



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Identificação de minerais presentes nos sedimentos da praia da Costa de Sol, Maputo

Autora:

Adélia Maria Mabunda



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
MONDLANE

Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras

Monografia para Obtenção do Grau de Licenciatura em Geologia Marinha

Identificação de minerais presentes nos sedimentos da praia da Costa de Sol, Maputo

Autora:

Adélia Maria Mabunda

Supervisor:

César A. M. Hogueane (*MSc*)

Co-supervisor:

Noca B. Furaca da Silva(*MSc*)

Quelimane, 2019

Dedicatória

Dedico este trabalho primeiro a Deus, em seguida aos meus queridos pais, por sempre terem acreditado e por terem investido na minha formação.

Muito obrigada

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à Deus por me conceder a vida, e pela força para conquistar todos os meus objectivos, pois sem ela não ultrapassaria as dificuldades e não alcançaria este objectivo.

O meu profundo agradecimento vai ao meu supervisor MSc Cesar Mubango e MSc.Noca da Silva pelo apoio moral, científico e pela paciência que teve durante todas as etapas da elaboração deste trabalho.

Agradecer aos meus pais, principalmente a minha querida mãe pelo o amor incondicional, Aos meus irmãos pelo papel de pai que fizeram e fazem desde a minha existência nesse Mundo, sem o vosso investimento na minha formação eu não alcançaria este objectivo, agradeço pelo perfil de pilar e de herói que vocês têm na minha formação. Aos meus irmãos, cunhadas, sobrinhos e tias agradeço pelo apoio e pelo amor.

Aos docentes da ESCMC quero agradecer pelo conhecimento transmitido durante a minha formação, pois sem esse conhecimento não teria bases para realizar este trabalho.

O meu maior agradecimento ao meu esposo Gulamo Bonga pela força e por estar sempre do meu lado. Aos meus amigos, Germano, Edson, Joaquina, Alcardina, Fátima, Suraya pela vossa ajuda.

Por último agradeço a todos os colegas de turma de geologia 2015, que durante estes quatro anos dividimos momentos de alegrias e tristezas. Enfim quero dizer meu muito obrigado a todos.

Declaração de Honra

Declaro que esta monografia nunca foi apresentada para obtenção de qualquer grau e que ela constitui o resultado do meu labor individual. Esta monografia é apresentada em cumprimento parcial dos requisitos de obtenção do grau de Licenciatura em Geologia Marinha, da Universidade Eduardo Mondlane.

Quelimane, 2019

(Adélia Maria Mabunda)

Resumo

O conhecimento das fracções mineralógicas fornece informações da evolução de diferentes ambientes geológicos visto que estes são os maiores constituintes das Rochas existentes na natureza, devido as propriedades que os minerais apresentam estes podem resistir a vários processos envolvidos da natureza desde os mais complexos como intemperismo ou mesmo físicos como a erosão. Deste modo os minerais fazem parte integral da evolução de diferentes ambientes geológico. A praia de Costa de Sol é um dos ambientes com presença destas fracções mineralógicas. Com o objectivo de identificar os minerais presentes na Praia da Costa de Sol, foram colhidas 6 amostras de sedimentos em distâncias separadas a 100m que de seguida foram submetidas a análises laboratoriais através de um Difractómetro de Raio X. Dos resultados obtidos, foram identificados 7 diferentes tipos de minerais nomeadamente: Manganite, Humerite, Andersonite, Caulinite, Roubaulite, Quartzo e Berlinite. Nas análises notou-se que o Berlinite foi o mineral mais refletido e mais abundante na região com uma concentração de 81% seguido do Quartzo com 42%. O mineral menos abundante foi a Roubaulite com uma concentração de 2% e foi reflectido em apenas uma amostra. Estes resultados constituem um elemento chave para mapeamento dos recursos naturais existentes na nossa costa e podem constituir uma partida para a avaliação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Praia, Costa de Sol, Minerais, Difracção de raios-X.

Abstract

The knowledge of mineralogical fractions provides information on the evolution of different geological environments as these are the largest constituents of rocks in nature, due to the properties that minerals present these can resist various processes involved in nature from the most complex as weathering or even such as erosion. Thus minerals are an integral part of the evolution of different geological environments. Costa de Sol beach is one of the environments with presence of these mineralogical fractions. In order to identify the minerals present in Costa de Sol Beach, 6 sediment samples were collected at 100m separated distances and then subjected to laboratory analysis using an X-ray Diffractometer. From the results obtained, 7 different samples were identified. types of minerals namely: Manganite, Humerite, Andersonite, Kaolinite, Roubaulite, Quartz and Berlinite. In the analysis it was noted that Berlinite was the most reflected and abundant mineral in the region with a concentration of 81% followed by Quartz with 42%. The least abundant mineral was Roubaulite with a concentration of 2% and was reflected in only one sample. These results are a key element for mapping the natural resources on our coast and can be a starting point for natural resource assessment.

