediante a informação obtida poderia-se realizar a pesquisa no local e quais elementos poderiam ser analisados, por forma a resolver a problemática existente. De seguida, fez-se uma análise para se poder obter informações sobre as amostras, quais os critérios que se teria em conta e que elementos analisar.

- **Quanto ao método**

A pesquisa quanto ao método pode ser por método indutivo, dedutivo, hipotético-indutivo, hipotético-dedutivo ou dialético. O método hipotético-indutivo é quando se parte de uma observação específica para obter uma conclusão generalizada, a partir de uma hipótese. Através de uma hipótese, os técnicos do laboratório de geometurgia podem melhorar a qualidade de trabalho com auxílio de recursos tecnológicos e provou-se com meio do protótipo funcional do sistema, aplicado a uma amostra de técnicos e supervisores do laboratório de geometurgia.

- **Quanto aos procedimentos:**

A presente pesquisa foi baseada nos seguintes tipos: pesquisa bibliográfica, documental, de campo, ex-post-facto, de levantamento, com survey, estudo de caso.

- a) **Pesquisa bibliográfica:** A realização do trabalho consistiu em procurar pesquisas e investigações já realizadas no contexto do assunto em análise, através de visitas em bibliotecas físicas e acesso a websites credíveis da internet, usando material nacional e internacional.
- b) **Pesquisa documental:** A fonte de dados sobre o estudo foi a kenmare, de modo a poder inferir quais as lacunas e possíveis soluções que podem ser adoptadas, face ao laboratório de geometurgia.
- c) **Pesquisa de campo:** Consistiu em preparar questões sobre tópicos relevantes para o trabalho, de maneira que se pudesse obter informações gerais e específicas do laboratório de geometurgia da Kenmare.
- d) **Ex-post-facto:** Os técnicos não tinham condições tecnológicas suficientes para rastrear amostras no laboratório. Após o estudo, constatou-se que isso acontecia devido ao número de amostras recebidas numa semana em função da mão de obra disponível.
- e) **Pesquisa de levantamento:** o levantamento, ou critério de selecção, consistiu em questionar, pelo menos, um técnico aleatoriamente, para poder buscar quais dificuldades são encontradas no processo geomet. Assim, para a selecção da amostra consistiu em ter, no mínimo, quatro (4) técnicos, para responderem as questões no âmbito de levantamento de informações.
- f) **Pesquisa com survey:** foram determinadas quais pessoas deveriam fornecer as informações, isto é, foram realizadas entrevistas para o supervisor, superintendente e técnico do laboratório de geometurgia da Kenmare.

- g) **Estudo de caso:** consistiu em buscar informações relevantes do laboratório de geometurgia da Kenmare, e constituir um capítulo, o caso de estudo, para que se possa conhecer, teoricamente, o local em que se fez o estudo.
- h) **Pesquisa participante:** Durante o teste do protótipo, foi necessário tomar a função de técnico de laboratório e verificar se através do protótipo desenvolvido era possível simular os testes no laboratório e rastrear amostras.

### 1.5.3. Técnicas de colecta de dados

Para materialização da colecta de dados foram usadas as seguintes técnicas:

- a) **Observação:** é uma técnica de colecta de dados para conseguir informações, utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar factos ou fenómenos que se desejam estudar. (Marconi & Lakatos, 2003)  
Para realização do trabalho foi feita uma observação assistemática.
- b) **Observação assistemática:** Técnica de observação que consiste em recolher e registar os factos da realidade sem que o pesquisador utilize meios técnicos especiais ou precise fazer perguntas directas. É mais usada em estudos exploratórios e não tem planeamento e controle previamente elaborados. (Marconi & Lakatos, 2003)
- c) **Pesquisa bibliográfica:** Abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema em estudo, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, etc., meios de comunicação orais: rádio, gravações em fita magnética e audiovisuais: filme e televisão. Sua finalidade é colocar o pesquisador em contacto directo com tudo o que foi escrito, dito ou filmado sobre determinado assunto. (Marconi & Lakatos, 2003)
- d) **Questionário Questionário:** é um instrumento de colecta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. (Marconi & Lakatos, 2003)  
No trabalho foram aplicados questionários online e físicos, visando englobar de melhor forma o publico alvo, que se encontra familiarizado com este tipo de questionário.
- e) **Entrevista:** é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. É um procedimento utilizado na investigação social, para a colecta de dados ou para ajudar no diagnostico ou no tratamento de problema social. (Laketa et al, 2015)

A entrevista pode ser:

**Estruturada:** Aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido, as perguntas feitas ao individuo são pré-determinadas. (Marconi & Lakatos, 2003)

**Despadronizada ou não-estruturada:** O entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direcção que considere adequada. As perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal. (Marconi & Lakatos, 2003)

No trabalho foram usadas entrevistas estruturadas. A entrevista estruturada foi realizada junto ao laboratório de geometurgia da Kenmare.

### 1.6.Tecnologias usadas

<b>Tecnologia</b>	<b>Descrição</b>
Draw.io	É uma ferramenta online de diagramação e fluxograma. É intuitivo e oferece saída de alta qualidade. Permite organizar pensamentos de forma eficaz.
Astah community	É uma versão gratuita do Astah, um software de modelagem UML. Permite criar diagramas de classes, sequência, atividade, caso de uso, entre outros.
Adobe XD	É um software líder de design desenvolvido pela Adobe. Essa ferramenta de gráficos, wireframe e prototipagem ajuda os usuários a criar e projetar interfaces de usuário (UI) e experiências do usuário (UX) para sites e aplicativos móveis
Power BI	É uma plataforma unificada de autosserviço e inteligência empresarial desenvolvida pela Microsoft. Ela permite conectar-se a várias fontes de dados e transformá-las em insights coerentes, imersivos e interativos.
Power Automate	É plataforma de automação de processos da Microsoft que permite automatizar e otimizar fluxos de trabalho de negócios. Com recursos como Inteligência Artificial (IA), Automação de Processos Robóticos (RPA) e baixo código.
Power Apps	Plataforma da Microsoft que permite criar interfaces de alto nível e responsivos e conecta-se fácil com outras aplicações da Microsoft
Sharepoint	É uma plataforma poderosa para gerenciamento seguro de conteúdo, compartilhamento de arquivos e colaboração em equipe em diversos dispositivos e organizações.
SQL server	É um robusto sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (RDBMS) desenvolvido pela Microsoft.
Azure	É uma ferramenta multiplataforma para gerenciar o SQL Server e outros bancos de dados.
HTML	É o código usado para estruturar uma página da web e seu conteúdo. Ele define o significado e a estrutura do conteúdo da web.
CSS	É uma linguagem de folhas de estilo usada para descrever a apresentação de um documento escrito em HTML ou XML (incluindo dialetos XML como SVG, MathML ou XHTML).
Dataverse	É uma plataforma de dados da Microsoft que permite criar, armazenar e gerenciar dados relacionais.

## **1.7. Estrutura do Trabalho**

O presente trabalho é composto por seis (6) capítulos, devidamente enumerados, e, ainda, por mais duas (2) secções não enumeradas referentes a bibliografia e anexos, respectivamente.

### **◆ Capítulo I – Introdução:**

Neste capítulo é apresentada a formulação clara e simples do trabalho investigativo, expondo a apresentação sintética da questão, importância da metodologia e rápida referência a pesquisas anteriores. Composto pela contextualização, motivação, definição do problema, objectivos e metodologia no laboratório geometalúrgico da Kenmare.

### **◆ Capítulo II – Revisão Bibliográfica:**

Neste capítulo, faz-se uma síntese, referente ao trabalho e aos dados pertinentes a pesquisa, dentro de uma sequência lógica voltada directamente a aplicação das TICs em prol das dificuldades enfrentadas nos laboratórios da Kenmare.

### **◆ Capítulo III – Caso de Estudo:**

Neste capítulo apresenta-se o resultado do estudo de campo realizado no laboratório metalúrgico da Kenmare, sendo que foi possível observar e analisar os dados colhidos fornecidos pela amostra estimada e obter conclusões relacionadas com o problema, também, entender as dificuldades enfrentadas no laboratório.

### **◆ Capítulo IV – Desenvolvimento da solução proposta:**

Neste Capítulo, após a apresentação clara e precisa do problema, dá-se a solução proposta para que se possa resolver os constrangimentos anteriormente identificados.

### **◆ Capítulo V – Discussão de resultados:**

Neste capítulo apresenta-se os resultados dos estudos realizados e o impacto que a solução criou quando testada pelos técnicos em relação com o estado anterior, através da análise da revisão da literatura, caso de estudo e a proposta de solução.

### **◆ Capítulo VI – Considerações finais:**

Neste capítulo apresentam-se a análise dos dados e a interpretação dos resultados, focando-se na verificação do cumprimento dos objectivos, inicialmente, propostos para se obter um sistema de apoio na colecta e rastreio de dados no laboratório. No caso de incumprimento ou deficiência de algum objectivo, deixou-se recomendações para que sejam melhoradas nas próximas pesquisas relacionadas com o assunto em estudo.

**Secção das Bibliografias:**

Nesta secção inclui-se todas as obras já apresentadas na pesquisa, acrescidas das que foram sendo sucessivamente utilizadas durante a investigação e a redacção do relatório.

**◆ Secção dos Anexos:**

Nesta secção, se encontram elementos esclarecedores sobre o sistema e seu processo de formação, incluindo elementos necessários à compreensão de outras partes do documento.

## **2. Capítulo II – Revisão da Literatura**

### **2.1. Minerais Pesados**

Para (Silva, 2017), minerais pesados são minerais de alta densidade, geralmente com densidades superiores a  $2,9 \text{ g/cm}^3$ , que podem ser separados de sedimentos e rochas sedimentares por métodos físicos.

Segundo (Blatt, 2006), minerais pesados são aqueles que possuem densidades específicas significativamente maiores do que a dos minerais comuns que os acompanham.

Os minerais pesados são uma parte importante dos sedimentos e rochas sedimentares. Eles se distinguem por terem densidades específicas significativamente maiores do que a maioria dos outros minerais que os acompanham. Isso significa que eles são mais densos e geralmente se acumulam no fundo de corpos de água ou em áreas onde a velocidade do fluxo de água é reduzida, como praias. Devido à sua densidade, os minerais pesados podem ser separados dos sedimentos mais leves por métodos físicos, como peneiramento e centrifugação. Eles desempenham um papel importante em estudos sedimentológicos, geológicos e de exploração mineral, fornecendo informações sobre a origem, transporte e deposição dos sedimentos

### **2.2. Laboratório de geometurgia**

Segundo (José & Verno, [s.d.]), o laboratório é um lugar no qual são realizadas tarefas específicas numa determinada área de conhecimento. Sendo assim, difere de outros locais por ser necessário adotar procedimentos especiais nas actividades que lá se realizam e, por esta razão, é um local de risco.

laboratórios de geometurgia para minerais pesados são instalações especializadas que se dedicam ao estudo e análise dos minerais pesados, como ilmenita, rutilo, zircão, entre outros. Esses laboratórios realizam uma variedade de testes e análises para entender as características mineralógicas, físicas e metalúrgicas dos minerais pesados, visando otimizar sua recuperação e processamento

### **Geometurgia**

Entende-se por geometurgia uma ferramenta relativamente recente que correlaciona as áreas da geologia e metalurgia com o objetivo de originar um modelo espacial carregado de

informações, sendo este capaz de prever o comportamento de um minério na planta de processamento mineral (Pedro Gonçalves, 2017).

O programa geometalúrgico é de aplicação industrial e consiste em ações contínuas para aumentar o conhecimento sobre a variabilidade do corpo mineral (propriedades geológicas e de processamento), seus efeitos no processamento dos minérios e seu uso no planejamento e gestão da produção (Lishchuk, 2016).

A geometalúrgia visa identificar riscos e oportunidades de tratabilidade que surgem da interação das características do corpo mineral com mineração e tratamento. Melhores compreensões dos relacionamentos permitem que planejadores de projectos e equipes de produção prevejam o desempenho, identifiquem potenciais deficiências e, assim, permitir a criação e avaliação proativa de estratégias para mitigar esses riscos. Esses insights avançados também criam oportunidades para melhorar continuamente o desempenho operacional por meio de adaptando e melhorando dinamicamente a resposta do processo às mudanças nas propriedades do minério.

Uma abordagem clássica para modelar um depósito é realizada por meio da obtenção dos teores do minério a partir de análises químicas e da construção de um modelo de blocos 3D que inclui geologia e química do minério. No entanto, a complexidade dos minérios e depósitos vem aumentando ao longo dos anos e a necessidade por modelos aprimorados tem se tornado essencial (Lishchuk et al., 2015). A geometalurgia originalmente surgiu como uma abordagem multidisciplinar e, nos últimos anos, vários autores propuseram diferentes definições, todas baseadas na integração de informações geológicas, mineralógicas e metalúrgicas (Sola e Harbort, 2012; Lishchuk et al., 2015; Parian et al., 2015).

### As amostras são o elo entre o modelo geológico e o modelo metalúrgico

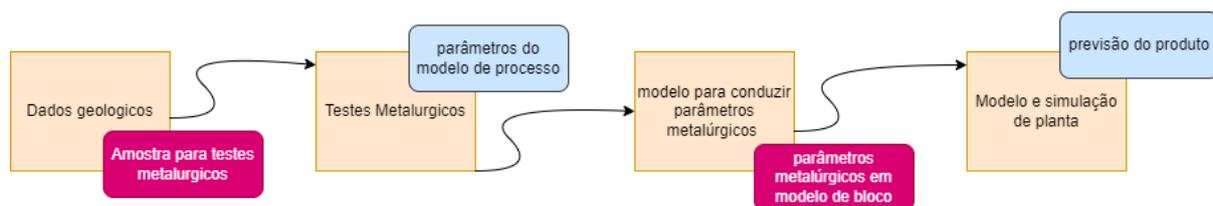


Figura 1: modelo geometalúrgico

#### 2.2.1. O modelo geometalúrgico

Um modelo geometalúrgico combina a Geologia e o Processamento Mineral para criar um modelo espacial do corpo mineralizado respaldando o planejamento e gerenciamento do empreendimento mineiro. Tendo em vista a possibilidade de simulação de diferentes cenários de produção esse conceito deve ser implementado tão logo no estágio de exploração mineral, passando pelos estudos de viabilidade do depósito e elaboração da planta de beneficiamento. Sabe-se que hoje a maioria das minas não possui um modelo geometalúrgico regendo suas

ações de planejamento a curto/longo prazo. Porém, essa ferramenta passa a ser o “estado da arte” em se tratando de uma utilização mais eficaz dos recursos minerais, e vem se tornando cada vez mais comum no setor mineiro-metalúrgico (LAMBERG & LUND, 2014).

As variáveis geometalúrgicas guiam os custos e receitas de um projeto de forma fundamental. Uma Caracterização Geometalúrgica funcional, deve permitir aplicação directa da interpretação dos resultados no Planejamento da Mina e no Beneficiamento Mineral. Quando, por ferramentas do campo da Geoestatística, se criam estimativas espaciais dessas variáveis, a análise deve ser minuciosa, visto que ao contrário dos teores minerais, por exemplo, essas grandezas geometalúrgicas não costumam se dispor de forma linear e aditiva (WILLIAMS & RICHARDSON, 2004; DUNHAM & VANN, 2007).

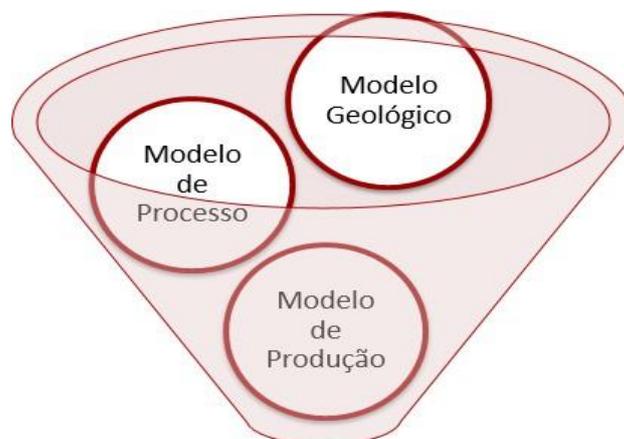
O Modelo Geometalúrgico se subdivide em três componentes, abaixo explanados:

1 - **O Modelo Geológico:** fornece uma boa caracterização do minério e dados mineralógicos quantitativos como a composição modal e dados texturais e da liberação das partículas relacionados às assembleias minerais e distribuição do tamanho dos grãos

2 - **O Modelo de Processamento Mineral:** recebe a informação do modelo geológico e engloba os dados obtidos para prever o desempenho metalúrgico dos minerais do minério em questão. A cominuição, separação entre outras operações unitárias são combinadas, possibilitando o estudo da resposta metalúrgica de qualquer bloco de minério.

3 - **O Modelo de Produção/Planeamento:** com a combinação dos modelos anteriores, esse modelo é usado para gerenciar a produção, que inclui o planejamento da mina a curto/longo

prazo e um prognóstico econômico que aborde custos de produção e as variações de mercado.



*Figura 2: Modelo Geometalúrgico e suas componentes*

### **2.3. Previsão da Produção de Ilmenita**

Sabe-se que a qualidade dos produtos de ilmenita provenientes dos depósitos está mudando, caminhando para uma redução geral do  $\text{TiO}_2$  (Kenmare, 2023). No entanto, essa diminuição é difícil de correlacionar apenas com uma mudança na divisão da produção. De fato, uma mudança de qualidade em um de dos produtos afetará a divisão, tornando difícil a previsão da produção relativa dos produtos. Muitos parâmetros do minério, particularmente relacionados à mineralogia dos óxidos de ferro-titânio, influenciam o rendimento das divisões magnéticas. Como os modelos baseados apenas na química nem sempre capturam o que é possível na MSP, testar as propriedades físicas das partículas em minérios do laboratório parece ser uma boa solução.

Nos produtos de ilmenita, pretende-se obter:

- Divisão entre IP1, IP2 e IP3/
- Qualidade química dos diferentes produtos
- Um processo rápido no laboratório que permita tratar um grande número de amostras
- Uma boa precisão entre a simulação de laboratório e a produção na planta

#### **2.3.1. Modelo de Divisão versus Testes de Fracionamento em Laboratório**

Historicamente, na Kenmare, um modelo matemático é usado para antecipar a divisão entre produtos de ilmenita: o Modelo de Divisão. Este modelo utiliza dados de química de furos de sondagem e cálculos de mineralogia feitos a partir deles (Modelo de Assemblagem Mineral) como entrada e dados reais de divisão de produção da MSP como saída. Por meio de correlação linear, é possível transformar uma composição química em uma previsão de divisão. De uma parte do depósito para outra, como os óxidos de ferro-titânio são significativamente diferentes, a correlação também é diferente. Assim, temos várias equações para fornecer a resposta esperada, dependendo da área geográfica em questão.

Os dados de previsão sobre os produtos de ilmenita são inseridos no Modelo de Bloco da equipe Mine Tech para permitir uma resposta precisa, atribuindo um peso de contribuição para cada amostra a cada mês na produção de HMC. A forma como o Modelo de Bloco é construído é, portanto, de extrema importância para comparar um modelo de um ano para o outro. E, nesta área, há uma mudança significativa de estratégia entre 2021 e 2022 na construção do Modelo de Bloco.

Em 2021, o Modelo de Bloco foi construído com unidades temporais. Cada bloco correspondia a um mês de operação, e uma amostra representativa de cada mês era analisada para estimar a divisão dos produtos de ilmenita. Embora este método seja simples de entender e implementar, torna-se problemático quando a rota da mina não é exatamente como

esperado. Nesse caso, as previsões são difíceis de corrigir e o modelo construído a partir das amostras mensais torna-se incorreto.

Em 2022, para contrariar esse efeito, as amostras previstas para fracionamento foram definidas por coordenadas geográficas precisas. Assim, cada mês de operação leva em conta as contribuições de todas as amostras que serão operadas naquele mês. Se uma WCP mudar de velocidade ou de rota, é muito mais fácil recalcular as contribuições de cada amostra para a produção geral e, assim, atualizar o modelo. Por essa razão, os modelos de fracionamento de 2021 e 2022 são difíceis de comparar, e espera-se que o modelo de 2022 seja mais preciso.