Keywords: Beach, Sun Coast, Minerals, X-ray Diffraction.

Lista de abreviaturas

Sigla	Significado
ESCMC	Escola Superior Ciências Marinhas e Costeiras
DRX	Difractómetro de Raios-X
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
GPS	Sistema de Posicionamento Global
%	Percentagem
Å	Angstrom
I	Intensidade
°C	Graus Célsius
Wt	weight (peso)
PV	Pontos de amostragens

Lista de Figuras

Figura 1: Localização geográfica da área de estudo (fonte: Google Earth).....	13
Figura 2: Estufa WT Binder 250°C, usada para secagem das amostras.	15
Figura 3: Balança XS-210 com precisão de 0,001 gramas, usada para a pesagem das amostras.	16
Figura 4: (a) Preparação do ácido clorídrico (HCl), peróxido de Hidrogénio (H ₂ O ₂) mais água destilada para o ataque das amostras, (b) amostras em repouso após o ataque.	17
Figura 5: Crivos milimétricos para separação dos sedimentos	17
Figura 6: Difractómetro de raios-X marca Olympus, modelo BTXII instrumento usado para análise mineralógica dos sedimentos	18
Figura 7: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV1.....	20
Figura 8: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV2.....	21
Figura 9: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV3.....	21
Figura 10: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV4.....	22
Figura 11: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV5....	22
Figura 12: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV6.....	23
Figura 13: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.	23
Figura 14: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.	24
Figura 15: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.	24
Figura 16: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.	25
Figura 17: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.	25
Figura 18: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.	26

Lista de Tabelas

Tabela 1: Pontos de amostragens e suas respectivas coordenadas.	14
Tabela 2: Matérias usadas no campo, laboratório e respectivos programas e Software.	14

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Problematização	2
1.2.	Justificativa	2
1.3.	Objectivos:.....	3
1.3.1.	Objectivo Geral.....	3
1.3.2.	Objectivos Específicos	3
2.	Fundamentação Teórica	4
2.1.	Definição da praia.....	4
2.1.1.	Sedimentos	4
2.1.2.	Tipos de sedimentos marinhos	4
2.2.	Minerais	5
2.2.1.	Minerais encontrados na praia.....	6
2.2.2.	Origem dos Minerais.....	6
2.3.	Técnicas de identificação dos minerais.....	7
2.3.1.	Difracção de raios-X.....	7
2.3.2.	Microscopia Óptica.....	8
2.3.3.	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	8
2.3.4.	Microscopia Electrónica de Transmissão (MET)	9
2.3.5.	Espectrometria de Massas por Iões Secundários (EMIS).....	9
2.3.6.	Fluorescência de raios-X.....	10
2.4.	Descrição dos minerais presentes em praias	11
2.4.1.	Caulinita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$)	11
2.4.2.	Berlinita ($AlPO_4$).....	11
2.4.3.	Roubaulita [$Cu_2(UO_2)_3(CO_3)_2O_2(OH)_2 \cdot 4H_2O$].....	11
2.4.4.	Quartzo (SiO_2)	12
2.4.5.	Relação do tamanho cristalino dos minerais com a intensidade de reflexão dos raios-x	12
3.	Metodologia.....	13
3.1.	Caracterização da Área de Estudo	13
3.2.	Materiais	14
3.3.	Trabalho de campo	14
3.4.	Procedimento laboratorial.....	15
3.4.1.	Preparação das amostras.....	15
3.5.	Tratamento de dados.....	19
4.	Resultados.....	20

4.1.	Identificação dos tipos de minerais dos sedimentos da praia da costa de sol.....	20
4.2.	Quantificação dos minerais ao longo dos pontos de amostragem	23
5.	Discussão.....	27
5.1.	Minerais identificados nos sedimentos superficiais da praia da Costa de Sol	27
5.2.	Determinação das concentrações dos minerais nos sedimentos superficiais da Costa de Sol.....	27
6.	Conclusão e Recomendações	29
6.1.	Conclusão.....	29
6.2.	Recomendações	29
7.	Bibliografia.....	30

1. Introdução

A praia de costa de sol encontra-se na Cidade de Maputo, capital do país, está localizada na costa associada à infra-estruturas turísticas, com valores naturais e histórico/culturais (Cossa, 2018). A Praia recebe sedimentos da Baía de Maputo que é constituída por bancos de areia trazidos pelos rios que afluem na Baía. Dada a sua característica é de esperar que o sedimento que compões esta praia disponha de minerais.