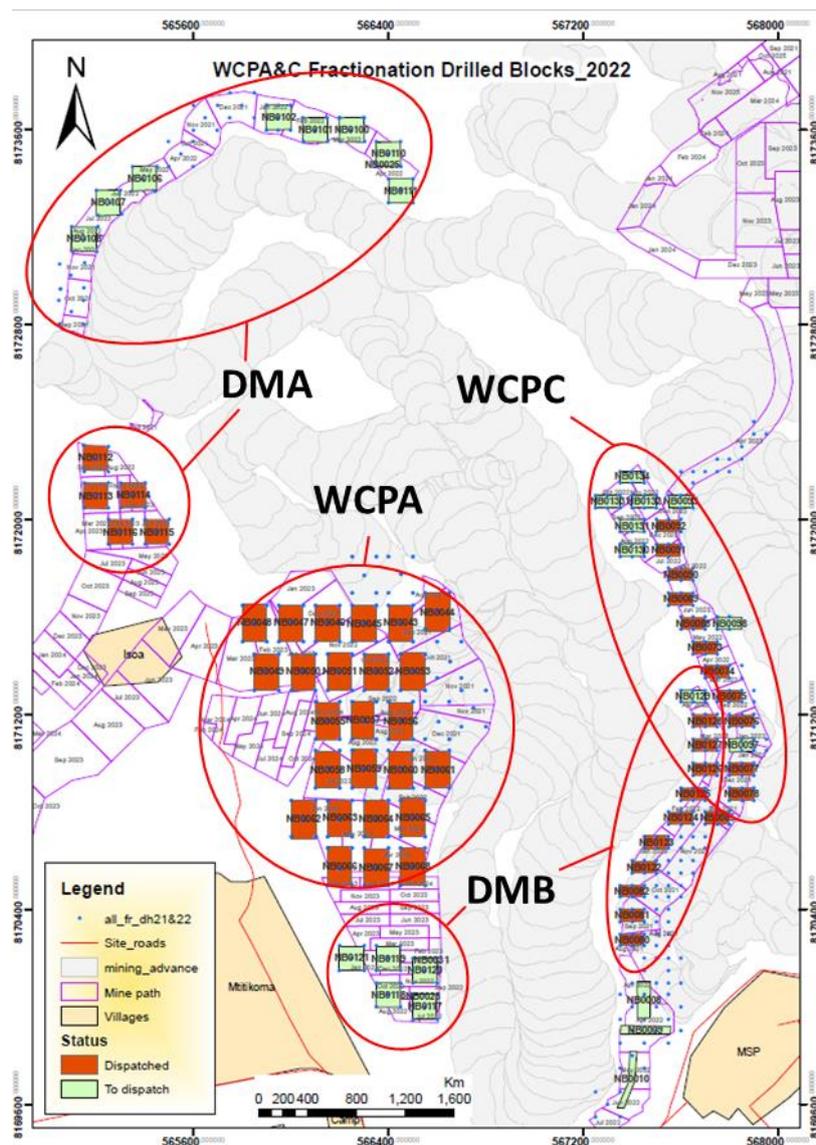


Figura 3: Mapa de depósitos de amostras em exploração

### Testes laboratoriais de fracionamento histórico

Segundo (Simon, 2023), o protocolo para os testes laboratoriais de fracionamento também mudou significativamente entre 2021 e 2022. Após alguns testes bem-sucedidos em 2020, um

protocolo foi desenvolvido para processar uma amostra por mês para cada uma das unidades de mineração ao longo do plano de mineração de 2021. Começando com amostras compostas, os passos do processo foram os seguintes:

- Tratamento espiral densimétrico (realizado pela equipe de Tecnologia de Mineração) para remover quartzo, etapas assumidas como representativas das WCPs (Unidades de Concentração de Espiral). É necessária uma grande massa de amostra para equilibrar uma espiral, portanto, as amostras de cerca de uma tonelada não foram suficientes para realizar essa etapa e, ao mesmo tempo, serem representativas dos rendimentos de mineração.
- Como as espirais não foram tão eficientes quanto o esperado, foi adicionada uma etapa de separação magnética (realizada pela equipe de Tecnologia de Mineração) para remover o quartzo restante. Essa etapa também apresenta um problema na interpretação dos resultados, pois não corresponde a uma etapa de processo existente na planta.
- Uma etapa de separação magnética (realizada pela equipe de Tecnologia de Processos) usada para remover o quartzo, não o mag, como seria feito pelo WHIMS (Separador Magnético de Alta Intensidade).
- Uma etapa de separação eletrostática (realizada pela equipe de Tecnologia de Processos) essencialmente usada para remover monazita.
- Finalmente, a etapa de fracionamento propriamente dita (realizada pela equipe de Tecnologia de Processos), na qual cada fração magnética é submetida a um IRMS (Espectrômetro de Massa com Relação Isotópica) com 18 etapas de intensidade magnética crescente, para produzir a divisão do próprio produto de ilmenita.

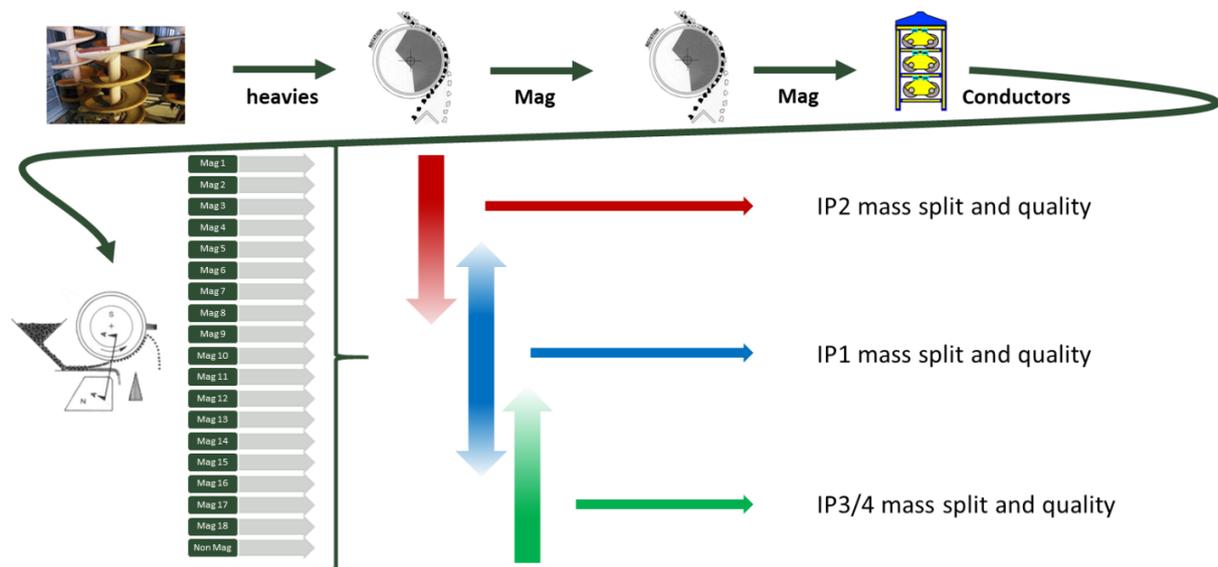


Figura 4: modelo de tratamento de amostras de 2021

## Fluxograma de Fracionamento

Com base na experiência de 2021, um fluxograma mais complexo foi discutido e submetido a um laboratório externo, permitindo corrigir as imperfeições do protocolo de 202, notadamente por:

- Tratamento de tamanho de partícula a montante do processo, para remover finos abaixo de 45  $\mu\text{m}$  (como feito por hidrociclones na WCP) e acima de 850  $\mu\text{m}$  (como feito por peneiramento a montante do WHIMS no MSP).
- Tratamento densimétrico mais completo, adicionando mesas vibratórias para reprocessar os produtos provenientes da etapa espiral, a fim de obter, no final, um produto mais semelhante ao nosso HMC (Concentrado de Minério Pesado) da WCP.
- Obtenção das composições químicas de todas as frações do processo, algo muito difícil de fazer, especialmente nos lodos.

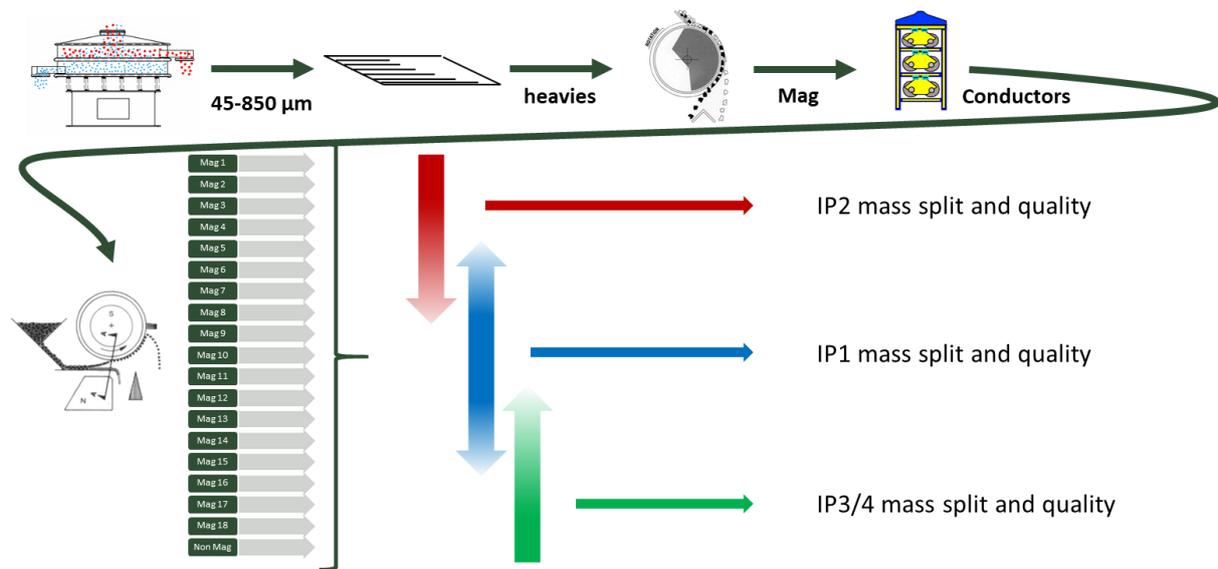


Figura 5: modelo de tratamento de amostras de 2022

### 2.3.1. Tecnologia de Informação

A tecnologia da informação pode ser definida como um conjunto de instrumentos que permitem reunir, organizar, classificar, armazenar, sintetizar e disponibilizar as informações relativas ao contexto das organizações. Desse modo pode-se colocar como componentes da tecnologia da informação os equipamentos digitais de processamento de dados, os programas e sistemas de informação aplicativos, as redes de telecomunicações e os seus programas de controle, e a grande rede mundial de computadores, mais conhecida como Internet. O equipamento que mais identifica a tecnologia da informação é o computador e os programas utilizados por ele para a resolução de problemas (CRUZ, 1998).

Conforme Cruz (1998), tecnologia de informação é a denominação dada ao conjunto de dispositivos individuais como hardware, software, telecomunicação ou outras tecnologias, que efetua o tratamento de informação.

### **2.3.2. Uso da tecnologia de informação**

A tecnologia de informação é utilizada pelas organizações para acelerar o processo de processamento das informações inerentes ao contexto do seu negócio e para obter vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes. Dessa maneira, a tecnologia de informação dá suporte aos processos produtivos das empresas, desde a administração até a manufatura dos produtos e o atendimento aos clientes. (CRUZ, 1988).

Durante muito tempo a Tecnologia da Informação foi tratada e operacionalizada pelas empresas com base em uma visão muito estreita, que a situava apenas no pequeno mundo de um Centro de Processamento de Dados. Eram tempos em que a informática servia muito mais aos propósitos do próprio órgão gestor da tecnologia que aos objetivos da empresa. Muitos erros foram cometidos por conta do caráter elitista que a informática tinha, principalmente pelo distanciamento que os usuários mantinham daquele ambiente.

### **2.3.3. A mudança organizacional com a tecnologia de informação**

A democratização do acesso à informação permite que todos os usuários da informação possam ter acesso a ela, sem ter de obter autorização para isso. A sinergia deve ser introduzida na empresa com muito cuidado, porque afeta muitas pessoas, muitos interesses e poderes (FERNANDES, 2006).

A adoção da tecnologia da informação, quando bem projetada e bem implantada, provoca mudanças organizacionais importantes nos processos das empresas. Ela redefine os processos produtivos, muda a maneira como as pessoas utilizam a informação, modifica a execução de eventos, aperfeiçoa a qualidade do produto final e aumenta a satisfação do cliente.

A tecnologia de informação interfere no trabalho das pessoas, facilitando a sua execução e tornando-o mais criativo e interessante. A sinergia entre a tecnologia de informação e os objetivos de negócio da empresa é a chave do sucesso do processo de mudança criado pela introdução da tecnologia de informação na organização. Uma das principais características a serem observadas neste processo é a democratização do acesso à informação.

## **2.4. Ferramentas TIC utilizadas nos laboratórios**

As ferramentas tecnológicas são equipamentos, dispositivos, infraestruturas ou recursos utilizados nas TIC. Das definições das TIC deduz-se que as ferramentas TIC podem ser amplamente classificadas em dois (2), que são hardware e software. Equipamentos de laboratório também são exemplos de ferramentas TIC geralmente usadas para realizar um experimento ou tomar medições e coleta de dados.

### **2.4.1. Relevância das plataformas de gestão de dados nos laboratórios**

O desenvolvimento de sistemas de informação aplicados a laboratórios visa atender de forma mais específica as necessidades da pesquisa (Kanza et al., 2017; Machina & Wild, 2013). Dentre os sistemas desenvolvidos, cita-se como exemplo os cadernos eletrônicos de laboratório (do inglês *electronic laboratory notebook* - ELN). A utilização desses, assim como o uso de outras plataformas eletrônicas de gestão de dados, apresenta vantagens e limitações.

Quando analisadas as vantagens destaca-se a usabilidade flexível desses sistemas, permitindo aos técnicos integração e conexão com outras plataformas. Além disso, auxiliam na colaboração entre colegas de trabalho por meio do compartilhamento de projetos e seus resultados experimentais, principalmente, quando a equipe está separada geograficamente. Os dados podem ser sincronizados com dispositivos portáteis, como tablets e smartphones, o que oferece novos pontos de acesso e compartilhamento. Os ELNs eliminam a necessidade de transcrição manual das anotações físicas, visto que os dados são inseridos no sistema gradativamente ao longo da execução da pesquisa, proporcionando o monitoramento do andamento da pesquisa. Nesse aspecto, por meio da acessibilidade aos dados, documentos e atividades realizadas pelos integrantes da equipe, ocorre uma gestão do ambiente organizacional otimizada e inteligente. O abandono de anotações em manuscritos físicos minimiza problemas de elegibilidade, bem como a chance de perda ou danificação. Outro aspecto importante é o armazenamento independente de espaço físico e a busca por informações de modo específico (Ferreira, 2019; Machina & Wild, 2013).

## **2.5. Microsoft 365**

O Microsoft 365 é uma forma confiável, segura e produtiva de trabalhar que reúne o Office 365, Windows 10 Enterprise, mobilidade corporativa e segurança. O Microsoft 365 oferece o que há de mais recente e mais recentes inovações avançadas em segurança empresarial, gerenciamento, colaboração, fornecidas por meio de serviços corporativos em nuvem (Microsoft, 2020).

Segundo Microsoft isso representa serviço de assinatura em nuvem que reúne as tradicionais aplicações do pacote Office. Com a introdução de novos recursos de produtividade, ele otimiza o trabalho colaborativo nas empresas. Isso significa que o Microsoft 365 permite acessar ferramentas via internet e de qualquer dispositivo. Além disso, a ferramenta assegura atualizações automáticas dos recursos, sempre que uma nova versão é lançada.

### **2.5.1. Vantagens do Microsoft 365**

- ◆ **Mais produtividade e colaboração:** Os serviços em nuvem de produtividade do Microsoft 365 facilitam a localização de documentos, simplificam o armazenamento de arquivos e agilizam a comunicação com o time. Esses recursos otimizam o tempo de trabalho dos colaboradores e maximizam a produtividade no dia a dia. Por sua vez, a facilidade de colaboração na equipe é outro ponto forte, uma vez que as funcionalidades permitem compartilhar informações com praticidade e acesso remoto aos arquivos de qualquer lugar.

- ◆ **Segurança:** Ao contrário do que se pode imaginar, a praticidade do trabalho online e o armazenamento em nuvem não comprometem a integridade dos dados. Com o Microsoft 365, as informações corporativas são alocadas em datacenters que cumprem rigorosos padrões de cibersegurança. O rigor da segurança garante maior proteção contra panes técnicas, perdas e falhas de equipamentos. É possível, ainda, proteger a empresa de ameaças cibernéticas e dados dos clientes.
- ◆ **Redução de custos:** O Microsoft 365 proporciona excelente custo-benefício, principalmente quando consideramos os gastos isolados de diferentes ferramentas corporativas, pois une as principais aplicações necessárias para a rotina de trabalho em um único serviço.

Isso reduz custos com automação, governança de TI e segurança e consolida gastos com fornecedores. Além disso, as diversas opções de planos possibilitam contratar um serviço sob medida para as necessidades de cada negócio.

- ◆ **Facilidade de armazenamento:** O Office 365 oferece armazenamento a partir de 1 TB no OneDrive para cada usuário. Um espaço ideal para armazenar altos volumes de documentos e arquivos, de maneira centralizada, segura e mais acessível.
- ◆ **Tomada de decisões inteligentes:** Com um aplicativo personalizado, automações integradas e insights poderosos, o Microsoft 365 possibilita aumentar a eficiência de cada colaborador e simplificar diversos processos comerciais. Desse modo, os funcionários tomam decisões inteligentes com mais rapidez. A exemplo disso, de acordo com o estudo “O Impacto Econômico do Microsoft 365”, da Forrester, é possível economizar 12.500 horas em atividades de distribuição por meio de processos comerciais simplificados.

## 2.6. Plataformas pouco código (Low Code)

Normalmente, o desenvolvimento de um aplicativo da forma tradicional está associado a altos investimentos financeiros, talentos digitais especializados, obrigatoriedade de criar estruturas com milhares de linhas de código e conseqüentemente, maior tempo para realizá-lo. No entanto, com as plataformas Low Code, é possível ter um ambiente mais amigável e fácil para a programação por desenvolvedores não-técnicos, otimizando o processo e reduzindo custos.

O ambiente de desenvolvimento do aplicativo, o Power Apps, é uma plataforma pouco código líder do mercado, reconhecida pela Gartner (2022), que permite a criação de aplicativos personalizados com design responsivo, utilizando metodologias que exigem pouca programação. O ponto forte da plataforma é a governança, proporcionando maior controle sobre as permissões de acesso, garantindo segurança e privacidade dos dados do usuário (MICROSOFT, 2023)

Ainda nesse âmbito, as plataformas de pouco código, de nome técnico Low Code Development Platform (LCPD), ou plataformas de aplicativo com pouco código, surgiram no

mercado para simplificar as TIC e tornar sua tecnologia mais acessível. De acordo com Gartner (2022), o número de desenvolvedores não técnicos vai ser quatro vezes maior que o número dos desenvolvedores profissionais em 2023 e 70% das novas aplicações serão feitas usando plataformas Low Code ou No Code em 2025, uma vez que essa metodologia será uma tendência no mercado.

No entanto, para que as TIC sejam devidamente implementadas e tenham sucesso nas empresas, é necessário que todos os funcionários envolvidos no processo estejam totalmente comprometidos com o sistema, entendendo a importância da utilização da tecnologia como uma ferramenta para melhorar a qualidade dos serviços prestados (MAINARDES, 2012). Por isso, é fundamental que haja treinamento e capacitação adequada, bem como uma cultura organizacional que valorize a inovação e a melhoria contínua dos processos. As ferramentas específicas utilizadas no presente estudo de caso, serão conceituadas nos subtópicos seguintes. Estes abarcam o seguinte: base de dados; plataforma de pouco código; plataforma de automação; e ferramentas de análise de dados.

## **2.7. Base de dados**

O SharePoint é uma plataforma baseada na nuvem, desenvolvida e mantida pela Microsoft, que oferece uma ampla gama de recursos e ferramentas, tais como páginas de site, web parts, listas, bibliotecas, pesquisa, além de integração com outras soluções, como Power Apps, Power Automate e Power Bi (MICROSOFT, 2023).

O SharePoint 2016 permite o gerenciamento e compartilhamento eficaz de informações, automação de negócios processos, colaboração e interação com outras pessoas. SharePoint é a colaboração empresarial da Microsoft plataforma que funciona em estreita colaboração com as tecnologias do Microsoft Office para permitir que os indivíduos organizem melhor conteúdo, compartilhar trabalhos e levar informações para onde quer que vão.

A Microsoft (2023), relata que com essa plataforma, é possível organizar e armazenar as informações de maneira segura, com controle de acesso para os usuários e monitoramento constante do tráfego na rede. Consequentemente, esses recursos facilitam significativamente a gestão dos dados, permitindo uma maior eficiência e segurança nas atividades relacionadas à construtora.

### **O SharePoint foi projetado para ajudar a atingir os seguintes objetivos:**

- ◆ Fornecer aos usuários corporativos acesso mais rápido e abrangente a ações acionáveis Informação. O objetivo não é apenas fornecer acesso a mais informações, mas também é tornar possível a localização das informações mais relevantes para permitir que as pessoas respondam rapidamente às necessidades do negócio.
- ◆ Permitir que os indivíduos encontrem as pessoas mais relevantes com quem trabalhar e se conectar e permitir-lhes trabalhar em conjunto de forma eficaz. As equipes podem compartilhar facilmente informações, independentemente da localização, e comunidades de pessoas que compartilham interesses podem ser formados.

- ◆ Melhorar a produtividade individual e da equipe, facilitando a criação e o gerenciamento de informações e permitindo que essas informações sejam disponibilizadas como parte de processos de negócios.
- ◆ Reduzir o custo e o tempo de fornecimento de soluções de negócios para toda a empresa, fornecendo um conjunto de serviços de aplicação que funcionam juntos e podem ser combinados em solução de negócio.

## **2.8. Power Apps**

Segundo a Microsoft (2023), o Power Apps é um conjunto de aplicativos, serviços e conectores, bem como uma plataforma de dados que oferece um ambiente de desenvolvimento rápido de aplicativos para criação dos apps personalizados para suas necessidades de negócios. Ao usar o Power Apps, pode-se criar rapidamente aplicativos de negócios personalizados que se conectam aos dados armazenados em uma plataforma subjacente de dados (Microsoft Dataverse) ou em várias fontes de dados online e locais (como SharePoint, Microsoft 365, Dynamics 365, SQL Server e outras).

Os aplicativos criados no Power Apps oferecem funcionalidades avançadas de fluxo de trabalho e lógica de negócios para transformar operações de negócios manuais em processos digitais e automatizados. Além disso, os aplicativos criados com o Power Apps contam com um design responsivo e podem ser executados continuamente em um navegador ou em dispositivos móveis (celular ou Tablet). O Power Apps "democratiza" a experiência de criação de aplicativos de negócios personalizados, permitindo que os usuários criem aplicativos de negócios personalizados e repletos de recursos sem escrever muito código.

O Power Apps também fornece uma plataforma extensível que permite aos desenvolvedores profissionais interagir de modo programático com metadados e dados, aplicar lógica de negócios, criar conectores personalizados e integrar dados externos.

## **2.9. Plataforma de automação**

A plataforma de automação de fluxos utilizada, o Power Automate, é uma solução da Microsoft que possibilita a automatização de processos, integrando-se ao Power Apps e ao Sharepoint para compor o desenvolvimento de aplicativos. Os fluxos são criados na nuvem, a partir de modelos e recursos preestabelecidos, podendo ser configurado com gatilhos para sua ativação. Além disso, a plataforma oferece diversas opções de conectores para a integração com outras ferramentas, como o Microsoft Teams, o Power BI, o Outlook e o Dynamics 365, ampliando suas possibilidades de uso e otimização da produtividade (MICROSOFT, 2023c).

Microsoft Power Automate, anteriormente conhecido como Microsoft Flow, é uma ferramenta de software que permite aos usuários criar fluxos de trabalho automatizados entre vários aplicativos e serviços (Vectra, 2023).

A Microsoft projetou o software para ajudar os usuários a automatizar processos manuais e rotineiros no Microsoft Office 365 e no Microsoft Azure, com o objetivo final de aumentar a produtividade.

O Power Automate está habilitado por padrão em todos os aplicativos do Office 365 e vem com cerca de 150 conectores padrão. A ferramenta oferece um número igual de conectores premium disponíveis para compra para aumentar os recursos de automação.

O Power Automate é essencialmente uma versão do PowerShell – uma linguagem de script/desenvolvimento onde os usuários da rede escrevem suas próprias instruções para automatizar a tarefa. Se você tiver acesso ao ambiente, provavelmente terá acesso ao Power Automate, por isso é extremamente poderoso para hackers. É difícil detectar a criação de scripts suspeitos porque usuários com acesso de administrador criam scripts semelhantes. Por exemplo, um hacker poderia entrar na rede e criar um script para encaminhar todos os e-mails da Kenmare para um endereço de e-mail específico. É difícil detectar se esse script específico é malicioso, a menos que as equipes de segurança analisem e leiam cada script.

Esses tipos de ataques sofisticados são semelhantes aos que vimos na rede do Office 365, onde hackers usam ferramentas legítimas para atacar uma empresa.

## **2.9.2. Ferramentas de análise de dados**

Para a análise de dados, destaca-se o Power BI, ferramenta de Business Intelligence (BI) da Microsoft. O BI, segundo Barbieri (2001), é um "guarda-chuva" conceitual que engloba a captura e a modelagem de dados, permitindo que as informações sejam estruturadas de forma mais flexível e acessível, além de ser associado a outros sistemas para facilitar o gerenciamento da organização. A criação de um dashboard embasado em tais conceitos, portanto, permite sintetizar os dados coletados e apresentá-los de maneira clara e objetiva aos setores responsáveis pela análise e tomada de decisão. Dessa forma, a ferramenta simplifica a forma de agrupar, filtrar e mostrar as estatísticas criadas, proporcionando uma visão mais abrangente e precisa do desempenho da organização.

## **2.10. Soluções tecnológicas existentes de simulação geometalúrgica**

Existem várias soluções tecnológicas de simulação de processos geometalúrgicos disponíveis para auxiliar nos laboratórios de geometalurgia. Essas soluções utilizam modelagem matemática e simulação computacional para prever o comportamento de um depósito mineral durante o processamento.

### **GeoMet**

O GeoMet é um software de modelagem geometalúrgica desenvolvido pelo BRGM (Bureau de Recherches Géologiques) que é o serviço geológico nacional da França para integrar dados geológicos, mineralógicos e metalúrgicos e prever o comportamento de um depósito mineral durante o processamento.

O BRGM é uma instituição pública de referência nas aplicações das ciências da Terra para gerenciar recursos e riscos do solo e subsolo. O objetivo do BRGM é melhorar a compreensão dos fenômenos geológicos e fornecer ferramentas para gerenciar o solo, subsolo e seus recursos, além de prevenir riscos naturais e poluição. O GeoMet® é uma das ferramentas desenvolvidas pelo BRGM com base em ciência de dados e geociência. Ele permite modelar, prever e produzir informações sobre o estado da superfície e subsuperfície, seus recursos e riscos associados.

#### **Pontos chaves da aplicação:**

- a) O GeoMet oferece ferramentas para criar modelos geológicos detalhados, permitindo uma melhor compreensão das características do subsolo;
- b) O aplicativo pode ajudar a prever riscos naturais, como deslizamentos de terra, terremotos e inundações.
- c) O GeoMet integra dados de várias fontes, como levantamentos geofísicos, amostras de solo e dados sísmicos. Isso permite análises mais abrangentes e insights valiosos para tomada de decisões.
- d) A utilização do GeoMet pode ser complexa para usuários sem conhecimento prévio em geociência e ciência de dados. É necessário treinamento adequado para aproveitar todas as funcionalidades.
- e) O aplicativo pode exigir recursos computacionais significativos, como memória RAM e capacidade de processamento. Além disso, pode ser necessário um ambiente específico (por exemplo, sistemas operacionais compatíveis).

#### **METSIM®**

Segundo Hatch (2024), METSIM é um software que serve para simulação e modelagem de processos em diversas indústrias, especialmente nas áreas de mineração, metalurgia e processamento de minerais. Oferece uma plataforma abrangente que permite a análise detalhada e a otimização de processos complexos, proporcionando uma visão precisa e detalhada das diversas etapas de produção. Permite a modelagem e simulação detalhada de processos de extração e processamento de minerais, ajudando a prever a distribuição e quantidade de minerais em um depósito.

#### **Funcionalidades Principais**

- **Modelagem de Processos:** Permite a modelagem modular e flexível de processos complexos;
- **Simulação e Análise:** Facilita simulações detalhadas de processos em estado estacionário e dinâmico, além de análises de sensibilidade;
- **Integração e Personalização:** Oferece integração com outros softwares e sistemas de dados, além de opções de personalização;
- **Visualização de Dados:** Fornece ferramentas para a visualização dos resultados da simulação de maneira intuitiva.

#### **Aplicações**

- **Mineração e Processamento de Minerais:** Otimização de circuitos de cominuição, flotação e lixiviação.

- Metalurgia Extrativa: Modelagem e otimização de processos hidrometalúrgicos e pirometalúrgicos.
- Ambiente e Sustentabilidade: Avaliação e mitigação de impactos ambientais.
- Indústria Química: Modelagem de reações químicas e processos de separação.

### **Vantagens do METSIM®**

- Precisão e Confiabilidade: Modelos baseados em dados reais e comprovados.
- Eficiência Operacional: Identificação de gargalos e áreas de melhoria.
- Tomada de Decisão Informada: Insights detalhados para suportar decisões estratégicas e operacionais.

### **GeoMetrix**

O software GeoMetrix tem sido amplamente utilizado para a integração e análise de dados geometalúrgicos, facilitando a tomada de decisões informadas e a otimização dos processos de mineração (GeoMetrix, 2024). é um software desenvolvido para facilitar a integração e análise de dados geometalúrgicos. Ele permite que empresas de mineração combinem dados de várias fontes para obter uma visão holística dos depósitos minerais, melhorar a eficiência operacional e otimizar a tomada de decisões.

### **Funcionalidades e Características**

- Permite a integração de dados de perfuração, mapeamento e amostras.
- Inclui dados de composição mineral, textura e distribuição.
- Abrange dados de testes de processamento e performance metalúrgica.
- Cria modelos tridimensionais detalhados que ajudam na visualização e análise dos depósitos.
- Simula o comportamento dos minerais durante o processamento para prever a performance do processamento.
- Avalia a variabilidade dos depósitos minerais para identificar áreas de alta e baixa performance.
- Estima a produção futura com base nos dados geometalúrgicos.
- Identifica e mitiga riscos associados à variabilidade dos depósitos e ao processamento.
- Gera relatórios detalhados que podem ser customizados conforme as necessidades do usuário.
- Compatível com outras ferramentas de mineração e geologia para facilitar a transferência de dados.
- Otimiza os processos de mineração, resultando em redução de custos operacionais e aumento da recuperação de minerais.

### **Leapfrog Geo**

Leapfrog Geo permite a criação de modelos geológicos tridimensionais que ajudam a visualizar a estrutura geológica de depósitos minerais, utilizando interpolação implícita para uma criação rápida e intuitiva de superfícies e volumes geológicos (Seequent, 2024).

É um software de modelagem geológica 3D desenvolvido pela Seequent, uma empresa especializada em soluções tecnológicas para a geociência. Leapfrog Geo é amplamente utilizado em mineração, geologia, engenharia geotécnica, hidrogeologia e exploração de recursos naturais para criar modelos geológicos detalhados e precisos.

### **Funcionalidades e Características**

- Suporta a integração de diversos tipos de dados, incluindo furos de sondagem, dados geofísicos, amostras de superfície e dados sísmicos;
- Facilita a importação e exportação de dados em diversos formatos compatíveis com outros softwares geocientíficos;
- Oferece funcionalidades de colaboração que permitem a vários usuários trabalhar simultaneamente no mesmo projeto, garantindo consistência e eficiência;
- Ferramentas de visualização robustas para criar seções transversais, planos e visualizações interativas;
- Capacidades de geração de relatórios automáticos e personalizados para documentação e apresentação de resultados;
- Modelagem de condições do solo e estruturas geológicas para projetos de construção e infraestrutura;

### **Vantagens**

- A modelagem implícita acelera o processo de criação de modelos geológicos, permitindo ajustes rápidos e eficientes;
- Suporta uma ampla gama de tipos de dados e formatos, tornando-se uma ferramenta versátil para diferentes projetos e indústrias;
- Ferramentas avançadas de análise geoespacial e geostatística melhoram a precisão dos modelos e estimativas de recursos;
- 

### **Características importantes de distinção de cada tecnologia**

**GeoMet:** Foca-se na integração de dados geológicos e metalúrgicos para otimizar a exploração e processamento mineral.

**METSIM:** Foca-se na simulação de processos metalúrgicos e químicos, ajudando a prever e otimizar o desempenho de plantas de processamento.

**GeoMetrix:** Foca-se na gestão e modelagem de dados geológicos e geometalúrgicos, permitindo a análise e visualização de dados geoespaciais e a criação de modelos tridimensionais.

### 3. Capítulo III - Caso de estudo

#### 3.1. Kenmare Moçambique

Kenmare opera a Mina de Moma, localizada na costa norte de Moçambique. A Mina de Moma contém reservas de minerais pesados que incluem os minerais económicos de titânio, ilmenite e rútilo, que são utilizados como matérias-primas para produzir pigmento de dióxido de titânio, assim como o mineral de silicato de zircónio de valor relativamente elevado, o zircão.

O pigmento de dióxido de titânio é utilizado na produção de tintas, papel e plástico. As aplicações principais do zircão são no fabrico de opacificantes para a produção de telhas cerâmicas e para produtos refractários usados nas indústrias do aço e fundição. A Kenmare é um grande fornecedor mundial bem estabelecido de produtos de areias pesadas de titânio, com uma base de clientes a operar em mais de quinze países. A produção da Mina consiste em vários graus dos minerais dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), ilmenite e rútilo, assim como do mineral zircónio, zircão. Os produtos da Kenmare são matérias-primas principais que são transformadas em produtos intermédios e, por fim, consumidos em produtos de qualidade de vida quotidiana, tais como tintas, plásticos e azulejos cerâmicos

#### 3.2. Factos históricos da Kenmare

Ano	Acontecimentos
2001	A Kenmare adquiriu a participação pendente na licença do proprietário original.
2004	A Kenmare começa a construção da Mina de Moma.
2007	A Moma Mine realizou a sua primeira produção.
2009	Foi alcançada a produção comercial em Moma

*Tabela 1: Acontecimento historico da Kenmare*

A Mina iniciou a produção comercial em 2009 e é reconhecida como um fornecedor importante de produtos de areias pesadas para uma base global de clientes que operam em mais de 15 países.

A sede da empresa está situada em Dublin, Irlanda, e a empresa está cotada na Bolsa de Valores de Londres e Euronext Dublin.

A mina de Moma contém reservas globalmente significativas de minerais pesados que incluem os minerais de titânio, ilmenite e rútilo (usados principalmente para produzir o pigmento de dióxido de titânio), assim como o mineral zircão.

O pigmento de dióxido de titânio é usado para conferir brancura e opacidade na produção de tintas, papel, plástico e outros produtos. O zircão é usado principalmente no fabrico de cerâmicas.

A mineração é realizada principalmente utilizando dragas que flutuam em lagoas de mineração artificial. Estas dragas bombeiam as areias pesadas que formam a parede da lagoa para uma Planta de Concentração Húmida (WCP) flutuante. É produzido um concentrado mineral pesado (HMC), que é então bombeado para a Planta de Separação Mineral (MSP) adjacente, onde é separado em produtos finais para exportação através das instalações portuárias da Kenmare.

### **Dragagem**

A dragagem tem lugar em duas lagoas artificiais de água doce separadas, onde três dragas alimentam duas Plantas de Concentração Húmida flutuantes (WCP A e WCP B). Antes da dragagem, a vegetação e o solo superficial são removidos do percurso da draga. O solo superficial é recuperado para ser utilizado em reflorestamento. As dragas penetram no minério na base da lagoa, causando a queda da areia rica em minerais na lagoa de mineração onde é bombeada para uma WCP. As dragas são apoiadas por mineração suplementar que utiliza equipamento padrão de mineração de superfície. O minério proveniente da mineração suplementar é arrastado e bombeado para uma WCP para processamento.

### **Planta de concentração húmida**

A primeira fase de processamento nas WCPs consiste na rejeição de material sobredimensionado, depois do qual a alimentação é passada por fases progressivas de espirais de gravidade, que separam o concentrado mineral pesado (HMC) da areia de sílica e dos resíduos de argila.

### **Reabilitação de dumas**

Os resíduos consistem numa fracção áspera (areia de sílica) que assentam imediatamente e uma fracção fina (argila) que assenta menos rapidamente. Ambas as fracções são co-depositadas numa série de lagoas de decantação. Os resíduos finos espessos são bombeados

destas lagoas de decantação para as zonas de secagem situadas na zona de reabilitação, onde o material seco ajuda o subsolo a reter humidade e nutrientes para ajudar à revegetação. Os resíduos são então recontornados e o solo arável previamente removido é depositado de novo. A reabilitação é completada por sementeira ou plantação com uma variedade de vegetação nativa e/ou de outras espécies, assim como de culturas alimentares. A área é então transferida de volta para as comunidades locais.

### **Concentrado do mineral pesado**

HMC representando aproximadamente 5% em peso do minério extraído, é bombeado para a Instalação de Separação Mineral (MSP) onde é armazenado antes de ser processado. HMC consiste nos valiosos minerais pesados ilmenite, rútilo e zircão, outros minerais pesados, e uma pequena quantidade de minerais leves, a maior parte dos quais é sílica.

### **3.3. Onde opera**

A principal actividade da Companhia é a operação da Moma Titanium Minerals Mine, localizada na costa norte de Moçambique que iniciou a operação comercial em 2009.

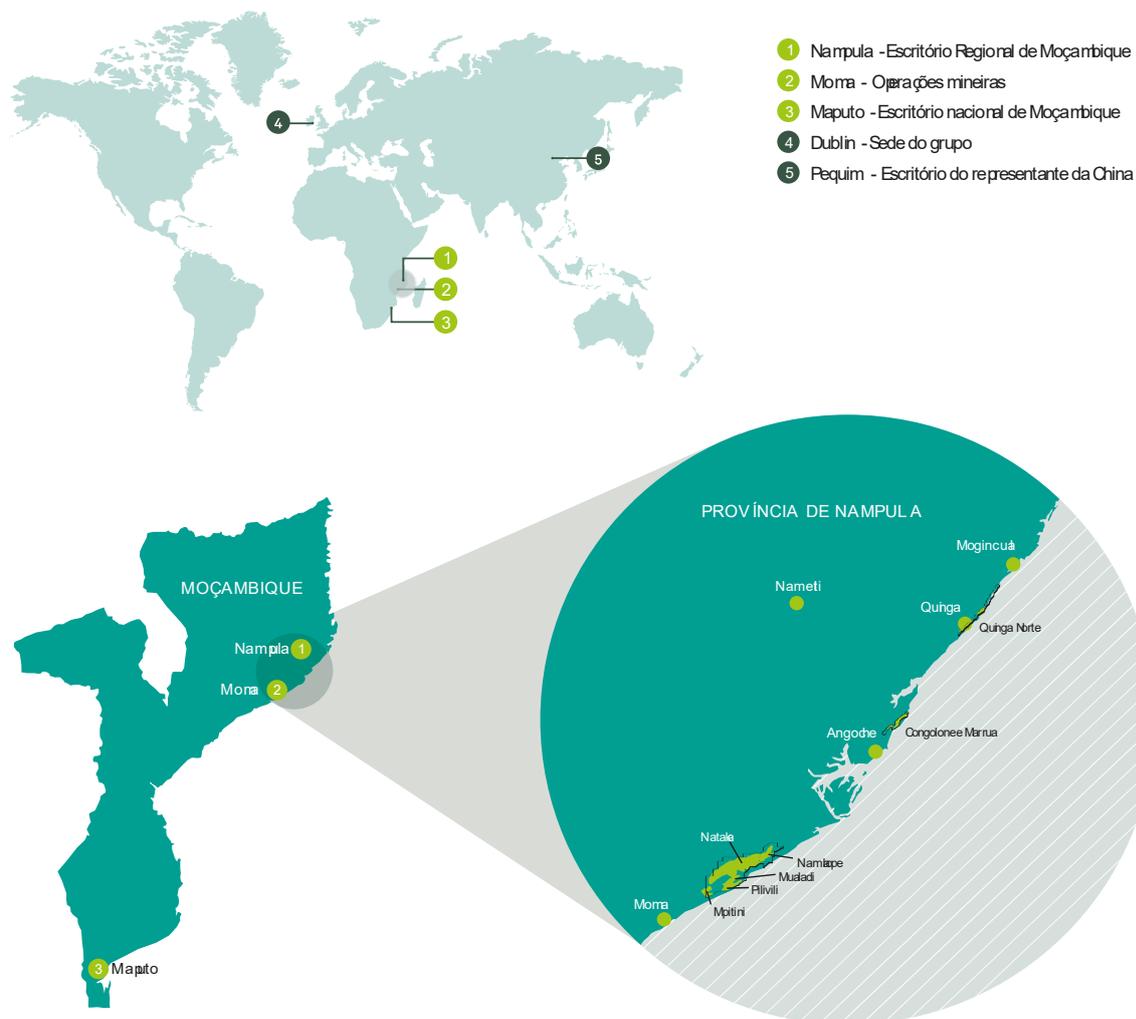


Figura 6: Mapa da região de exploração

### 3.4. Matéria-prima Matérias-primas de titânio

A produção de matéria-prima de titânio representa uma indústria de aproximadamente 4,5 bilhões de dólares por ano e a cadeia de fornecimento de pigmentos TiO<sub>2</sub> tem receitas anuais superiores a 15 bilhões de dólares, esta indústria por sua vez fornece produtos a outras indústrias geradoras de receitas anuais que valorizam muitos múltiplos deste valor.

Ilmenite e rútilo são minerais de titânio utilizados como matéria-prima para produzir pigmento de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), que representa cerca de 90% do consumo global de matéria-prima de titânio. O pigmento TiO<sub>2</sub> é, por sua vez, utilizado no fabrico de tintas e outros revestimentos, plásticos e papel, assim como em várias outras aplicações, incluindo cosméticos, aditivos alimentares, cerâmicas e têxteis. O pigmento TiO<sub>2</sub> é favorecido em muitas dessas aplicações pela sua brancura brilhante, protecção ultravioleta, não toxicidade, inércia, e pelo seu "poder de cobertura", que resulta da sua capacidade superior de dispersar a luz em resultado do seu elevado índice de refração. Não existe substituto económico ou alternativa ambientalmente segura ao dióxido de titânio que tenha substituído o óxido de

chumbo em aplicações de utilização final pelo consumidor, tais como tintas, devido a questões de saúde relacionadas com a toxicidade do chumbo.