De acordo com Luz (2012) minerais são substâncias sólidas, cristalinas, de ocorrência natural e com uma composição química específica, com elementos encontrados naturalmente na crosta terrestre.

A ocorrência dos minerais e sua dispersão nos sedimentos tem variado em função das condições do processo do intemperismo na área-fonte e na dinâmica de transporte, os teores, as granulometrias dos minerais da fonte e principalmente a resistência física e química aos agentes naturais são de extrema importância.

De acordo com (Denís, 2007), os minerais mostram diferentes comportamentos, certos minerais apesar de ocorrem em pequenas quantidades na rocha-fonte, tendem a se enriquecer relativamente ao sedimento pela sua alta resistência e outros podem ser abundantes na fonte, mas devido a sua instabilidade e fragilidade vão desaparecendo, sendo diluídos na direcção do transporte.

Em Moçambique, estudos sobre minerais têm sido desenvolvido maioritariamente nas regiões do interior, como caso de Antonio (2019) que pretendia identificar os minerais presentes no leito do rio. Estudos sobre minerais no ambiente marinho destacam-se os desenvolvidos por Chichava (2017) no fundo do estuário, João (2018) nos bancos de areia de um estuário, Massique (2019) na região das gazelas.

Na praia de Costa de Sol não há relato de estudos de género, mas destaca-se estudos geológicos desenvolvidos por Cossa (2018) sobre Estudos das tendências granulométricas da praia da Costa de Sol.

Dos minerais identificados nestes estudos destacam-se: por Chichava (2017) foi constatado cinco (5) fases de minerais: quartzo, albite, mascovita, titanita e topázio. Já recentemente, estudos efetuados por Massique (2019) na região das gazelas foram encontrados 7 (sete) faces de minerais: Quartzo, Albite, Berlinite, Ortoclase, Santite, Sanidine e Roubaulite. sendo Quartzo o mineral mais

presente nos pontos de amostragem. Estes resultados foram obtidos através do uso do método de Difraccção de raios-X.

Uma das limitações que se têm notado nesta metodologia, reside na capacidade de obtenção deste instrumento dada aos custos elevados. No presente trabalho foi feita a identificação dos minerais presentes nos sedimentos da praia da Costa de Sol baseando-se no método de Difraccção de raios-X.

Os resultados deste trabalho contribuem significativamente na obtenção de conhecimentos sobre o potencial dos recursos naturais que a praia dispõe e no geral para o país. Do ponto de vista económico os resultados deste trabalho contribuem para a diversidade de exploração por parte dos investidores na área de recursos minerais.

1.1. Problematização

Embora a água do mar seja rica em elementos de valor económico, a maioria dos recursos minerais encontrados nos oceanos estão relacionados a ambientes geológicos específicos, e, portanto, a interacção entre a água do mar e outros agentes, tais como aporte sedimentar de rios, actividade biológica e magmatismo. (Palma, 2000)

A praia da Costa do Sol é alvo de vários estudos devido a sua importância socioeconómica e científica para o país, mas a maior parte dessas pesquisas abordam estudo de engenharia.

A Praia da Costa de Sol tem vindo a ser uma zona de deposição de diferentes tipos de sedimentos que influenciam na coloração do próprio ambiente do local. Estes sedimentos que contem minerais, que são provenientes de varias fontes como, rio Matola devido a descarga dos rios e marés que invade a parte da terra, as ilhas mas próximas da praia da costa de sol e devido as actividades humanas.

1.2. Justificativa

Entretanto as pesquisas já feitas na praia da Costa do Sol, poucos trabalhos abordam sobre processos geológicos, contudo nenhuma das pesquisas feitas, abordou entorno da fracção mineralógica na face da praia. Contudo, propõe-se a seguinte pesquisa que visa contribuir de forma significativa sob o ponto de vista geológico e no conhecimento da fracção mineralógica na face da praia da Costa do Sol.

1.3. Objectivos:

1.3.1. Objectivo Geral

- ❖ Identificação de minerais presentes nos sedimentos da Costa de Sol, Maputo.

1.3.2. Objectivos Específicos

- ❖ Identificar os tipos de minerais presentes nos sedimentos da praia;
- ❖ Quantificar os minerais presentes nos sedimentos na praia.

2. Fundamentação Teórica

2.1. Definição da praia

Praia é uma acumulação de sedimento não consolidado (areia ou cascalho), que é compreendida da linha de baixa-mar até uma mudança fisiográfica, como um campo de duna, por exemplo. Mas a praia pode incluir segundo alguns geólogos, a área costeira abaixo do nível do mar (a profundidade de 10 a 20 m), a qual é activa sob a influência das ondas de superfície (Komar, 1977)

As praias constituem sistemas dinâmicos, onde elementos básicos como ventos, água e areia interagem, resultando em processos hidrodinâmicos e deposicionais complexos Brown e McLachlan, (1990)

Quanto ao grau de exposição, as praias podem ser identificadas desde muito expostas a muito protegidas, sendo a variabilidade física resultante da combinação de parâmetros básicos, como característica das ondas e granulometria do sedimento McLachlan, (1990)

2.1.1. Sedimentos

Os sedimentos são detritos rochosos resultantes da erosão ou precipitação química, depositados em formas de camadas de partículas soltas proporcionada pela diminuição da energia do fluido que os transporta, água, gelo ou vento Leli, et all (2010)

Os sedimentos depositados no oceano são um arquivo de informação histórica sobre a terra porque providenciam ciclos bioquímicos globais. A distribuição de sedimentos marinhos é determinada pelos processos biológicos e químicos e são classificados em 5 maiores grupos: argila vermelha, carbonato lodoso, silicato lodoso, nódulos e material vulcânico. O tipo de sedimento é determinado pela sua origem e composição (Carson, 2002)

2.1.2. Tipos de sedimentos marinhos

Segundo Carson (2002) existe três maiores componentes de sedimentos: detríticos, biogénicos e autogénicos.

a) Sedimentos detríticos são resultado da degradação de rochas, oriundas do continente e são compostos por materiais terrígenos, vulcânicos e cosmogénicos.

b) Sedimentos biogénicos são um dos mais importantes componentes de sedimentos marinhos. Estes, são formados directo ou indirectamente pela actividade biológica e constituídos por estruturas de restos de esqueletos de fitoplâncton e zooplâncton.

c) Sedimentos autogénicos, compostos por minerais inorgânicos oceânicos que precipitam directamente da água do mar, seja na coluna de água ou na superfície.

Determinadas propriedades físicas dos sedimentos são fundamentais para estudar os depósitos sedimentares e a dinâmica sedimentar que os originou. Alguns dos parâmetros determinantes são a densidade, tamanho, a forma e a rugosidade da superfície das partículas, bem como a granulometria dos sedimentos (Dana, 1892)

2.2. Minerais

Os minerais são definidos como substâncias inorgânicas, porém, muitos minerais podem, entretanto, ser eventualmente secretados por organismos. Um desses minerais, a calcita, forma as conchas de ostras e de muitos outros organismos. A Calcita dessas conchas, que constitui a parte principal de muitos calcários, satisfaz a definição de mineral, por ser inorgânica e cristalina. O que torna único cada mineral é a sua composição química e a forma como os átomos estão dispostos na sua estrutura interna. A composição química de um mineral, dentro de limites definidos, tanto pode ser fixa como variável (Peroni, 2013).

Minerais pesados ocorrem em todas as areias, desde contribuições mínimas, alguns poucos grãos encontrados após uma procura detalhada em uma amostra, até quase a totalidade de um depósito de placer (deposição de aluvião que contém partículas de um mineral valioso). Usualmente formam menos de 1% do sedimento, sendo o restante quartzo, feldspatos e micas, fragmentos líticos e biogénicos. As quantidades dos diversos minerais pesados em uma determinada areia dependem da abundância de cada um na área fonte e do transporte, que inclui a sua capacidade de sobrevivência ao intemperismo, à abrasão e a sua segregação devido a diferenças na densidade e forma. Com isto, estes grãos formam assembleias extremamente específicas em termos de composição mineral, distribuídas ao longo do sistema deposicional envolvido. Através da determinação destas assembleias, podemos tecer hipóteses sobre fontes, caminhos ou mesmo sequências deposicionais dos sedimentos (Addad, 2010).

Existem mais de uma centena de pesados descritos em Cascalhos, Areias e Siltes. Se considerarmos variedades, este número aumenta consideravelmente. Apesar desta diversidade, apenas localmente ou ocasionalmente encontramos mais do que 10 a 25 espécies em sedimentos detríticos. No estudo destes minerais, normalmente se procede na concentração das amostras, pelo uso de meios densos. O mais comum é o bromofórmio, com peso específico de ~2,8 (Addad, 2010).

Minerais pesados mostram dois comportamentos diferenciados. Há aqueles que, apesar de existirem em pequenas quantidades na rocha fonte, acessórios, tendem a se enriquecer relativamente ao sedimento pela sua alta resistência (Zircão, Turmalina, Rutilo em sistemas praias e eólicos). Outros podem ser abundantes na fonte, essenciais, mas devido à sua instabilidade e fragilidade vão desaparecendo, sendo diluídos na direcção do transporte (Anfibólios, Piroxênios e Olivinas em ambientes fluviais) (Addad, 2010).