As aplicações de metal de titânio e eléctrodos de soldadura representam em grande parte os restantes 10% do consumo global de matéria-prima de TiO<sub>2</sub>. As propriedades únicas do titânio metálico, incluindo a sua elevada resistência ao peso, o seu elevado ponto de fusão e a sua resistência à corrosão e ao ataque químico, fazem dele o metal preferido para uma série de aplicações exigentes, incluindo o fabrico de fuselagens e de motores de jacto para a indústria aeroespacial. É também amplamente utilizado em centrais químicas e de produção de energia, assim como em várias aplicações crescentes para as indústrias electrónicas, médica e de lazer. O rútilo e alguns graus de ilmenite são também utilizados como componente de fluxos para revestimento de eléctrodos de soldadura, que por sua vez são consumidos nas indústrias de construção civil e construção naval.

### Zircão

O sector de fornecimento de areia de zircão representa uma indústria de aproximadamente 1,7 bilhões de dólares por ano. O produto é então fornecido aos mercados de utilizadores finais gerando um valor anual de receitas que são muitos múltiplos deste valor.

O zircão é um mineral de zircónio produzido como co-produto da extracção de minerais de titânio. É uma importante matéria-prima para a indústria cerâmica como opacificante e composto de fritas para azulejos decorativos de paredes e pavimentos e artigos sanitários.

O sector da cerâmica é responsável por 52% do consumo global de zircão. Mais 27% da produção global de zircão é consumida nas indústrias de fundição e refractária, onde as suas propriedades de resistência a altas temperaturas e à corrosão, e boa resistência ao choque térmico, tornam-no adequado para estes mercados de utilização final. O zircão é também cada vez mais consumido num número crescente de aplicações químicas, que incluem o zircónio fundido e químico.

### 3.5. Mão-de-obra

A Kenmare compromete-se a procurar e reter uma mão-de-obra diversificada e talentosa para assegurar o crescimento e o desempenho empresarial. A Kenmare incentiva a diversidade da sua força de trabalho e acredita em mostrar respeito e dignidade a todas as pessoas (Roberto Galéry & Douglas Mazzinghy, 2023).

Actualmente conta com:

Ano	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Número de trabalhadores	1.708	1.636	1.551	1.508	1.423	1.398
% Moçambicanos	97%	97%	97%	97%	96%	95%
% Expatriados	3%	3%	3%	3%	4%	5%
% Mulheres	16%	14.5%	12.7%	10.64%	8%	7%

Tabela 2: Trabalhadores da empresa

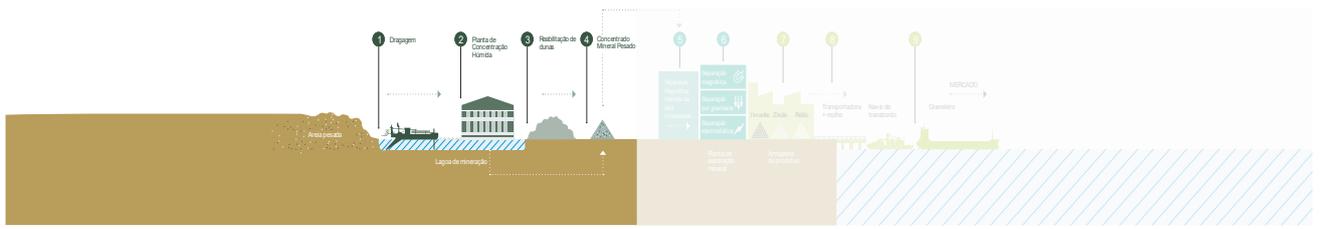


Figura 7: Dragagens da kenmare

### 3.6. Laboratório de Geometalúrgia

O Laboratório de Geometalurgia e Simulação de Processos atua na área de integração de informações de mina através de ferramentas computacionais utilizando modelamento matemático. O trabalho de simulação permite a criação de vários cenários possíveis de forma rápida e confiável permitindo que a tomada de decisão seja feita de forma mais segura reduzindo riscos e custos.

O laboratório de Geometalurgia consiste na observação sistemática da amostra de areia para prever a quantidade do mineral pesado disponível numa certa região. Através desses dados é possível saber-se a quantidade que provavelmente explorar-se-á num determinado período de tempo. Diferentes etapas são fundamentais para a tomada dessas decisões, respectivamente:

#### 1. Retirada de lodo:

Descrição: Remoção de partículas finas, como argilas, que podem prejudicar os processos de beneficiamento. Geralmente são partículas de 45-850  $\mu\text{m}$

Processo Laboratorial: Uso de técnicas como sedimentação, centrifugação ou peneiramento para separar as partículas finas.

#### 2. Preparação de Amostras:

Descrição: Redução do tamanho das amostras e obtenção de frações representativas.

Processo Laboratorial: Britagem, moagem e divisão da amostra para garantir uma representação adequada dos minerais presentes.

#### 3. Caracterização Mineralógica:

Descrição: Identificação e quantificação dos minerais presentes nas amostras.

Processo Laboratorial: Utilização de técnicas como microscopia óptica, difração de raios X (XRD), difração de elétrons retro espalhados (EBSD) e microscopia eletrônica de varredura (SEM).

#### 4. Estudos de Textura:

Descrição: Avaliação da distribuição e arranjo dos minerais nas amostras.

Processo Laboratorial: Microscopia óptica e técnicas avançadas de imagem para analisar a textura dos minerais.

#### **5. Ensaio de Separação Gravimétrica:**

Descrição: Separação de minerais com base em diferenças de densidade.

Processo Laboratorial: Uso de concentradores gravimétricos, como mesas vibratórias e espirais, para realizar testes de concentração.

#### **6. Ensaio de Separação Magnética:**

Descrição: Separação de minerais com base em propriedades magnéticas.

Processo Laboratorial: Utilização de separadores magnéticos para avaliar a eficácia da separação magnética.

#### **7. Ensaio de Flotação:**

Descrição: Processo de concentração mineral baseado na capacidade dos minerais se ligarem a bolhas de ar.

Processo Laboratorial: Testes de flotação em células de flotação para avaliar a flotabilidade dos minerais.

#### **8. Determinação de Propriedades Físicas:**

Descrição: Medição de propriedades físicas relevantes para o beneficiamento.

Processo Laboratorial: Medição de densidade, tamanho de partículas, características magnéticas, entre outras propriedades.

#### **9. Avaliação de Potencial de Processamento:**

Descrição: Avaliação da viabilidade técnica e econômica de diferentes métodos de processamento.

Processo Laboratorial: Testes de processamento em escala laboratorial para otimizar o rendimento.

#### **9. Monitoramento de Qualidade:**

Descrição: Verificação da conformidade dos produtos finais com as especificações.

Processo Laboratorial: Análises químicas e físicas para garantir a qualidade do produto final.

Estudos de Estabilidade:

Descrição: Avaliação da estabilidade dos resíduos de processamento.

Processo Laboratorial: Testes para determinar a estabilidade química e física dos resíduos.

### **3.7. Situação actual de registo e recolha de dados de amostra no processo geomet**

O laboratório de geometurgia da Kenmare desempenha um papel crucial na análise e processamento de amostras minerais, essenciais para otimizar a eficiência e a qualidade da produção mineral. A equipe de geometurgia é responsável por conduzir ensaios em diferentes equipamentos, registrar medições (como massas, campos magnéticos, velocidades) e analisar os resultados para tirar conclusões sobre a viabilidade e a qualidade dos depósitos minerais.

### **Métodos Atuais de Coleta e Registro de Dados**

Atualmente, o processo de coleta e registro de dados no laboratório de geometurgia é predominantemente manual e apresenta diversas limitações:

- Os dados são inicialmente registrados em cadernos de laboratório, o que está sujeito a erros humanos, perda de dados e dificuldades de leitura.
- Posteriormente, os dados são transferidos manualmente para planilhas de Excel. Este processo é demorado e propenso a erros de transcrição, o que pode comprometer a integridade e a precisão dos dados.
- O acesso aos dados armazenados em planilhas de Excel é limitado e dificulta a colaboração em tempo real entre os membros da equipe. A atualização e a visualização dos dados tornam-se tarefas complicadas e pouco eficiente.
- O superintendente da área constantemente verifica as amostras recebidas no armazém e cadastra no manual.

### **Tecnologias Utilizadas**

Atualmente, o laboratório utiliza ferramentas básicas como planilhas de Excel para o armazenamento e a análise de dados. No entanto, essas ferramentas são insuficientes para atender às necessidades de um ambiente dinâmico e em constante evolução como o da geometurgia. A falta de integração com outros sistemas e a ausência de funcionalidades avançadas de rastreamento e análise de dados limitam significativamente a eficiência operacional do laboratório.

No laboratório de geometurgia, mantém-se um grupo no WhatsApp, onde cada técnico registra suas atividades. Esse registro serve para manter todos informados sobre as tarefas já realizadas. Além disso, o grupo funciona como um canal de apoio para compartilhar informações sobre as amostras que serão submetidas aos testes no laboratório. No entanto, às vezes, ocorre confusão, especialmente quando as amostras são entregues no armazém de geometurgia.

### **3.8. Modelo proposto de registo e rastreio de dados de amostra no processo geomet**

A proposta de desenvolvimento de uma plataforma online visa resolver os desafios atuais e melhorar a eficiência e a precisão dos processos no laboratório de geometurgia. Os principais objetivos incluem:

- Facilitar o acesso em tempo real aos dados para todos os membros da equipe, promovendo uma colaboração mais eficiente e eficaz.

- Eliminar a necessidade de registros manuais e transferências de dados, reduzindo o risco de erros humanos.
- Implementar funcionalidades de rastreamento detalhado das amostras, desde a coleta até a análise final, garantindo a integridade e a rastreabilidade dos dados.
- Garantir que os dados sejam armazenados de forma segura e que o acesso seja controlado de acordo com as funções e responsabilidades de cada usuário.
- Sistema de notificações para alertar a equipe sobre eventos importantes, como a conclusão de análises ou problemas detectados.
- Geração de relatórios automatizados sobre o estado das amostras, desempenho dos processos e outros indicadores-chave.
- Capacidade de importar e exportar dados de outros sistemas e bancos de dados utilizados pela Kenmare.
- Implementação de medidas de segurança, como autenticação de usuários e controle de acesso baseado em funções.

A solução proposta será instalada de forma permanente nos tablets do laboratório, permitindo que cada usuário registre suas atividades pontuais. Além disso, também será possível instalá-la nos dispositivos móveis fornecidos pela empresa Kenmare.

#### **4. Capítulo IV - Desenvolvimento da solução proposta**

#### **4.1. Levantamento de requisitos**

A solução do problema consiste no desenvolvimento de uma plataforma online capaz de auxiliar a introdução de dados durante os testes laboratoriais usando dispositivos moveis e importar para um banco de dados, com tecnologias como sql server, power automate, PowerApps, Power BI para Kenmare Moçambique. Devido a dificuldades enfrentadas no processo Geomet, como a ineficiência, falta de precisão e adulteração de dados, uma vez que actualmente, o processo manual de coleta de dados em papel torna-se propenso a erros, demorado e dificulta a análise e interpretação rápida dos resultados dos testes.

Esta solução pode proporcionar melhorias significativas no processo Geomet, permitindo uma colaboração efectiva entre técnicos, eficiência na colecta de dados, garantir uma boa rastreabilidade de dados, garantir um fluxo preciso de informação, caracterização de dados através de relatórios.

Os usuários do sistema só precisam estar autenticados e usufruir das funcionalidades. Os supervisores poderão visualizar todos relatórios das amostras, os técnicos poderão adicionar novas amostras no sistema, editar amostras existentes, comparar amostras e gerar relatórios de acordo com os dados existentes. O administrador poderá adicionar utilizadores no sistema.

#### **4.2. Análise da Solução**

De acordo com o que foi abordado no primeiro capítulo, deve-se primeiramente identificar o grupo de interesse no sistema, que é um grupo representado por indivíduos, grupos ou organizações que têm interesse direto ou indireto em uma empresa, projeto ou iniciativa, e que podem ser afetados ou afetar suas atividades, objetivos ou resultados. Os stakeholders desempenham um papel fundamental em influenciar ou serem influenciados por uma entidade específica.

##### **◆ Grupo de interesse**

Os grupos de interesse que se relacionam com a plataforma online da Geomet são: supervisores, técnicos do laboratório e superintendente.

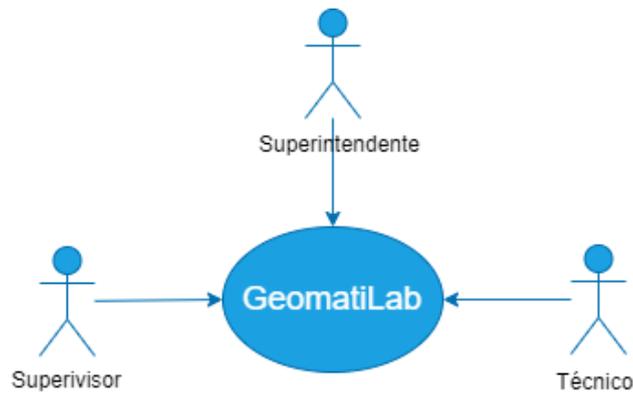


Figura 8: grupo de interesse

Assim, as funcionalidades dedicadas a estes são:

- a) Adicionar amostras: Os supervisores podem adicionar amostras no sistema e aguardar a validação com o superintendente, podem também validar amostras caso o superintendente autorize.
- b) Visualizar testes laboratoriais em tempo real: os supervisores e técnicos podem visualizar o progresso durante os testes no laboratório.
- c) Visualizar relatórios: todos os usuários podem visualizar os relatórios no sistema, de acordo com os níveis de permissão.
- d) Adicionar formulários: o superintendente pode adicionar formulários para novos testes no laboratório.

### Requisitos do sistema

Segundo (Sommerville, 2007), os requisitos estão directamente associados às necessidades dos clientes de um sistema. Os requisitos de um sistema definem o que o sistema deve fazer, descrições das funções, e as suas restrições operacionais. Um requisito é uma característica do sistema ou uma descrição de algo que o sistema é capaz de fazer em relação a atender os propósitos do sistema. Para o levantamento dos requisitos do sistema proposto foram usadas as técnicas de entrevista e observação. A classificação dos requisitos é estabelecida segundo prioridades, sendo estes classificados e descritos na tabela seguinte:



Figura 9: Prioridade de requisitos

Classificação	Descrição
Essencial	É o requisito sem o qual o sistema não entra

	em funcionamento. Requisitos essenciais são requisitos imprescindíveis, que têm de ser implementados.
Importante	É o requisito sem o qual o sistema entra em funcionamento, mas de forma não satisfatória. Requisitos importantes devem ser implementados, mas, se não forem, o sistema poderá ser implantado e utilizado mesmo assim.
Desejável	É o requisito que não compromete as funcionalidades básicas do sistema, isto é, o sistema pode funcionar de forma satisfatória sem ele. Requisitos desejáveis são requisitos que podem ser deixados para versões posteriores do sistema, caso não haja tempo hábil para implementá-los na versão que está sendo especificada.

Tabela 3: Prioridade de requisitos

#### 4.2.1. Requisitos funcionais

Para (Sommerville, 2007) os requisitos podem ser: funcionais e não funcionais.

Requisitos funcionais - são descrições detalhadas das funcionalidades ou capacidades desejadas que o projecto ou sistema deve ter. São similares aos requisitos do utilizador, mas também podem incluir funcionalidades que o utilizador não esteja apto a ver directamente. Podem ser, por exemplo, relatórios que o sistema deve produzir. Indicam que coisas o sistema deve fazer. (Stephens, 2015). Nessa vertente, considerando o problema identificado no capítulo anterior foram identificados e descritos, para atender as necessidades do utilizador final, os seguintes requisitos funcionais:

ID	Requisito	Descrição	Prioridade	Referencia
RF01	Registar utilizador	Permitir que novos usuários sejam cadastrados no sistema, fornecendo as informações necessárias para criar uma nova conta, isso pode ser feito pelo supervisor ou pelo superintendente	Essencial	
RF02	Eliminar utilizador	Permitir que um usuário registrado no sistema seja removido permanentemente do mesmo	Importante	RF01, RF03
RF03	Inicial sessão	Permitir que usuários registrados acessem o sistema autenticando-se com suas credenciais para usufruir das suas funcionalidades	Essencial	RF01
RF04	Terminar sessão	Permitir que usuários já registrados e com sessão iniciada terminem a sessão no sistema.	Essencial	RF03
RF05	Configurar	Permitir que o usuário, de acordo	Essencial	RF03

	formulário	com os seus privilégios, configure o formulário para adicionar dados de amostras e testes no laboratório.		
RF06	Adicionar novas amostras	Permitir que usuários cadastrados no sistema através dos formulários adicionem novas amostras e suas especificações.	Essencial	RF03
RF07	Registrar dados de testes	Permitir a coleta de dados em tempo real durante os testes laboratoriais	Essencial	RF03
RF08	Editar dados de testes	Permitir a edição de dados dos testes realizados nas amostras. Seguindo cada processo envolvido, desde a retirada de lodo até o fracionamento do IP1, IP2, IP3 e IP4.	Essencial	RF03, RF07
RF09	Controlar versões dos testes	Permitir rastreabilidade completa dos dados, incluindo quem inseriu, modificou ou excluiu informações	Importante	RF03
RF10	Descarregar documentos	Permitir aos usuários do sistema descarregar em PDF os dados de testes laboratoriais disponíveis no sistema	Desejável	RF03
RF11	Ver relatórios	Permitir aos usuários recursos de visualização de relatórios e análises para revisão e tomada de decisões	Importante	RF03
RF12	Ver funcionamento de máquinas	Permitir aos usuários ver todos SOP de máquinas do laboratório de Geometalúrgia	Desejável	RF03

*Tabela 4: Requisitos funcionais*

### Requisitos não funcionais

Definindo requisitos não funcionais, Stephens diz que são demonstrações ou declarações sobre a qualidade ou restrições do sistema sobre como ele produz um resultado desejado. Especificam aspectos como a performance, confiabilidade do sistema e características de segurança. Seguem os requisitos não funcionais proposto para a resolução do problema descrito neste trabalho:

ID	Requisito	Descrição	Prioridade	Referencia
RNF01	Escalabilidade	O sistema deve suportar o aumento relativamente elevado de utilizadores sem colocar em causa o seu desempenho.	Essencial	
RNF02	Segurança	O sistema deve garantir a segurança dos dados e privacidade dos utilizadores registados no sistema	Essencial	

RNF03	Disponibilidade	O sistema deverá garantir que todos os utilizadores acedam ao mesmo a qualquer hora ou dia, ou seja, o sistema deve estar disponível 24h ao dia e 7dias por semana	Essencial	
RNF04	Usabilidade	O sistema deve ser fácil de aprender e usar, ou seja, deve tornar fácil e agradável a realização de tarefas por parte de qualquer actor do sistema	Essencial	
RNF05	Portabilidade	O sistema deve ser executado em diferentes ambientes, ou seja, o sistema deve se adaptar a diferentes sistemas operativos e diferentes hardwares	Essencial	
RNF06	Interoperabilidade	O sistema deve permitir a integração com outros sistemas de laboratório, equipamentos analíticos ou plataformas de dados.	Essencial	
RNF07	Regulamentação e Conformidade	Garantir que a aplicação atenda aos requisitos e regulamentações específicos do setor de geometurgia, garantindo conformidade.	Essencial	
RNF08	Manutenibilidade	A aplicação deve permitir atualizações regulares para incorporar novos recursos, correções de bugs ou melhorias.	Essencial	

*Tabela 5: Requisitos não funcionais*

### **4.3. Modelagem da proposta de solução**

A modelação de casos de uso foi originalmente desenvolvida por (Jacobson, 1993) e incorporado na primeira divulgação da UML (Rumbaugh, 1999). Os modelos de caso de uso são usados para reforçar o levantamento de requisitos.

Segundo Nunes & O'Neil (2003, p. 3) a UML, que pode ser traduzida em linguagem de modelação unificada, é uma linguagem que utiliza uma notação padrão para especificar, construir, visualizar e documentar sistemas de informação orientados por objectos.

Um caso de usos pode ser visto como um simples cenário que descreve o que o utilizador pode esperar do sistema. Cada caso de uso representa uma tarefa individual que envolve uma interação externa com o sistema. Na sua forma mais simples, um caso de uso é representado por uma elipse com actores envolvidos no caso de uso.