A razão minerais pesados / minerais leves varia muito com a fracção granulométrica observada (normalmente as fracções mais finas são mais ricas em minerais pesados), bem como de sedimento para sedimento. O conteúdo em minerais pesados na areia é, em geral, inferior a 2%.

Nalguns casos, no entanto, podem ocorrer em percentagens muito maiores, chegando a constituir mais de 50% da areia (como acontece, por vezes, nos níveis de minerais pesados presentes em sequências sedimentares das praias) (Dias, 2004).

2.2.1. Minerais encontrados na praia

As praias apresentam geralmente minerais como: Quartzo, Berlinita, Santite, Albita, Muscovita, Ortoclase, Montmorillonita, Roubaultita, Mozartita e Titanita (Siteo, 2018).

A composição dos sedimentos trazidos na costa por um rio é redistribuída na direcção da deriva litorânea. A areia mais grossa e o cascalho, geralmente ficam retidos em estuários, lagunas ou depositados em praias próximas à desembocadura, enquanto os sedimentos mais finos são levados deriva abaixo. Os pesados acompanham o padrão e, na maioria dos casos, esta distribuição altera a composição mineralógica das populações. Entretanto, grande parte do sedimento chega à praia durante episódios de fluxo fluvial aumentado, imediatamente após chuvas torrenciais isoladas ou durante estações húmidas (Addad, 2010).

2.2.2. Origem dos Minerais

Os depósitos de minerais pesados originam-se quando as rochas da superfície da Terra são submetidas à acção do intemperismo, que as altera a partir de desagregação física e decomposição química, liberando seus constituintes minerais ao transporte pelos agentes superficiais, como rios, ventos, águas pluviais, gelo e acção da gravidade. Esses sedimentos podem ser depositados in situ, gerando solos residuais, serem transportados e depositados nos rios, gerando depósitos de aluviões, ou ainda, serem transportados pelas descargas fluviais até a desembocadura dos rios. Quando isso ocorre, os sedimentos interagem com ondas e correntes e são distribuídos e depositados na plataforma continental ou nas praias, formando os depósitos litorâneos (Silva, 2001).

O processo de deposição no litoral envolve principalmente a acção de ondas e correntes de deriva litorânea, em íntima associação com as variações do nível relativo do mar. Estas modificações do nível marinho permitem a acumulação de minerais pesados no litoral e também podem estar associadas a depósitos fluviais, que recobriam grande parte da plataforma continental, exposta durante fases de nível do mar baixo, posteriormente afogadas pela transgressão marinha que se iniciou no final do Pleistoceno e início do Holoceno (Silva, 2001).

Os minerais pesados em sedimentos arenosos são frequentemente utilizados como indicadores para determinar a proveniência e processos de distribuição Morton, Hallsworth 1999 e Cascalho, et al. (2006) Constituem excelentes arquivos que gravam e preservam as assinaturas dos eventos geológicos do passado desde a sua origem até o ambiente deposicional actual Mange e Wright (2007). Um dos principais pontos da análise de minerais pesados é a determinação de uma grande variedade de espécies minerais encontrada em sedimentos, assim como a sua distribuição granulométrica ao longo do arco de praia e os factores que controlam esta distribuição. Muitos destes minerais têm paragéneses restritas e podem fornecer informações sobre a sua procedência e as rochas-fonte envolvidas.

2.3. Técnicas de identificação dos minerais

2.3.1. Difracção de raios-X

Dentre os vários métodos de identificação de minerais, um dos que fornecem as informações mais conclusivas são os que utilizam raios-X, obtendo-se uma fotografia da reacção ou um difratograma, ambos feitos a partir da análise do mineral pulverizado. Assim, no estudo de um mineral, este é frequentemente o primeiro a ser feito, e muita das vezes o único mesmo que outros testes mais simples possam ser utilizados (Klein e Dutrow, 2012).

O método da difracção de raios X baseia-se na interacção de ondas na frequência de raios X com os planos de repetição sistemática do retículo cristalino, porém, aplicam-se apenas a materiais cristalinos, e não a amorfos Neumann, et al. (2002).

Segundo Valadão e Araujo (2007) a radiação produzida através da difracção de raios X, é produzida em um tubo de raios X, que contém uma fonte de electrões e dois eléctrodos metálicos. Os electrões são acelerados pela diferença de potencial entre os eléctrodos, o que os faz chocar com elevada velocidade junto ao ânodo. Na região de impacto são gerados os raios X irradiando-se por todas as direcções.

A difracção de raios X pelos cristais resulta de um processo em que esses raios são espalhados pelos electrões dos átomos, sem mudança de comprimento de onda. Um feixe difractado é produzido somente quando algumas condições geométricas são satisfeitas (Valadão e Araujo, 2007).

2.3.2. Microscopia Óptica

O trabalho em lupa ou microscópio estereoscópico permite análise das amostras em grão, onde os minerais são identificados por cor, brilho, hábito, clivagens, fractura, e é possível utilizar técnicas auxiliares directas. A caracterização de alguns minérios pode ser feita exclusivamente por microscópio estereoscópico, uma vez que os cristais são grandes, limpos e bem liberados, e a identificação é segura, quando associada a fraccionamentos magnético e electrostático prévio, a quantificação estimada dos minerais por produto é bastante eficaz. O microscópio estereoscópico é fundamental na identificação de fragmentos metálicos oriundos de desgaste de equipamento, como britadores e moinhos, principalmente em fracções fortemente magnéticas Neumann, et al. (2002).

As microscopias ópticas de luz transmitida para minerais transparentes e de luz reflectida para minerais opacos, são os métodos de identificação de minerais mais tradicionais. Baseiam-se ambos na interacção da luz (geralmente luz branca do espectro visível) com os minerais, e são bastante precisos e flexíveis para análises qualitativas (Valadão e Araujo, 2007).

Segundo Valadão e Araújo (2007) os equipamentos utilizados nas análises microscópicas são mais sofisticados e necessitam que a preparação das amostras seja mais elaborada. A microscopia óptica é utilizada para avaliar as propriedades ópticas de um mineral que se encontra em escala microscópica.

Segundo Porphirio, et al (2010) a técnica de difracção de raios X requer uma quantidade baixa de amostra, menor que 1g, e seus procedimentos são de baixo custo operacional, além de serem rápidos, quando totalmente automatizado.

2.3.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Segundo Dedavid (2007) a MEV é a técnica de caracterização microestrutural mais versátil disponível, tendo suas aplicações ligadas a diversas áreas do conhecimento, principalmente engenharias metalúrgica e de minas, ciências dos materiais, geociências, ciências biológicas. É um aparelho que pode fornecer rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra sólida, tendo como principal razão de sua utilidade, a alta resolução que pode ser obtida quando as amostras são observadas.

2.3.4. Microscopia Electrónica de Transmissão (MET)

Segundo Klein e Dutrow (2012) a MET consiste em um feixe de electrões precisamente dirigido que chocam contra uma fina estampa do material sob investigação e pode ser utilizado para exibir imagens de padrões de difracção de electrões e microscopia de transmissão de alta resolução (METAR). A estampa fina com poucos nanómetros de espessura, permite que o feixe de electrões seja transmitido através do material e é fixada num porta-amostra centrado no feixe de electrões.

Os MET permitem uma avaliação textural, cristalográfica e química de áreas muito pequenas. Esta técnica é especialmente potente em elucidar feições estruturais com escalas de dimensões de 100 a 10000 Å, as quais não podem ser directamente avaliadas por técnicas de difracção de raios-X. Estudos de MET permitem a identificação de partículas extremamente pequenas tais como (a identificação de minerais asbestiformes) ou intercrescimento de padrões de resolução em minerais de empilhamento de polítipos e defeitos estruturais (Klein e Dutrow, 2012).

Uma característica importante do microscópio electrónico de varredura é, além de sua imagem complementar a informação dada pela imagem óptica, a aparência tridimensional da imagem das amostras (Dedavid, Gomes, e Machado, 2007).

Com a adaptação de detectores de raios X na câmara da amostra do microscópio electrónico de varredura, o seu potencial aumenta ainda mais, fazendo com que o MEV possa realizar análise química na amostra em observação. Através da captação pelos detectores e da análise dos raios-X característicos emitidos pela amostra, é possível obter informações qualitativas e quantitativas da composição da amostra. Actualmente quase todos os MEV são equipados com detectores de raios-X, sendo que devido à confiabilidade e principalmente devido à facilidade de operação, a grande maioria faz uso do detector de energia dispersiva (EDX). Provavelmente a maior aplicação do MEV para tecnologia mineral, é a verificação da morfologia de minerais Neumann, et al. (2002).

Segundo Valadão e Araújo (2007) uma grande vantagem do microscópio electrónico de varredura em relação ao microscópio óptico é que seu limite de resolução é muito melhor que do microscópio óptico.

2.3.5. Espectrometria de Massas por Iões Secundários (EMIS)

Segundo Klein e Dutrow (2012) este método oferece uma análise quantitativa de alta sensibilidade, *in situ*, com limites de detecção na escala de partes por milhão até partes por bilhão, a maioria dos elementos químicos bem como seus isótopos, podem ser analisados. O equipamento emprega um

feixe focalizado de iões que colide com a superfície sólida da amostra, os átomos da superfície da amostra são extraídos como iões secundários e analisados utilizando um espectrómetro de massa.