### 4.3.1. Caso de uso

Um caso de uso descreve o que um sistema (ou subsistema) faz, define funcionalidades ou comportamentos fornecidos pelo sistema. Um caso de uso representa a descrição de um conjunto de sequências de ações para produzir um resultado. (Booch, 2005)

Os casos de uso são uma técnica de descoberta de requisitos e são uma característica fundamental da linguagem de modelagem unificada. Em sua forma mais simples, um caso de uso identifica os actores envolvidos em uma interação e dá nome ao tipo de interação. Essa é, então, suplementada por informações adicionais que descrevem a interação com o sistema. A informação adicional pode ser uma descrição textual ou um ou mais modelos gráficos, como diagrama de sequência ou de estados da UML. (Sommervill, 2011)

### 4.4. Diagrama de caso de uso

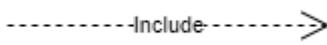
O Diagrama de casos de uso procura possibilitar a compressão do comportamento externo do sistema (em termos de funcionalidades oferecidas por ele), tentando apresentar o sistema por intermédio de uma perspectiva do usuário. É, entre todos os diagramas UML, o mais abstracto e, portanto, o mais flexível e informal. (Guedes, 2011)

#### Documentação do Caso de Uso

A documentação de um caso de uso, informações como a função em linhas gerais do caso de uso, quais actores interagem com ele, quais etapas devem ser executadas pelo actor e pelo sistema para que o caso de uso execute sua função, quais parâmetros devem ser fornecidos e quais restrições e validações o caso de uso deve ter. (Guedes, 2011)

Guedes (2011), acrescenta que não existe um formato específico de documentação para casos definidos pela UML, porém recomenda o uso de uma linguagem simples para que até usuários leigos possam entender.

#### Elementos de um caso de uso

Elemento	Definição/Função
	Representa qualquer pessoa, função ou sistema externo que interage com o sistema em questão
	Representa qualquer pessoa, função ou sistema externo que interage com o sistema em questão
	Representa a inclusão de funcionalidades de um caso de uso em outro. Ou seja, um caso de uso pode incluir outro caso de uso.
	Representa a extensão ou a condição opcional de um caso de uso. Ou seja, um caso de uso pode ser estendido por outro caso de uso opcionalmente.

	Estabelecimento de relação entre um utilizador e casos de uso
--	---

Tabela 6: Elementos de caso de uso

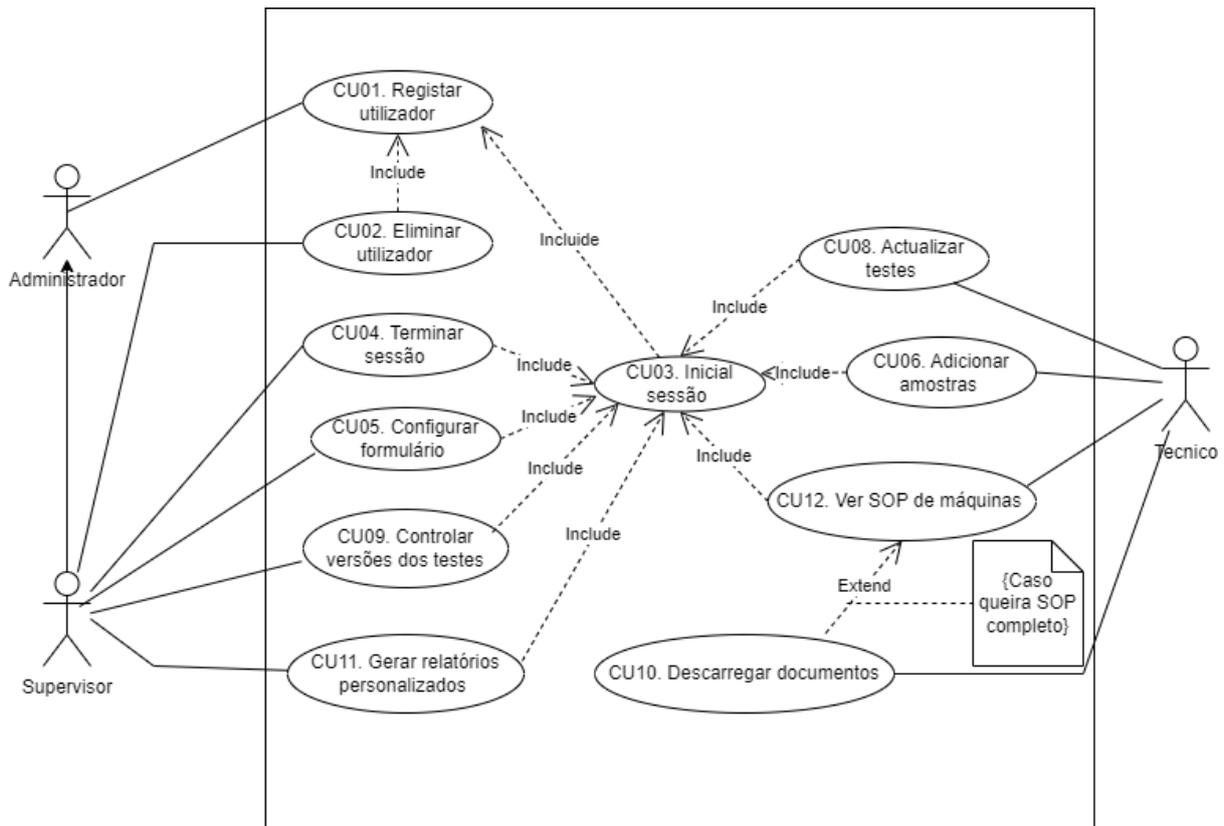


Figura 10: Diagrama de casos de uso

#### 4.5. Arquitetura da proposta de solução

A arquitetura de software de um programa ou sistema computacional é a estrutura ou estruturas do sistema, que abrange os componentes de software, as propriedades externamente visíveis desses componentes e as relações entre eles. (Pressman R. S., 2011) Sommervill (2011), acrescenta que o projecto de arquitectura está preocupado com a compreensão de como um sistema deve ser organizado e com a estrutura geral desse sistema. No modelo do processo de desenvolvimento de software, o projecto de arquitectura é o primeiro estágio no processo de projecto de software. É o elo crítico entre o projecto e a engenharia de requisitos, pois identifica os principais componentes estruturais de um sistema e os relacionamentos entre eles. o resultado do processo de projecto de arquitectura é um

modelo de arquitectura que descreve como o sistema está organizado em um conjunto de componentes de comunicação.

(BOSCH, 2000), citado em Sommervill, (2011), acrescenta que a arquitectura de software é importante, pois afecta o desempenho e a robustez, bem como a capacidade de distribuição e de manutenibilidade de um sistema, porém Pressman, (2011, p. 231), destaca a importância da arquitectura no facto de ela fornecer a uma visão holística do sistema, permitindo ao engenheiro de software examiná-lo como um todo. O projecto de arquitectura é um processo criativo no qual se projecta uma organização de sistema para satisfazer aos requisitos funcionais e não funcionais de um sistema. (Sommervill, 2011)

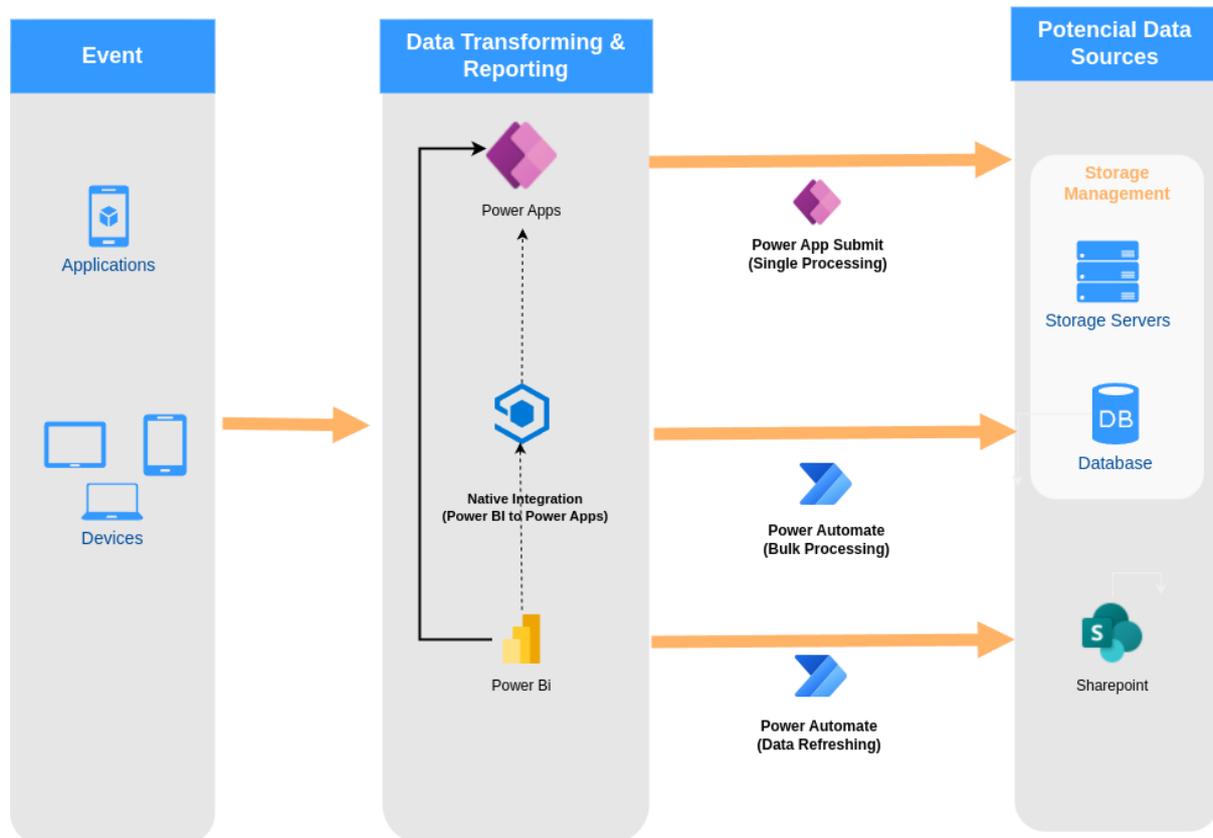


Figura 11: Arquitetura do sistema

Essa solução implementa um aplicativo de tela do Power Apps por meio do visual nativo do Power Apps no Power BI. O Power Automate fornece automação em segundo plano para processamento e atualização em massa.

Os principais componentes dessa solução incorporam a capacidade de passar dados pré-filtrados do Power BI para um funil do Power Apps e/ou do Power Automate para quaisquer atualizações em um back-end de suporte. É importante atualizar o conjunto de dados do Power BI (ou fluxo de dados) para garantir que as atualizações fiquem visíveis para todos os usuários.

A primeira parte da solução é a criação de um ambiente no Microsoft 365 para a realização de todas as atividades. Será criado no Microsoft 365 Developer Program. Este programa para

desenvolvedores é gratuito e gera um ambiente completo e robusto, com todas os recursos necessários já disponíveis, usuários cadastrados e diversas possibilidades facilmente utilizáveis.

No novo ambiente será criado um site no SharePoint que servirá como banco de dados do projeto, nele ficarão hospedadas em nuvem, as listas, tabelas e bibliotecas de documentos que se conectarão com os fluxos e o aplicativo. O permissionamento será gerenciado através da interface do SharePoint, tornando possível qualquer tipo de personalização ou variação desejada. No site serão criadas tabelas (listas), cada uma com campos personalizados e destinados a armazenar as informações referentes ao laboratório de geometalúrgia. A interação com as tabelas será feita através do aplicativo. Também serão criadas bibliotecas de documentos, com pastas destinadas a cada colaborador fictício. As bibliotecas terão configurações de permissões personalizadas para que haja segurança e cada funcionário só consiga visualizar os documentos pertinentes a ele.

Referente ao back-end, serão feitos fluxos automatizados no Power Automate, os fluxos também ficam salvos na nuvem e possuem gatilhos individuais que fazem com que a manipulação dos dados, notificações, envio de mensagens, e entre outras atividades fiquem completamente sob responsabilidade do sistema. Dessa forma o usuário final não precisa se preocupar em realizar esse tipo de atividade. Os fluxos trabalham através de diversos arquivos JSON que podem ser manipulados e utilizados através das “ações”, são disponíveis milhares de ações de diversos conectores que fazem com que a criação de fluxos seja incrivelmente robusta e possa realizar requisições e alterações nos dados da maneira que for necessária.

Também são disponíveis diversas expressões e fórmulas Power FX que aumentam ainda mais a capacidade de programação e edição dos fluxos automatizados. As expressões facilitam a conversão de dados, manipulação de strings, interpolação, trabalho com datas e com operações matemáticas. São elas que tornam os fluxos mais rápidos e ágeis.

O front-end do projeto será o aplicativo desenvolvido no Power Apps, a plataforma de aplicativos da Microsoft. Essa ferramenta democratizou o desenvolvimento de aplicações para todas as áreas de uma empresa, e não somente a equipe de Tecnologia da Informação. Através de uma interface intuitiva, programação via Power FX e controles nativos será possível desenvolver uma solução altamente capaz de solucionar problemas e economizar tempo.

As aplicações podem se conectar com centenas de sistemas externos diferentes, bem como se integrar as diversas ferramentas da Microsoft (Teams, Outlook, Tasks, Automate, entre outras). Isso faz com que seja muito tranquilo trabalhar com os dados e fazer com que todos os sistemas conversem entre si. Também torna mais fácil o deploy e manutenção da aplicação, já que ela é salva completamente na nuvem, pode ser acessada de qualquer lugar, somente autenticando com o mesmo usuário do Microsoft 365. As telas e o código das fórmulas e controles são criados dentro da plataforma online do Power Apps, acessada diretamente no navegador, não sendo necessária nenhuma instalação de IDE ou software diferente, nem mesmo download de pacotes ou bibliotecas.

## **5. Capítulo V- Discussão de Resultados**

Para atender ao objectivo geral do trabalho (desenhar uma plataforma online para uso da equipe de geometurgia para rastrear o estado de cada amostra e os dados produzidos por meio do processo geomet), recorreu-se a uma revisão de literatura, seguido da aplicação de um questionário e realização de entrevistas ao caso de estudo, onde foram apuradas as dificuldades enfrentadas pelos técnicos do laboratório. Com base nos resultados obtidos nestas etapas foi concebido um modelo de uma plataforma de registo de amostras e rastreio das mesmas para atender ao problema identificado, e por fim desenvolveu-se o protótipo da plataforma proposta.

### **5.1. Revisão de literatura**

Na revisão de literatura procurou-se ilustrar a relevância do problema e analisar as formas disponíveis para a resolução do mesmo, referenciando aos autores que abordaram sobre o tema. Buscou-se de igual modo esclarecer conceitos diretamente ligados ao laboratório de geometurgia, além de apresentar os conceitos e pensamentos dos autores sobre as tecnologias de informação e o seu uso nos laboratórios para rastrear amostras e prever a quantidade de mineral pesado nos depósitos. Com base nas pesquisas feitas juntas ao caso de estudo, verificou-se a necessidade da existência de uma plataforma para rastreio das amostras no laboratório de geometurgia.

### **5.2. Resultados da submissão do questionário**

Foram inquiridas 6 pessoas, de diferentes cargos (desde superintendente, supervisor e técnicos), com intuito de perceber a relação dos mesmos em relação a solução proposta.

As principais constatações feitas são enunciadas abaixo:

- Fraca familiaridade com tecnologias usadas nos laboratórios;
- O laboratório é crucial para otimizar o processo de beneficiamento, melhorando a recuperação de minerais valiosos e reduzindo o desperdício.
- Os técnicos recomendam uma abordagem mais rápida e precisa para a submissão de amostras no laboratório.

### **5.2. Desenho e desenvolvimento do protótipo**

O desenho apresentado na proposta de solução foi influenciado pela revisão de literatura, pelas visitas junto ao caso de estudo e pelo resultado dos inquéritos submetidos, tendo sido colhidos quais os desafios e as principais situações que inquietam os técnicos do laboratório. O desenvolvimento do protótipo foi tomado como base o modelo de arquitectura apresentado. Optou-se por desenvolver uma plataforma web pelas vantagens apresentadas no capítulo II. Deste modo, foram selecionadas as tecnologias adequadas para os requisitos do sistema. Essa solução bem projetada poderá otimizar processos, agilizando a coleta, análise e interpretação de dados no laboratório. Isso pode resultar em maior eficiência operacional e redução de tempo nas tarefas diárias. Automatização de processos através da aplicação poderá reduzir erros humanos, melhorando a precisão e consistência nos resultados. Isso é especialmente crítico em laboratórios onde a exatidão dos dados é essencial. Uma aplicação que facilita o compartilhamento e a colaboração de dados melhorará a comunicação entre membros da equipe e departamentos relacionados. Isso promove um ambiente de trabalho mais integrado.

## **6. Capítulo VI - Considerações Finais**

### **6.1. Constrangimentos**

Durante a realização do trabalho foram encontrados constrangimentos, destacando-se o tempo limitado previsto para realização do trabalho, a problemática em conseguir respostas para os inquéritos, a dificuldade de encontrar informações credíveis na Internet relacionadas com soluções actualmente usadas nos laboratórios de geometurgia em Moçambique. A plataforma deve se integrar com sistemas de gestão de laboratório (LIMS), bancos de dados, sistemas de monitoramento e outros aplicativos utilizados pela equipe, algo que não foi possível devido ao atraso na aprovação de credenciais de acesso para a criação de um API. A aplicação foi apagada no ambiente de produção, sendo necessário criá-lo novamente. A falta de certas permissões limitou o desempenho e os resultados esperados. Pouco tempo para conhecer o laboratório e os processos geometurgicos. Implementação de medidas robustas de segurança para proteger dados sensíveis de amostras e informações proprietárias da empresa. Curva de aprendizado, impactando temporariamente a produtividade no desenvolvimento da proposta de solução.

### **6.2. Conclusões**

Os objetivos do presente trabalho foram alcançados, pois foi possível, na revisão de literatura, abordar a questão da utilização das TIC no seio do laboratório de geometurgia. Foram apresentados pontos-chave, iniciativas desenvolvidas ao longo do tempo, desafios encontrados e perspectivas para o futuro. Além disso, conceitos teóricos importantes no contexto do trabalho foram abordados, contribuindo para a elaboração da proposta.

Durante a revisão de literatura, também foram apresentadas soluções tecnológicas já existentes em outros países para o rastreamento de amostras. Entre outras informações, descreveu-se as principais diferenças entre essas soluções. Para atender às necessidades de rastreio de amostras e à colaboração efetiva dos técnicos do laboratório, elaborou-se uma proposta de solução baseada em um protótipo funcional que contempla todas as funcionalidades especificadas nos requisitos do sistema. Na proposta de solução, também é apresentado o ciclo de vida das amostras durante os testes laboratoriais a que são submetidas.

Pode-se afirmar que a proposta de solução está alinhada com os objetivos propostos, pois é contextualizada à realidade do laboratório de geometurgia e considera as práticas internacionais.

### **6.3. Recomendações**

- Integração de ferramentas de visualização geoespacial, como mapas interativos e imagens de satélite, para acompanhar a localização das áreas de mineração, pontos de extração e infraestrutura associada.
- Utilização de sistemas de informações geográficas (SIG) para mapear as amostras e identificar correlações espaciais.
- Implementação de medidas de segurança robustas para proteger os dados, especialmente informações confidenciais relacionadas a teores de minerais e processamento.