Na maior parte dos instrumentos utilizados para análises mineralógicas, os iões secundários produzidos por espalhamento na superfície da amostra, são extraídos e focalizados em um espectrómetro de dupla focalização e que separa iões com base na energia e massa. A espectrometria de massa é extremamente sensível e pode detectar diferenças de massa entre isótopos do mesmo elemento (klein e Dutrow 2012).

Embora a EMIS possa ser usado para determinar a concentração de qualquer elemento químico, é geralmente aplicado para a determinação da abundância e distribuição dos elementos leves, elementos terras-raras e isótopos. Os elementos leves afectam a estequiometria do mineral e podem fornecer informações sobre as condições de formação do mineral, também permite discriminar a composição isotópica para utilizar em datações absolutas e para estudos de difusão em minerais (klein e Dutrow 2012).

2.3.6. Fluorescência de raios-X

Esta técnica também conhecida como espectrografia de por emissão de raios-X é utilizada na maioria dos laboratórios de pesquisa que estudam a química das substâncias inorgânicas. É um método amplamente utilizado pelos petrólogos para qualificar a composição química total das rochas incluindo o teor total das terras raras. É também utilizado em uma ampla gama de aplicações nas indústrias mineradoras (klein e Dutrow 2012).

A análise qualitativa de fluorescência de raios-X envolve a identificação de todas as linhas espectrais atribuindo-as aos elementos responsáveis por elas. A análise quantitativa é mais exigente porque cada intensidade dos raios-X deve ser quantitativamente comprada com aquela do padrão (de composição conhecida) da mesma configuração elementar. Tanto o pico como as intensidades de fundo próximos ao pico são contadas para permitir uma estimativa das alturas dos picos, o procedimento de correcção quantitativa são feitos online num intervalo de tempo extremamente curto (klein e Dutrow 2012).

Segundo Klein e Dutrow (2012) a análise por fluorescência de raios-X pode ser utilizada para uma determinação quantitativa dos elementos maiores, o diâmetro maior do feixe de raios-X permite a análise de amostras maiores do que os feixes de electrões e permite melhor estatística, a FRX é também muito sensível para a determinação de elementos traço devido a intensidade de fundo ser muito baixa.

2.4. Descrição dos minerais presentes em praias

2.4.1. Caulinita ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$)

A caulinita é um argilomineral composto por alumínio, silício, oxigênio e hidroxila. Tem estrutura simples de camadas 1:1 em que não ocorrem substituições por outros íons, visto que não há deficiência de carga em sua estrutura. Sua fórmula estrutural ideal é $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, o espaço entre camadas é fixo e a distância basal de uma camada para outra é de 0,72 nm.

A formação da caulinita se dá, preferencialmente, em ambientes muito diluídos, com muita lixiviação ou presença de ácidos orgânicos, CO_2 , provenientes de compostos ricos em matéria orgânica (Dixon, 1989).

2.4.2. Berlinita (AlPO_4)

É um mineral raro, considerado hidrotermal ou metassomático que é formado a altas temperaturas da classe dos minerais afosfatados e além dos elementos da sua fórmula geralmente carrega impurezas como o ferro e o silício. Com um hábito maciço e um brilho vítreo e se apresenta na natureza sobre as seguintes colorações: rosa claro, rosa cinza, cinza ou incolor (Marinceia e Dumitras, 2005).

Berlinita é considerada um mineral mediantemente pesado por apresentar uma densidade equivalente a 2.64–2.66, e possui uma dureza de 6.5 na escala de mohs e uma fraturacoloidal e fazem parte da associação os seguintes minerais: Quartzo, Gipsita, Aragonita, Hematita, Muscovita, Augelita e mais (Palache, Berman, e Frondel, 1951).

2.4.3. Roubaulita [$\text{Cu}_2(\text{UO}_2)_3(\text{CO}_3)_2\text{O}_2(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$]

É um mineral da classe dos carbonatos e um sistema cristalino triclinico, muito raro e foi descoberto na mina de Kasolo na República Democrática de Congo. Roubaulita é considerado altamente radioativo e contém uma dureza de 3 na escala de mohs, mineral pesado apresentando desta forma uma densidade equivalente a 5.02. Apresenta uma cor de verde parecida com grama ou maçã, translúcido e um brilho vítreo, apresenta na sua estrutura listras verdes e um hábito roseta (Dana, 1892).