**Bibliografia**  
**Referencias Bibliograficas**

- [1]. Roberto Galéry (2022). Geometalurgia e simulação de processos. Disponível em: <https://demin.ufmg.br/labdet.php?numaut=23>. Acesso em 28 de novembro de 2023.
- [2]. GARTNER. (2019). Top 10 Strategic Technology Trends for.
- [3]. HOCKIN, J. (2019). Power Apps and Power BI. Microsoft Press.
- [4]. MICROSOFT. Power Apps: A low-code platform for building apps. (2023<sup>a</sup>). Disponível em: <https://powerapps.microsoft.com/en-us/low-code-platform/>. Acesso em: 25 novembro de 2023
- [5]. MICROSOFT. Power BI: Business Intelligence for everyone.(2023<sup>b</sup>). Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/en-us/what-is-power-bi/> acesso em 05 de dezembro de 2023.
- [6]. MICROSOFT. Power Automate: Power Automate guidance documentation. (2023<sup>d</sup>). Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/power-automate/guidance/>. Acesso em 25 novembro 2023.
- [7]. MICROSOFT. Power Virtual Agents overview. (2023<sup>e</sup>). Disponível em: Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/power-virtual-agents/fundamentals-what-is-power-virtual-agents>. acesso em 26 de novembro de 2023.
- [8]. MICROSOFT. SharePoint: Share and manage content, knowledge, and applications. (2023<sup>f</sup>). Disponível em: <https://sharepoint.microsoft.com/>. acesso em 26 de novembro de 2023.
- [9]. MICROSOFT. Connect to data in Power BI. (2023<sup>g</sup>). Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/connect-data/> acesso em 28 de novembro de 2023.
- [10]. Microsoft. Connectors overview. 2023<sup>h</sup>. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/en-us/connectors/>. acesso em 28 de novembro de 2023.
- [11]. SILVA, J. (2020). Power Apps e SharePoint: uma combinação poderosa. *Revista de Tecnologia da Informação*, 12(3), 45-56.
- [12]. COELHO, F. (2017). SharePoint: Gestão e Produtividade. FCA Editora.
- [13]. LAMBERG, P. Geometallurgy – What, Why and How? 8th Fennoscandian Exploration and Mining. Levi, Finland: [s.n.]. 2011a.
- [14]. WILLIAMS, S; RICHARDSON, J. Geometallurgical Mapping: A new approach that reduces technical risk. SGS Mineral Services: Technical Paper, Janeiro 2004. 1-13.
- [15]. DUNHAM, S; VANN, J. Geometallurgy, Geostatistics and Project Value — Does
- [16]. YourBlock Model Tell You What You Need to Know? Project Evaluation Conference. Melbourne: [s.n.]. 2007. p. 1-8.
- [17]. Kanza, S., Willoughby, C., Gibbins, N., Whitby, R., Frey, J. G., Erjavec, J., Zupančič, K., Hren, M., & Kovač, K. (2017). Electronic lab notebooks: Can they replace paper? *Journal of Cheminformatics*, 9(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13321-017-0221-3>

- [18]. José Cláudio Del & Pino Verno Krüger. Segurança no laboratório. Porto Alegre - RS – Brasil.
- [19]. LISHCHUK, V. Geometallurgical programs – critical evaluation of applied methods and techniques. 2016. 104 Licentiate thesis, comprehensive summary Licentiate thesis / Luleå University of Technology, Luleå tekniska universitet, Luleå.
- [20]. R. Lechuti-Tlhalerwa. Embracing step-changes in geoscientific information for effective implementation of geometallurgy. 2019. Disponível em: Journal Front & Inside Front Cover.indd (scielo.org.za)
- [21]. Gartner, Forecast Analysis: Low-Code Development Technologies, Worldwide, Varsha Mehta, Fabrizio Biscotti, Paul Vincent, Jason Wong, Keith Guttridge, Oleksandr Matvitskyy, 27 de outubro de 2022.
- [22]. Duhon, B. 2005 – SharePoint 2003 User’s Guide: Learning Microsoft’s Collaboration and Productivity Platform. Apress.
- [23]. Verma, R. 2021 – API do Microsoft SharePoint: Exemplos de API REST e Operações Simplificadas.
- [24]. T. Smith, SharePoint 2016 User’s Guide, Fifth Edition, Stormville, New York USA, 2016
- [25]. Blatt, H., Middleton, G., & Murray, R. (2006). Origem de Sedimentos e Rochas Sedimentares. Bookman Editora.
- [26]. GONÇALVES, Pedro C. Pereira. Geometalurgia: Panorama da Aplicação no Setor MíneroMetalúrgico. 2017. 90 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto – MG.
- [27]. Houlding, S. W. (2012). Geometallurgy: A route to more competent resource characterisation. AusIMM Bulletin, (1), 38-41.
- [28]. Monte, M. B. (2018). Aplicação da geometalurgia na indústria mineral: uma revisão. Revista Escola de Minas, 71(1), 25-32.
- [29]. JKMRC (Julius Kruttschnitt Mineral Research Centre). (s/d). Geometallurgy. Recuperado de <https://smi.uq.edu.au/research/geometallurgy>
- [30]. Bureau de Recherches Géologiques et Minières. (s/d). GeoMet. Recuperado de <https://www.brgm.eu/project/geometallurgy>

- [31]. Silva, J. R., & Almeida, P. F. (2023). "Aplicação de ferramentas geometalúrgicas na otimização de processos de mineração." *Revista Brasileira de Geometalurgia*, 15(2), 123-135.
- [32]. GeoMetrix Technologies Inc. (2024). GeoMetrix Overview. Acessado em 28 de maio de 2024, de <https://www.geometrix.com>
- [33]. Seequent. (2024). Leapfrog Geo Overview. Disponível em: <https://www.seequent.com/leapfrog-geo>
- [34]. Kenmare Resources plc. (2021). Annual Report and Accounts. Disponível em: Kenmare Resources
- [35]. Bonetti, G. D. (2022). Geometallurgical Data Management and Analysis. *Journal of Mining and Metallurgy*, 58(4), 215-229.

## **Anexos**

### **Anexo 1: Guião de Entrevista**

1. Qual a estrutura organizacional do laboratório de geometalurgia?
2. Qual é a relevância do laboratório de geometalurgia para Kenmare?
3. Como são processadas as amostras no laboratório?
4. Quantas amostras são submetidas por semana no laboratório de geometalurgia?
5. Quantos trabalhadores e qual é a função de cada um no departamento?
6. Quais tecnologias são usadas actualmente para rastrear amostras no laboratório?
7. Existe um mecanismo de medição do cumprimento de metas dos técnicos laboratórios?
8. Quais são os principais objetivos dessa plataforma? visa melhorar a eficiência da equipe de geometalurgia, rastrear amostras ou ambos?
9. Qual é o escopo da plataforma? Ela abrange todas as fases do processo geometalúrgico ou se concentra em áreas específicas?
10. Quais funcionalidades a plataforma deve ter para rastrear o estado das amostras? Por exemplo, registro de dados, histórico de alterações, notificações, etc.
11. Existe alguma preferência quanto à tecnologia ou linguagem de programação para desenvolver a plataforma?
12. Como a plataforma se conectará aos dados produzidos pelo processo geometalúrgico? Existe um formato padrão para esses dados?
13. A plataforma deve ser capaz de importar/exportar dados de outros sistemas ou bancos de dados?
14. Quais métricas ou indicadores a equipe de geometalurgia deseja monitorar? A plataforma deve gerar relatórios automatizados sobre o estado das amostras e o desempenho do processo?
15. Que tipos de dispositivos (computadores, tablets, smartphones) devem ser compatíveis com a plataforma?
16. Quais sistemas ou softwares atuais precisam ser integrados à nova plataforma?
17. Quais são as necessidades em relação ao compartilhamento e acesso a dados em tempo real?

## Respostas

1. A estrutura organizacional do laboratório de geometurgia inclui técnicos, supervisor e superintendente.
2. O laboratório de geometurgia é crucial para Kenmare, pois fornece informações essenciais sobre as propriedades físicas e químicas das amostras de minério. Esses dados ajudam a otimizar o processo de recuperação de minerais valiosos e reduzindo o desperdício.
3. As amostras são processadas no laboratório seguindo procedimentos específicos. Isso inclui etapas como, retirada de lodo, mesa vibratória, separação magnética, flotação e análises químicas. O objetivo é obter informações detalhadas sobre a composição mineralógica e a concentração de elementos.
4. O número de amostras processadas semanalmente é de 3.
- 5.
6. Tecnologias como códigos de barras, sistemas de informação de laboratório (LIMS) e softwares personalizados são usados para rastrear amostras.
7. Sim, mas não é eficaz.
8. Visa melhorar a eficiência da equipe de geometurgia, rastrear amostras e fornecer insights para otimização do processo.
9. abrange todas as fases do processo geometúrgico, desde a coleta de amostras até a interpretação dos dados.
10. A plataforma deve incluir registro de dados, histórico de alterações, notificações, relatórios automatizados e integração com outros sistemas.
- 11.
12. Deve se conectar aos dados produzidos pelo processo geometúrgico e laboratório de química (LIMS), seguindo padrões definidos pela empresa.
13. Sim, a plataforma deve ser capaz de importar/exportar dados de outros sistemas ou bancos de dados.
14. A equipe deseja monitorar indicadores como recuperação de minerais, teores, eficiência de processamento e deve receber relatórios automatizados.
15. A plataforma deve ser compatível com tablets e smartphones.
16. Deve ser integrada aos sistemas existentes, como o LIMS e o sistema de gestão da mina.
17. A necessidade de compartilhamento e acesso a dados em tempo real deve ser considerada prioritária na implementação da plataforma.

## Anexo 2: Descrição do caso de uso

### [CU01] <Registrar utilizador>

Nome	Registrar utilizador
Descrição	Permitir que novos usuários sejam cadastrados no sistema, fornecendo as informações necessárias para criar uma nova conta, isso pode ser feito pelo supervisor ou pelo superintendente
Actor	Supervisor, administrador
Prioridade	Essencial
Pré-condição	O administrador ou usuário autorizado está autenticado no aplicativo e o usuário a ser cadastrado não possui uma conta na aplicação
Pós-condição	O novo usuário estará registado no aplicativo, podendo fazer iniciar sessão usando credenciais fornecidas
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Pressionar na opção registrar utilizador
Sistema	Mostrar a tela de registo do novo utilizador
Utilizador	Preencher o formulário de cadastro
Utilizador	Confirmar os dados e salvar
Sistema	Mostrar a mensagem de sucesso e fornecer informações relevantes sobre a nova conta
Utilizador	Recebe uma notificação por email ou pelo sistema com instruções de login
Fluxo alternativo de eventos	

Sistema	Dados existentes no sistema
Utilizador	Recuperar credenciais da conta já existente no sistema

Tabela A2 - 1: Registar utilizador

**[CU02] <Eliminar utilizador>**

Nome	Eliminar utilizador
Descrição	Permitir que um usuário registrado no sistema seja removido permanentemente do mesmo
Actor	Supervisor, administrador
Prioridade	Importante
Pré-condição	O administrador ou usuário autorizado está autenticado no sistema e o usuário a ser cadastrado possui uma conta na aplicação
Pós-condição	O utilizador é removido do sistema e não tem mais acesso às funcionalidades associadas à sua conta.
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Selecionar a opção parte administrativa
Sistema	Mostrar a tela de eliminar utilizador
Utilizador	Selecionar o utilizador a ser eliminado
Sistema	Mostrar a notificação de confirmação de remoção utilizador
Utilizador	Confirmar a remoção do utilizador
Sistema	O utilizador eliminado não tem mais acesso ao sistema
Fluxo alternativo de eventos	

Utilizador	Cancelar a operação de eliminação
Sistema	Operação cancelada com sucesso

Tabela A2 - 2: Eliminar utilizador

**[CU03] <Iniciar sessão>**

Nome	Iniciar sessão
Descrição	Permitir que usuários registrados acessem o sistema autenticando-se com suas credenciais para usufruir das suas funcionalidades
Actor	Supervisor, Administrador, Técnico
Prioridade	Essencial
Pré-condição	Possuir uma conta valida no sistema
Pós-condição	Acesso a informações autorizadas no sistema
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Selecionar a opção iniciar sessão no sistema
Sistema	Mostrar os campos para inserção de credenciais
Utilizador	Inserir credenciais no sistema
Sistema	Validar credenciais e conceder acesso ao sistema
Sistema	Redireciona utilizador para uma página personalizada apos a autenticação
Fluxo alternativo de eventos	
Sistema	Erro, senha ou email inválidos
Sistema	Recuperar a sua palavra passe

Tabela A2 - 3: Iniciar sessão

**[CU04] < Terminar sessão >**

Nome	Terminar sessão
Descrição	Permitir que usuários já registados e com sessão iniciada terminem a Terminar sessão no sistema.
Actor	Supervisor, Administrador, Supervisor
Prioridade	Essencial
Pré-condição	O usuário está autenticado
Pós-condição	O utilizador não está mais autenticado no sistema e perde o acesso às funcionalidades personalizadas
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Selecionar a opção conta ou perfil
Sistema	Mostrar a tela de terminar a sessão
Utilizador	Selecionar a opção terminar a sessão
Sistema	Encerrar a sessão do utilizador
Fluxo alternativo de eventos	
Sistema	Sessão já terminada devido a tempo de inatividade

Tabela A2 - 4: Terminar sessão

**[CU05] < Configurar formulário >**

Nome	Configurar formulário
Descrição	Permitir que o usuário, de acordo com os seus privilégios, configure o formulário para adicionar dados de amostras e testes no laboratório.
Actor	Supervisor, administrador
Prioridade	Essencial
Pré-condição	O administrador ou usuário autorizado está autenticado no sistema
Pós-condição	As configurações do formulário são atualizadas conforme as alterações realizadas
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Selecionar a opção configurar formulários na página administração
Sistema	Exibe a lista de formulários disponíveis
Utilizador	Selecionar o formulário que deseja configurar
Sistema	Exibir opções para configurar propriedades do formulário
Utilizador	Realizar configurações desejadas e salvar
Sistema	Notificar informações alteradas
Fluxo alternativo de eventos	

*Tabela A2 - 5: Configurar formulário*

**[CU06] < Adicionar novas amostras >**

Nome	Adicionar novas amostras
Descrição	Permitir que usuários cadastrados no sistema através dos formulários adicionem novas amostras e suas especificações.
Actor	Supervisor, Técnico
Prioridade	Essencial
Pré-condição	O usuário está autenticado no sistema
Pós-condição	As informações da nova amostra estão registradas e disponíveis no sistema
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Selecionar a opção adicionar nova amostra
Sistema	Mostrar formulário para nova amostra
Utilizador	Preencher os campos do formulário e submeter
Sistema	Validar os dados fornecidos
Sistema	Gerar código de rastreamento único
Sistema	
Fluxo alternativo de eventos	
Sistema	Dados inválidos, mensagem de erro

Tabela A2 - 6: Adicionar novas amostras

**[CU07] < Registrar dados de testes >**

Nome	Registrar dados de testes
Descrição	Permitir a coleta de dados em tempo real durante os testes laboratoriais
Actor	Supervisor, Técnico
Prioridade	Essencial
Pré-condição	Técnico de laboratório ou supervisor autenticado no sistema
Pós-condição	Dados disponíveis no sistema para acesso posterior, através de visualizações gráficas e relatórios
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Buscar testes laboratoriais no sistema
Sistema	Exibir a tela novo teste
Utilizador	Preencher o formulário do teste
Sistema	Mostrar o formulário com campos de preenchimento
Utilizador	Clicar num dos botões para salvar ou editar
Fluxo alternativo de eventos	
Sistema	Campos de dados preenchidos com informação invalida
Utilizador	Editar dados

Tabela A2 - 7: Registrar dados de testes

**[CU08] <Editar dados de testes >**

Nome	Registar dados de testes
Descrição	Permitir a edição de dados dos testes realizados nas amostras. Seguindo cada processo envolvido, desde a retirada de lodo ate a fracionamento do IP1, IP2, IP3 e IP4.
Actor	Supervisor, Técnico
Prioridade	Essencial
Pré-condição	Técnico de laboratório ou supervisor autenticado no sistema
Pós-condição	Dados disponíveis no sistema para acesso posterior, através de visualizações gráficas e relatórios
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Buscar testes laboratoriais no sistema
Sistema	Exibir a tela dos testes
Utilizador	Escolher a etapa que pretende
Sistema	Mostrar o formulário com campos de preenchimento
Utilizador	Editar dados ou preencher novos campos
Sistema	Salvar dados na base de dados
Fluxo alternativo de eventos	
Sistema	Se os dados forem incorrectos o sistema exhibe mensagens de erro e solicita correções.

Tabela A2 - 8: Editar dados de testes

**[CU09] < Controlar versões dos testes >**

Nome	Controlar versões dos testes
Descrição	Permitir rastreabilidade completa dos dados, incluindo quem inseriu, modificou ou excluiu informações
Actor	Supervisor, administrador
Prioridade	Essencial
Pré-condição	O administrador ou usuário autorizado deve estar autenticado no aplicativo
Pós-condição	Dados disponíveis no sistema com todas modificações no sistema
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Pressionar na opção actividades no sistema
Sistema	Mostrar a tela com as etapas do laboratório
Utilizador	Selecionar a etapa pretendida
Sistema	Mostrar todas modificações e o usuário que fez modificações no sistema
Fluxo alternativo de eventos	
Utilizador	Se necessário, o administrador ou supervisor pode editar informações específicas em uma versão existente, garantindo que as alterações sejam rastreáveis.

*Tabela A2 - 9: Controlar versões de testes*

**[CU10] < Descarregar documentos >**

Nome	Descarregar documentos
Descrição	Permitir aos usuários do sistema descarregar dados de testes laboratoriais disponíveis no sistema
Actor	Supervisor, administrador, técnico
Prioridade	Desejável
Pré-condição	O usuário está autenticado no sistema
Pós-condição	O documento é descarregado com sucesso pelo usuário e fica disponível localmente em seu dispositivo.
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Pressionar na opção “Aprender SOP”
Sistema	Mostrar a tela com máquinas dos laboratórios
Utilizador	Pressionar na opção com máquina pretendida
Sistema	Mostrar a tela com opção de descarregar SOP
Utilizador	Clicar no botão descarregar SOP
Sistema	iniciar o processo de descarregamento, fornecendo um arquivo para download.
Fluxo alternativo de eventos	
Se o usuário não tem permissões adequadas, o sistema notifica sobre a restrição de acesso.	

Tabela A2 - 10: Descarregar documentos

**[CU11] < Ver relatórios >**

Nome	Ver relatórios
Descrição	Permitir aos usuários recursos de visualização de relatórios e análises para revisão e tomada de decisões
Actor	Supervisor, administrador, técnico
Prioridade	Importante
Pré-condição	Usuário autenticado no sistema e relatórios disponíveis
Pós-condição	O usuário visualiza os relatórios e pode interagir com os dados conforme necessário
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Pressionar na opção “relatórios”
Sistema	Mostrar a tela relatórios
Utilizador	Pressionar na opção “selecionar o relatório”
Sistema	Carregar e exibir dados na tela

Tabela A2 - 11: Ver relatórios

**[CU12] < Ver funcionamento de máquinas >**

Nome	Ver funcionamento de máquinas
Descrição	Permitir aos usuários ver todos SOP das máquinas do laboratório de Geometurgia
Actor	Supervisor, administrador, técnico
Prioridade	Desejável
Pré-condição	Estar autorizado e autenticado no sistema
Pós-condição	Obter conhecimento sobre as SOP's
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Pressionar na opção “Ver SOP's”
Sistema	Mostrar a tela de SOP's
Utilizador	Selecionar o SOP's que se pretende visualizar
Sistema	Mostrar todo o SOP e sugerir a descarga do documento completo

Tabela A2 - 12: Ver funcionamento de máquinas

**[CU12] < Realizar testes de densidade >**

Nome	Realizar testes de densidade
Descrição	Permitir aos usuários realizar testes de densidade nas plantas de separação (MSP) para verificar possíveis avarias de máquinas
Actor	Supervisor, administrador, técnico
Prioridade	Importante

Pré-condição	Estar autorizado e autenticado no sistema
Pós-condição	Obter conhecimento sobre o estado das máquinas na MSP
Fluxo principal de eventos	
Actor	Actividades
Utilizador	Pressionar na opção “Selecionar Circuito”
Sistema	Mostrar a tela de circuitos de MSP
Utilizador	Selecionar o circuito que se pretende visualizar
Sistema	Mostrar todo formulário do circuito para submeter dados de densidade
Utilizador	Preencher todos campos do formulário
Sistema	Mostrar em percentagem a margem de erro da densidade no circuito

Tabela A2 - 13: Realizar testes de densidade

### **Anexo 3: Diagrama de classes**

A base de dados representa local onde são armazenados os dados que relacionam a operabilidade do sistema. Assim, sua modelagem e dos elementos do programa é de extrema importância para garantir que todos os elementos sejam tratados e conservados de maneira a manter os dados íntegros e disponíveis. Nessa perspectiva apresenta-se o diagrama de classes do sistema.

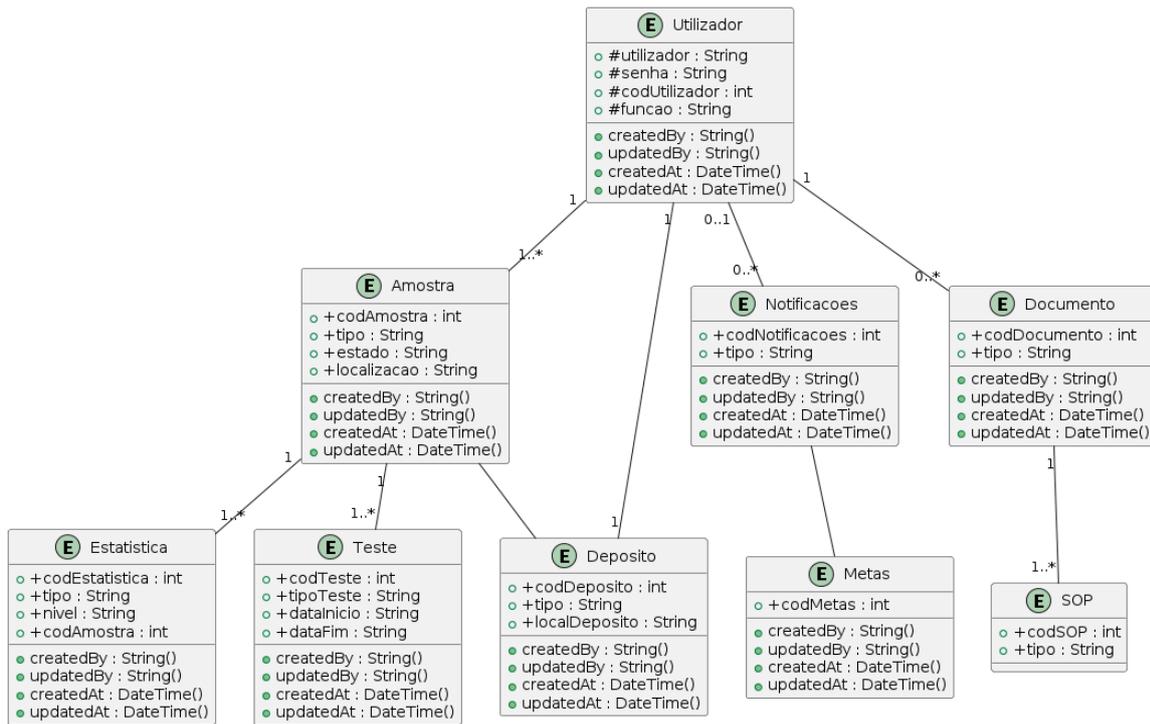


Figura A3 - 1: Diagrama de classes

## Anexo 4: Diagrama de actividades

### Diagramas de sequência

Os diagramas de sequência são utilizados para poder descrever como são realizadas as operações no sistema, isto é, representam como o utilizador deve agir passo-à-passo. Estes, geralmente, possuem uma ligação directa com a descrição dos casos de uso, pois representa a parte gráfica das descrições narrativas apresentadas. Por outras palavras, estes apresentam a interacção entre um grupo de objectos (ou classes) de um sistema, através de mensagens e controle, em determinado cenário.

### Diagrama de sequência iniciar sessão

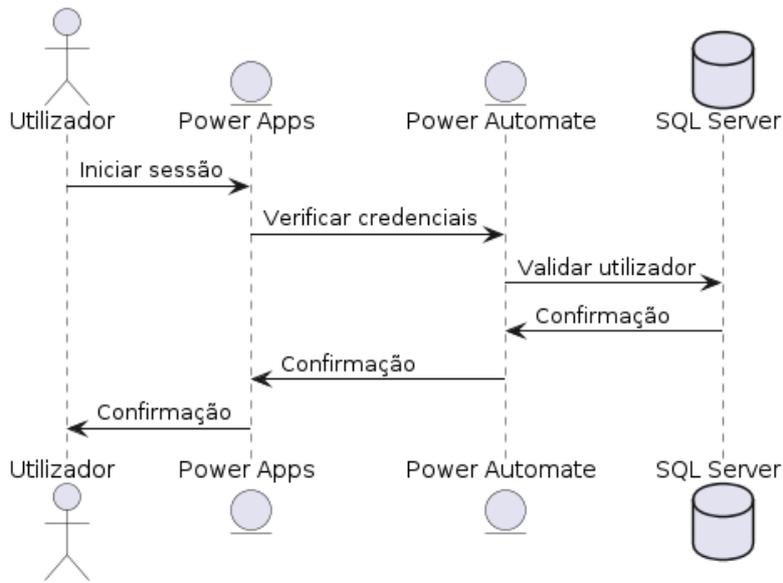


Figura A4 - 1: Diagrama de sequência iniciar sessão

**Diagrama de sequência registar utilizador**

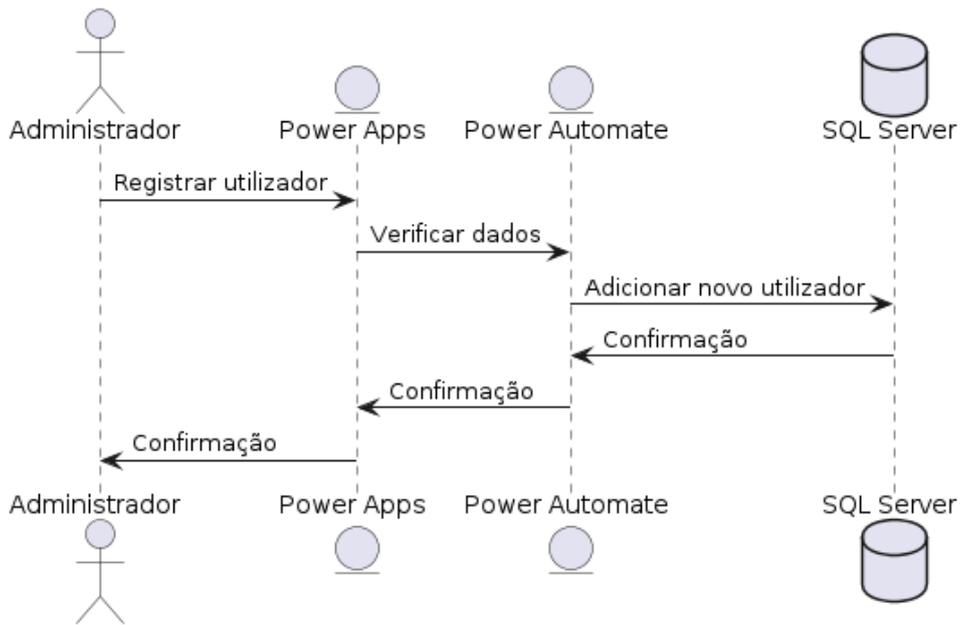


Figura A4 - 2: Diagrama de sequência registar utilizador

**Diagrama de sequência terminar sessão**

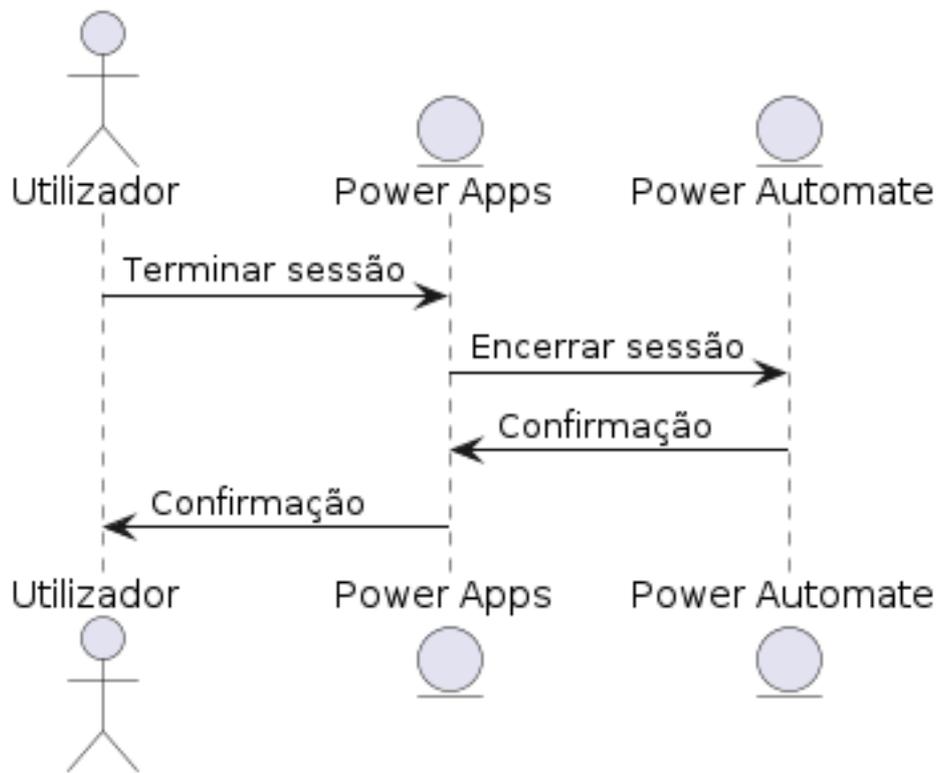


Figura A4 - 3: Diagrama de sequência terminar sessão

### Diagrama de sequência eliminar utilizador

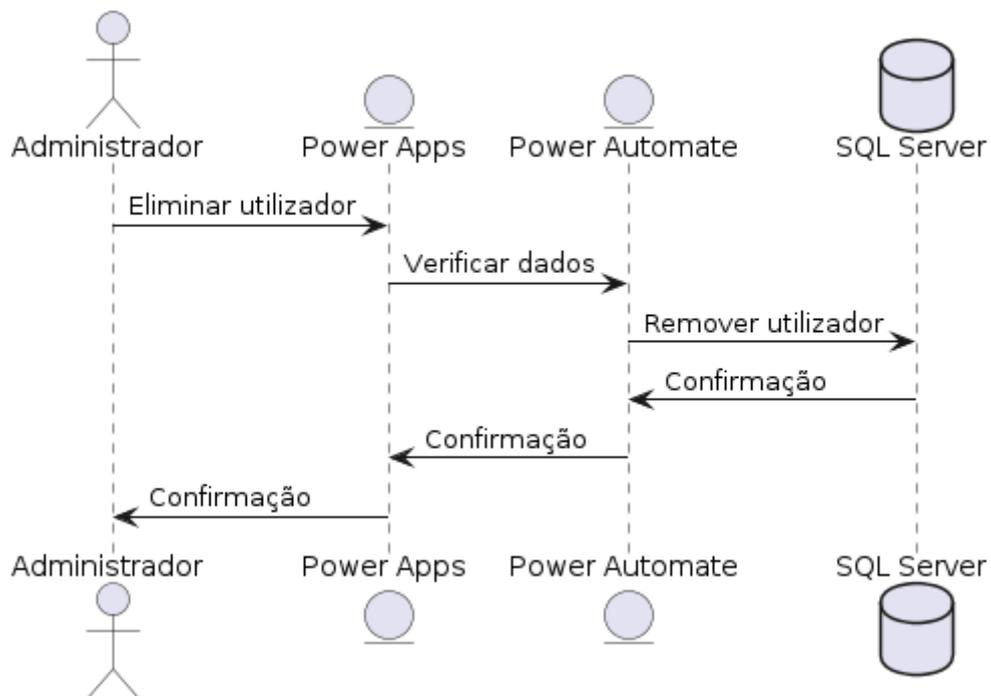


Figura A4 - 4: Diagrama de sequência eliminar utilizador

### Diagrama de sequência configurar formulário

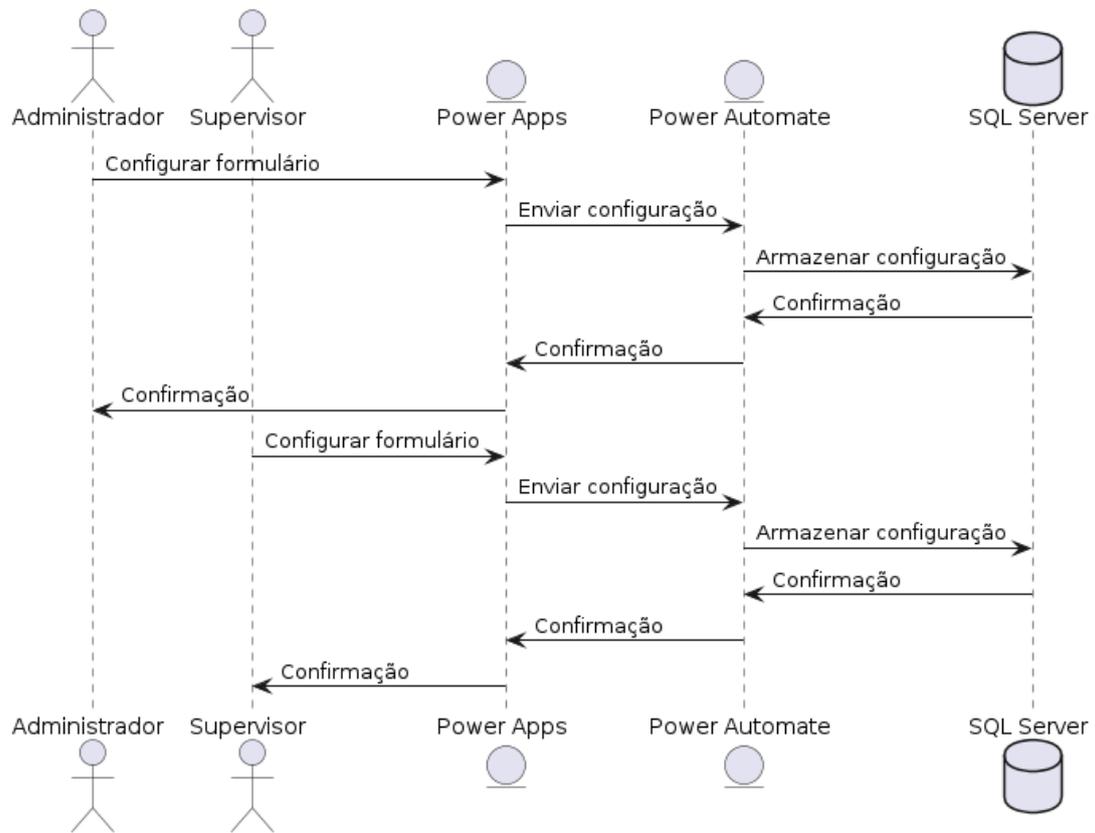


Figura A4 - 5: Diagrama de seqüência configurar formulário

### Diagrama de seqüência adicionar amostras

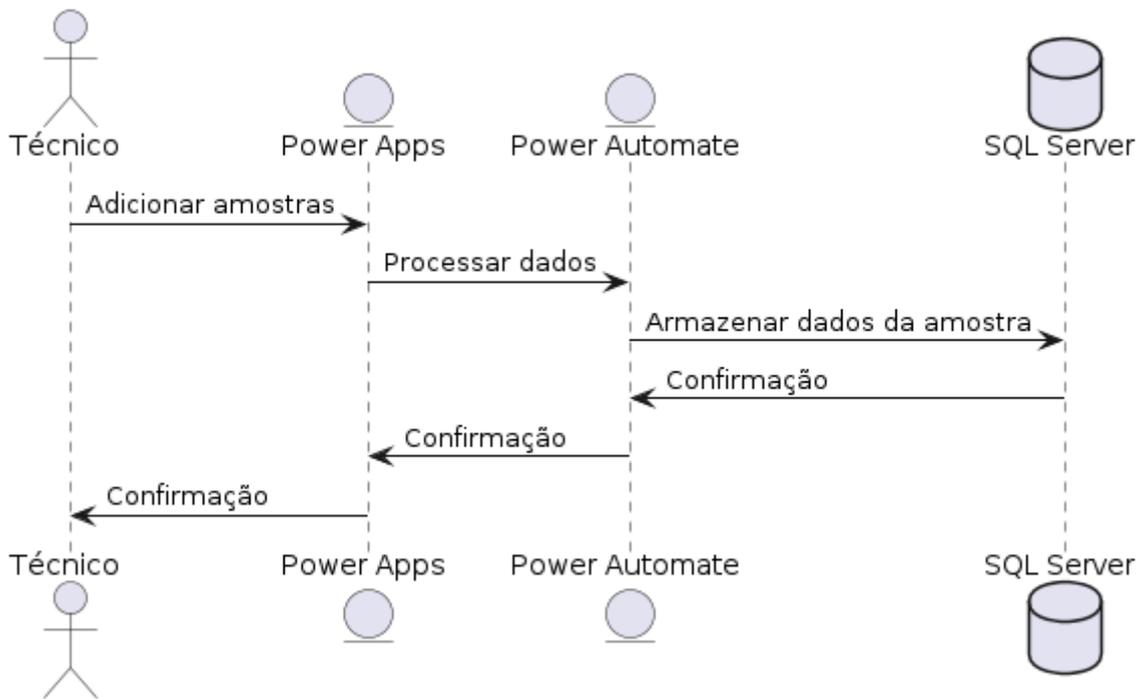


Figura A4 - 6: Diagrama de sequência adicionar amostras

**Diagrama de sequência controlar versões de testes**

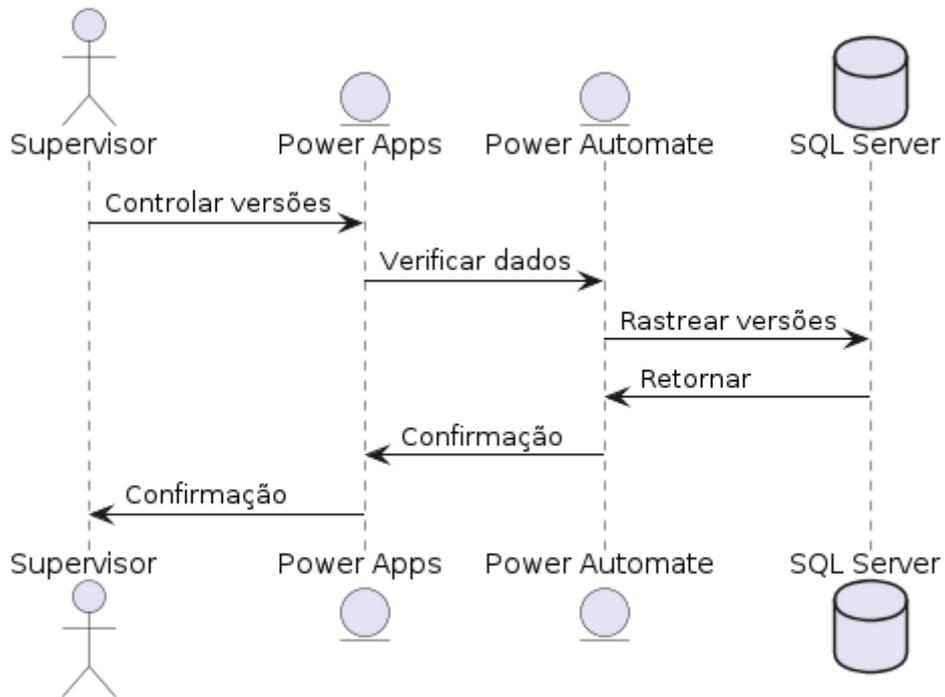


Figura A4 - 7: Diagrama de sequência controlar versões de testes

**Diagrama de sequência actualizar testes**

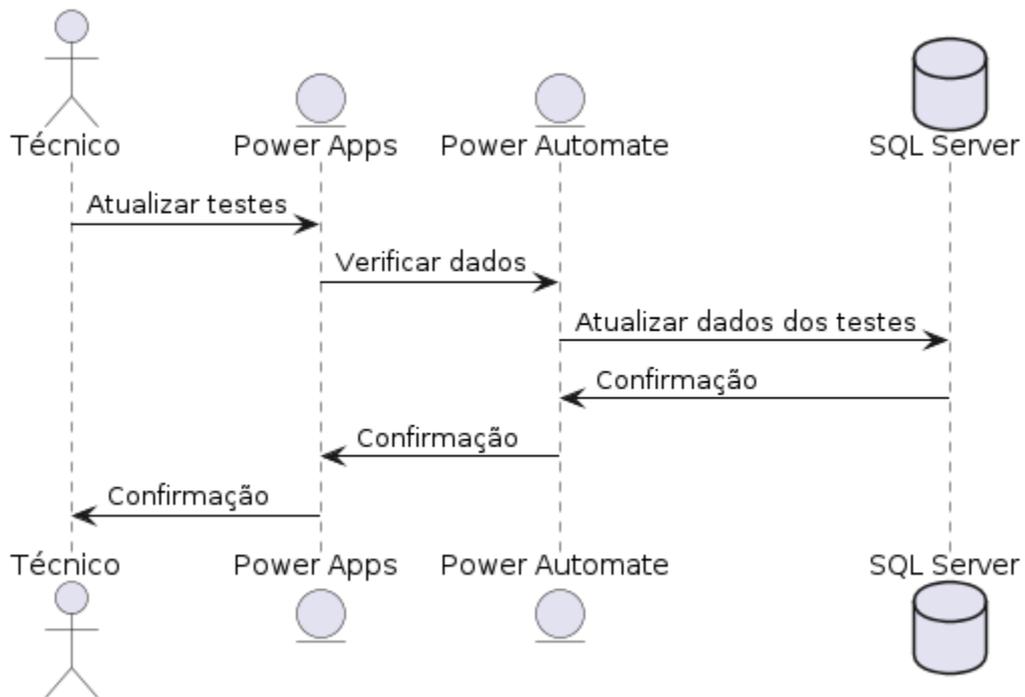


Figura A4 - 8: Diagrama de sequência actualizar testes

**Diagrama de sequência descarregar documentos**

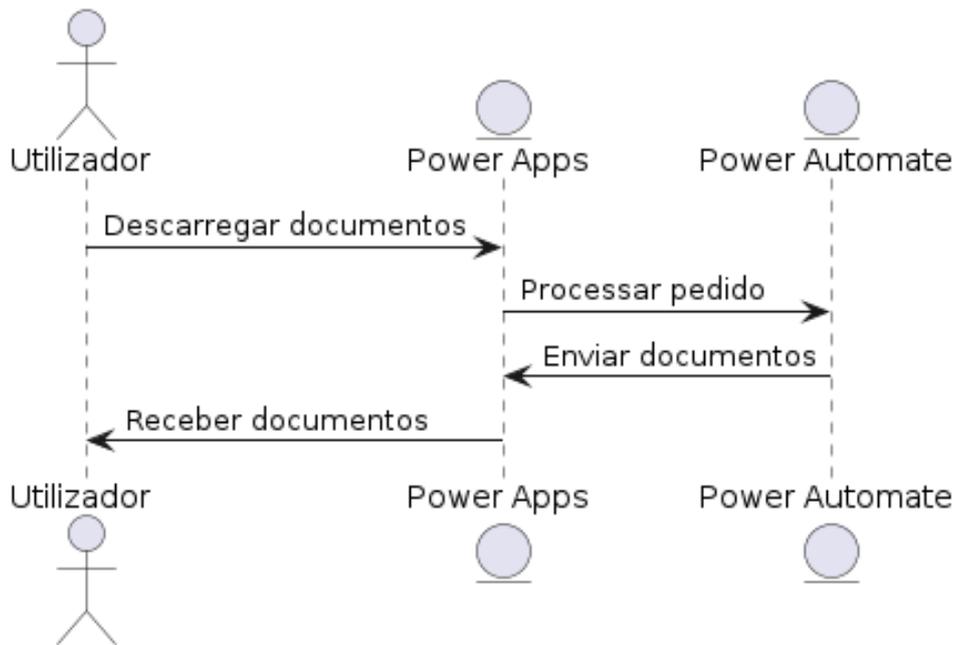


Figura A4 - 9: Diagrama de sequência descarregar documentos

**Diagrama de sequência ver relatórios**

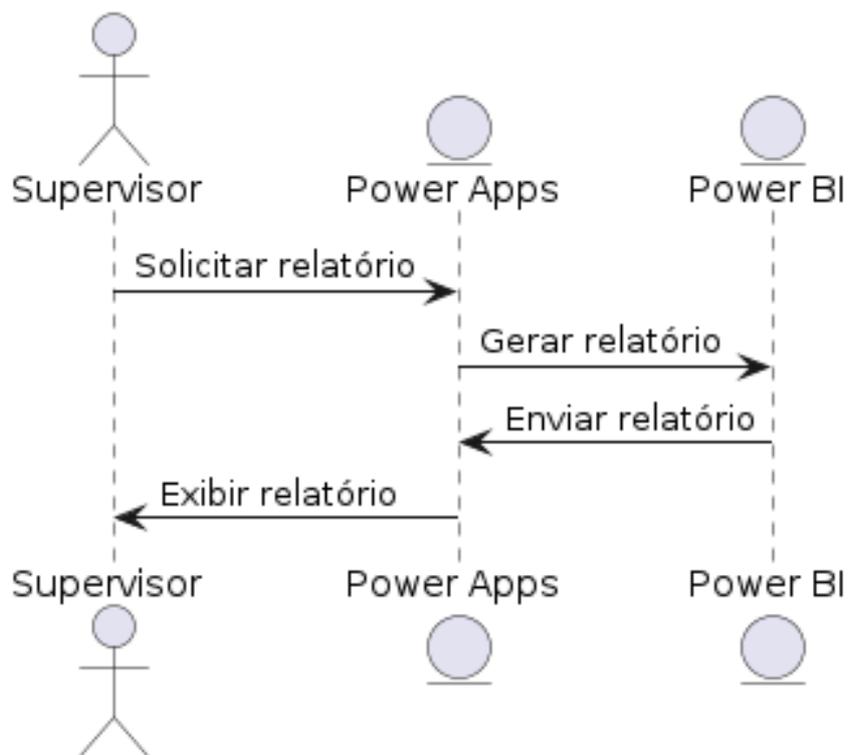


Figura A4 - 10: Diagrama de seqüência ver relatórios

**Diagrama de seqüência ver funcionamento de máquinas**

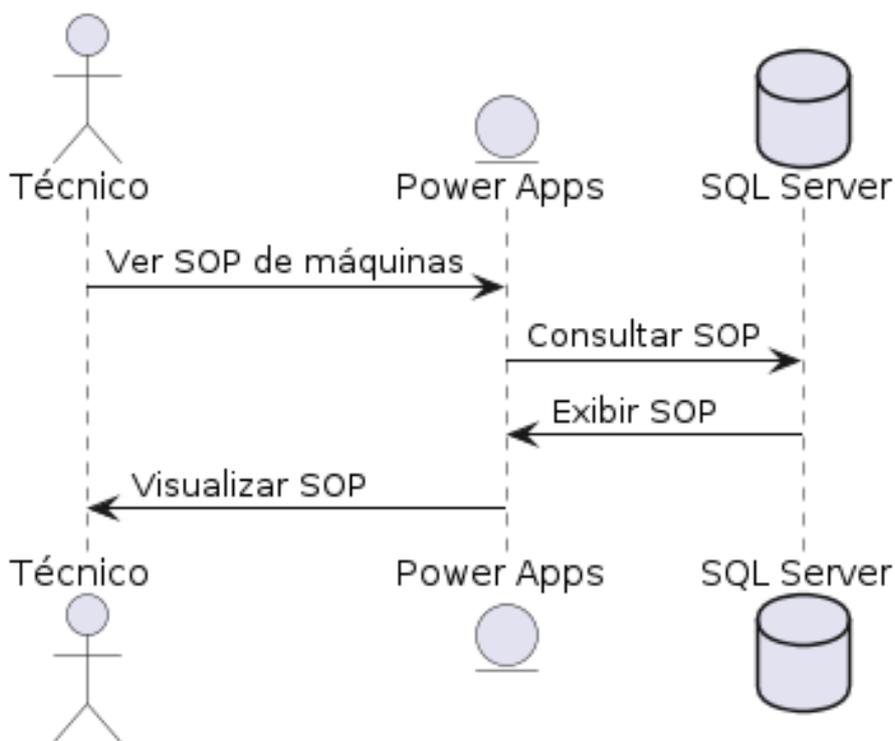
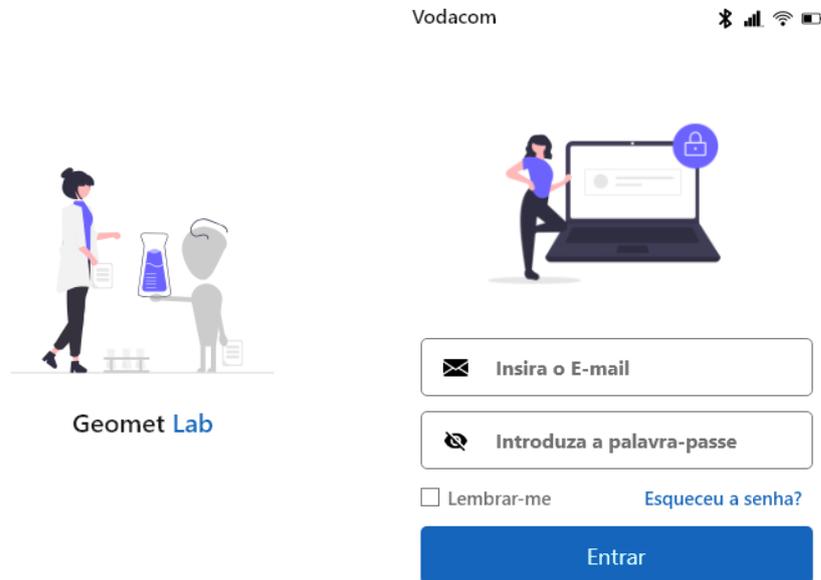
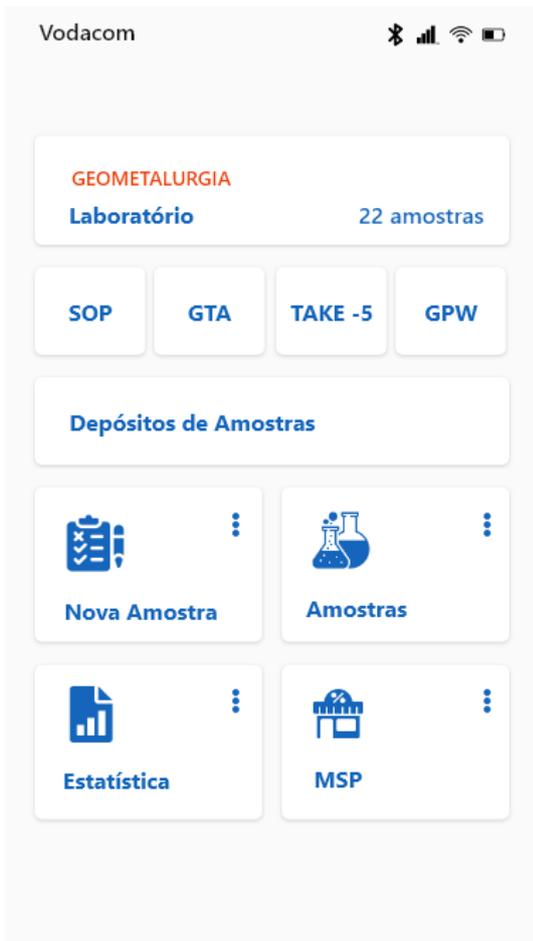


Figura A4 - 11: Diagrama de seqüência ver funcionamento de máquinas

## Anexo 5: Protótipo funcional

Nesta secção são apresentadas as interfaces que compõem as janelas funcionais do sistema





Retirada de Lodo		Mesa Vibratória	
<b>FEED</b>	<b>HdREF</b>	<b>FEED</b>	<b>HdREF</b>
1. SCR	1000os	2. SHT	Conc
Massa (KG)	<input type="text" value="Insira a massa"/>	Massa (KG)	<input type="text" value="Insira a massa"/>
1. SCR	> 45 < 1000	2. SHT	Mid
Massa (KG)	<input type="text" value="Insira a massa"/>	Massa (KG)	<input type="text" value="Insira a massa"/>
1. SCR	0x45	2. SHT	Regeito
Massa (KG)	<input type="text" value="Insira a massa"/>	Massa (KG)	<input type="text" value="Insira a massa"/>
<input type="button" value="Salvar"/>		<input type="button" value="Salvar"/>	









## RED - Mag Sep

FEED HdREF

3. RED Mag

Massa (KG)

3. RED NMag

Massa (KG)

Salvar

CA/CS

4. HTR CS CD

Massa (KG)

4. HTR CS NC

M.



Salvar

## Ilm Fraccionamento

FEED HdREF

5. RED FRAC Ilm 1

Massa (KG)

5. RED FRAC Ilm 2

Massa (KG)

5. RED FRAC Ilm3

Massa (KG)

Salvar



**Amostras**

Pesquisar

Pilivile    Nataka    Congolone    Na

01/26/2024 ☐

Id da amostra: **PLB 191919**

Massa: **90.7 Kg**

Tecnico: **Tomas Penicela**    Pilivile    Estado: 70%

01/26/2024 ☐

Id da amostra: **PLB 19191**

Massa: **9.7 Kg**

Tecnico: **Tomas Penicela**    pilivile    Estado: 70%

01/26/2024 ☐

Id da amostra: **PLB 19191**

Massa: **9.7 Kg**

Tecnico: **Tomas Penicela**    Pilivile    Estado: 70%

01/26/2024 ☐

Tecnico: **Tomas Penicela**    Pilivile    Estado: 70%

01/26/2024 ☐

Id da amostra: **PLB 19191**

Massa: **9.7 Kg**

Tecnico: **Tomas Penicela**    Pilivile    Estado: 70%

Vodacom 📶 📶 📶 🔋

◀

**Bom dia, Tomas Penicela**

Estado: concluido

**ID da amostra**                      **PLB 191919**

**Depósito**                              **PILIVILE**

**Massa**                                    **193.18 Kg**

Criado	Tomas Penicela	01/20/2023 10:30
Modificado	Joao Bembele	04/20/2023 11:30

**RETIRADA DE LODO**

**Undersize**                              **179.41**    **92.8%**

**Oversize**                                **1.47**     **0.8%**

**Lodo**                                        **12.30**    **6.2%**

Técnico	Tomas Penicela	01/20/2023 10:30
---------	----------------	------------------

**MESA VIBRATORIA**

**Midd**                                      **8.04**     **7%**

**Regeito**                                  **167.14**   **90%**

Técnico	Santos Beleque	01/20/2023 10:30
Modificado	Joao Bembele	04/20/2023 11:30

**SEPARAÇÃO MAGNETICA**

**Magnetico**                              **1.83**     **76%**

**Nao Magnetico**                        **0.61**     **24%**

Técnico	Santos Beleque	01/20/2023 10:30
Modificado	Joao Bembele	04/20/2023 11:30

**SEPARAÇÃO ELECTRICA**

**Conductor**                                **1.67**     **75%**

**Nao Conductor**                        **0.081**    **25%**

Técnico	Santos Beleque	01/20/2023 10:30
Modificado	Joao Bembele	04/20/2023 11:30

**Ilmn Frac**

**Ilm1**                                        **0.405**    **26%**

**Ilm2**                                        **0.334**    **20%**

**Ilm3**                                        **0.943**    **54%**

Técnico	Santos Beleque	01/20/2023 10:30
Modificado	Joao Bembele	04/20/2023 11:30

Vodacom

**Estadística**

Pilivile   Nataka   Congolone   Na

**Total de amostras**

**22**   Massa Total 2374.45 Kg

100%

**Retirada de Lodo**

21	0	1
95.5%	0%	4.5%
Feito	Em Progresso	Nao feito

**Mesa Vibratoria**

18	0	4
81.8	0%	18.2%
Feito	Em Progresso	Nao feito

**RED - Mag Sep**

15	0	7
68.2%	0%	31.8%
Feito	Em Progresso	Nao feito

**RED - Ilmn Frac**

14	0	8
63.6%	0%	36.4%
Feito	Em Progresso	Nao feito

Vodacom

**Estadística**

Pilivile   Nataka   Congolone   Na

**Total de amostras**

**8**   Massa Total 400 Kg

**Amostras processadas por semana**

Semana	Amostras
SEM1	1
SEM2	2
SEM3	3
SEM4	2

PLB	RD	MV	MS	CS	Ilm
PLB001	1	0	0	0	0
PLB002	1	1	0	0	0
PLB003	1	1	0	0	0
PLB004	1	1	0	0	0

**Lodo na massa recebida**

5%

● Lodo ● Massa da amostra

**Oversize na massa da amostra**

3%

● Oversize ● Massa da amostra

**HMC na massa da amostra**

5%

● HMC ● Massa da amostra



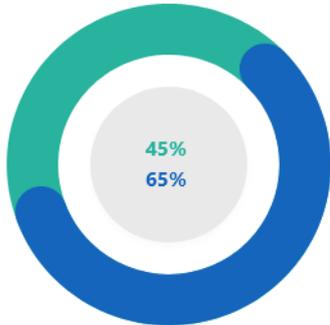
Pilivile

Nataka

Congolone

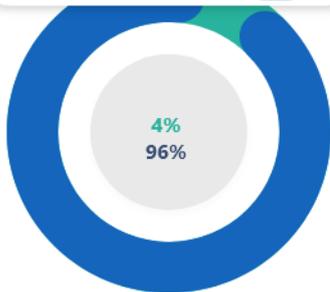
Na

Mag e Não Mag no HMC



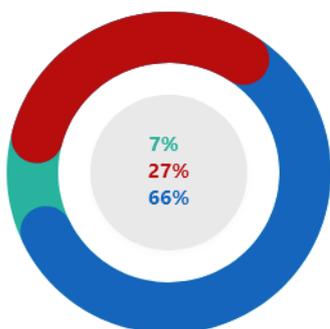
● Magnético ● Não Magnético

Conductor e Não conductor no Mag



● Conductor ● Não Conductor

Ilm1, Ilm2 e Ilm3 no HMC

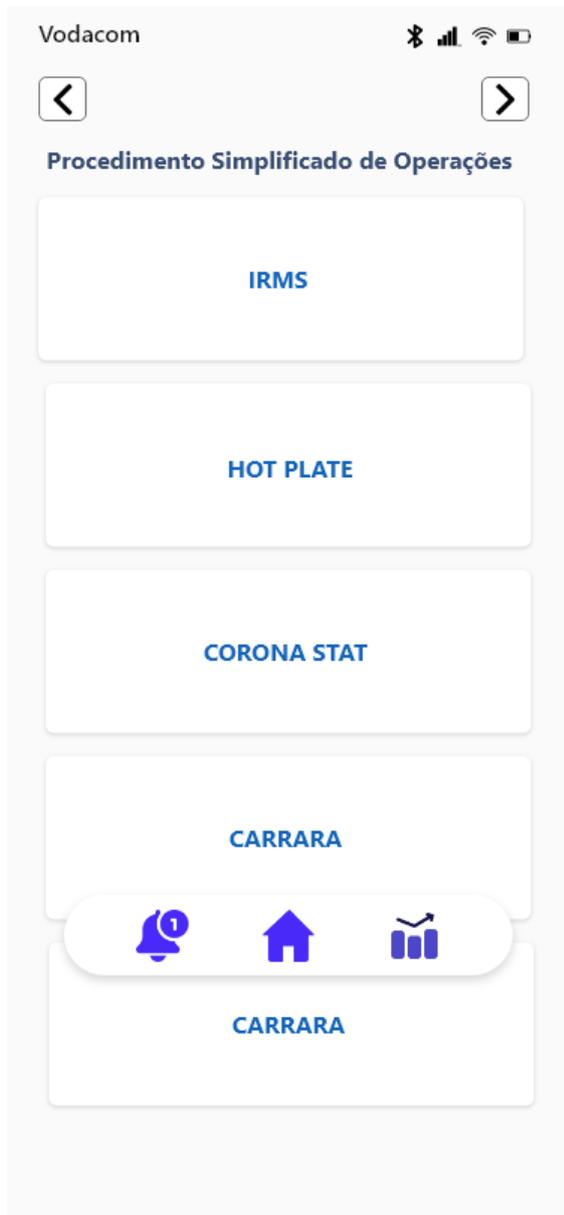


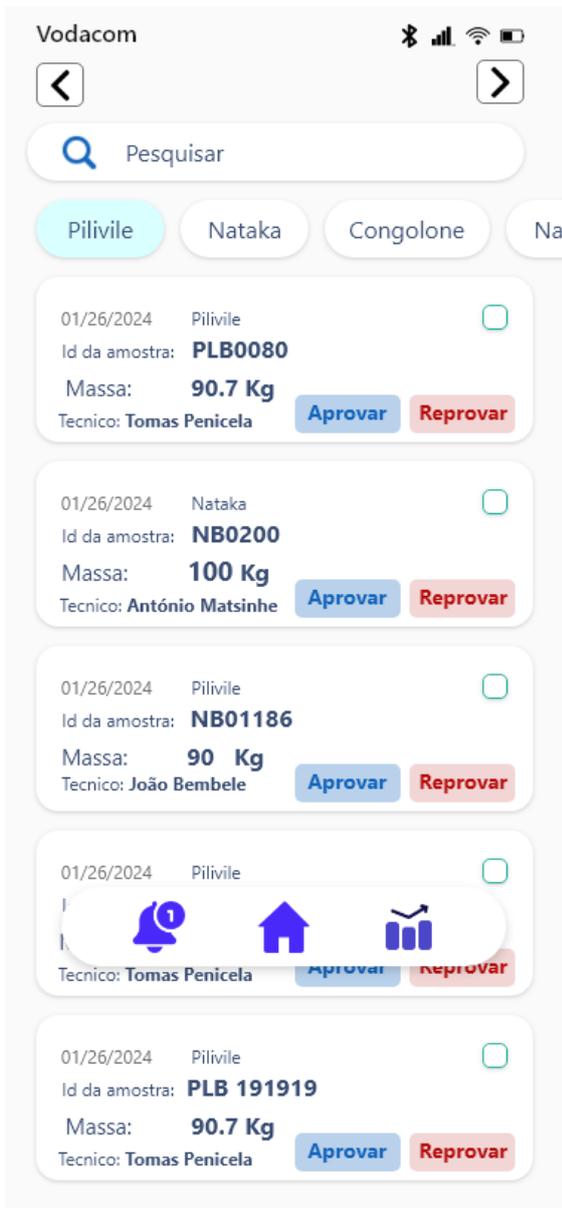
● Ilm1 ● Ilm2 ● Ilm3



- 1) **Leia a avaliação de riscos, leia o SOP, complete o Take e GTA;**
- 2) Instale uma escada;
- 3) Certifique-se de que máquina esta isolada e bloqueada;
- 4) Limpe a bancada de trabalho, o interior da máquina e área a volta;
- 5) Preparação da amostra: pese a amostra e coloque-a num tabuleiro;
- 6) **Ligue** a máquina e ajuste os divisores, o acionamento do rolo e o controlador do vibrador de alimentação (de acordo com as definições de teste).
- 7) Deite cuidadosamente a amostra o funil de alimentação de máquinas;
- 8) Repita o passo 6 duas vezes, usando a amostra (N/Mag + Mids ou Mids, ou Mags) seguindo a configuração definida para o ensaio;
- 9) Pese as amostras contidas em cada caixa e determine as razões mássicas;
- 10) **Desligue** a máquina e siga os passos 2 e 3, respectivamente, e retire a escada para um local seguro;
- 11) Separe 20 gramas de cada amostra e envie para o laboratório para análise XRF









Pesquisar

sem1

sem2

sem3

sem4

01/26/2024 10:30 min Seg Pilivile

Id da amostra: **PLB0080** **Feito**

Tecnico: **Tomas Penicela**

03/26/2024 13:32 min Quart Nataka

Id da amostra: **NB0200** **Feito**

Tecnico: **António Matsinhe**

06/26/2024 12:20 min Sab Nataka

Id da amostra: **NB0186** **Feito**

Tecnico: **Tomas Penicela**

08/26/2024 16:30 min Seg Pilivile

Id da amostra: **PLB0103** **Feito**

Tecnico: **João Bembele**

11/26/2024 14:30 min Quin Pilivile

Id da amostra: **PLB1919** **Feito**

Tecnico: **Sinon Blancher**

13/26/2024 15:30 min Seg Pilivile

Id da amostra: **PLB1919** **Feito**

T



01/26/2024 10:30 min Seg Pilivile

Id da amostra: **PLB 191919** **Feito**

Tecnico: **Tomas Penicela**

01/26/2024 10:30 min Seg Pilivile

Id da amostra: **PLB 191919** **Feito**

Tecnico: **Tomas Penicela**

01/26/2024 10:30 min Seg Pilivile

Id da amostra: **PLB 191919** **Feito**

Tecnico: **Tomas Penicela**