2.4.4. Quartzo (SiO₂)

O Quartzo é um mineral abundante em sedimentos estuarinos por constituir a maior parte das rochas terrestre e por ser muito resistente ao intemperismo, apresenta uma cristalografia hexagonal que lhe permite ser identificado pelo raios-x a partir de um comprimento de onda de 5,41 Å.

O Quartzo ocupa uma fracção significativa da crosta terrestre e ocorre praticamente no mundo todo e em quase todos os tipos de rocha. O Quartzo é um importante constituinte de rochas ígneas com excesso de sílica, como o Granito, Riólito e Pegmatito. É extremamente resistente ao intemperismo químico e físico, fazendo com que se acumulem grãos de quartzo formando rochas sedimentares, arenito. Ocorrem também em rochas metamórficas, como o Gnaisse e Xistos, formando praticamente o único mineral dos Quartzitos. Nas rochas o Quartzo está associado principalmente ao Feldspato e a Mica; com distribuição praticamente completa em veios minerais. O Quartzo ocorre em grande quantidade como Areia nas praias e nos leitos de rios, além de ser um importante constituinte dos solos. (Dana, 1892)

2.4.5. Relação do tamanho cristalino dos minerais com a intensidade de reflexão dos raios-x

Cristais podem ser entendidos como sólidos homogêneos com ordem interna regular dos átomos ou íons constituintes, sendo monocristais quando os compostos sólidos de átomos organizados num modelo periódico tridimensional se estendem por todo o material e policristais quando sólidos são formados por muitos pequenos monocristais (partículas) com diferentes orientações (Klein, 1994).

O Tamanho do cristal (diâmetro médio das partículas) é definido com base na equação de Sherrer:
Onde:

$$D_{hkl} = \frac{k\lambda}{\beta \cos(\theta)}$$

D - Diâmetro médio das partículas;

K - constante que depende da forma das partículas (esfera = 0,94);

λ - Comprimento de onda da radiação electromagnética;

θ - Ângulo de difracção;

β (2θ) - Largura na metade da altura do pico de difracção;

3. Metodologia

3.1. Caracterização da Área de Estudo

A praia de Costa de Sol localiza-se no sul de Moçambique, na Cidade de Maputo, banhada pela Baía de Maputo, com os paralelos $25^{\circ}55'22.59''$ S e $32^{\circ}38'27.64''$ E. A praia é protegida pela Ilha da Xefina Grande e Ilha da Inhaca à Este, Litoral da Ponta Maona à Sul, Litoral da Catembe à Sudeste Cossa (2018).

Costa de sol é uma praia arenosa, com dunas altas e cobertas por vegetação bastante frágil. Anualmente recebe turistas, constituindo uma das praias mais visitadas de Moçambique. Estas características são atribuídas à todas praias da zona sul de Moçambique Langa (2007). A praia apresenta extensos bancos de areia que providenciam momentos de lazer a vários milhares de pessoas que semanalmente frequentam a praia, especialmente aos fins-de-semana.

O clima da região é tropical, verão tem muito mais pluviosidade que o inverno e de acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é Aw. A temperatura média é de 22.7°C e a pluviosidade média anual é 781 mm. Agosto é o mês mais seco com 15 mm e Janeiro cai a maioria da precipitação, com uma média de 160 mm. Fevereiro (temperatura média de 26.2°C) é o mês mais quente do ano e Julho (temperatura média de 18.5°C) é o mês mais frio.



Figura 1: Localização geográfica da área de estudo (fonte: Google Earth).

Tabela1: Pontos de amostragens e suas respectivas coordenadas.

Pontos	Latitude	Longitude
P1	25°56'6.13"S	32°37'45.49"E
P2	25°56'7.38"S	32°37'47.19"E
P3	25°56'2.92"S	32°37'48.41"E
P4	25°56'3.99"S	32°37'50.44"E
P5	25°55'59.77"S	32°37'50.87"E
P6	25°56'0.58"S	32°37'52.75"E

3.2. Materiais

Tabela 2: Matérias usadas no campo, laboratório e respectivos programas e Software.

Campo	Laboratoriais	Programas &S oftware
GPS	Estufa	Difracómetro de Raio x Olympus
Máquina fotográfica	Crivos milimétricos	X Powder versão 2010.01.35 pro
Pá	Balança semi-analítica 10 ⁻³	Google earth pro
Sacos plásticos	Água destilada	
Fita métrica	HCl	

3.3. Trabalho de campo

Para o levantamento dos dados, foram realizadas duas etapas de campo. A primeira etapa, com objectivo de reconhecimento da área de estudo e identificação dos pontos para a colecta das amostras, a segunda etapa, com o objectivo de colecta das amostras.

A colheita dos dados foi efectuada no dia 15 de Dezembro nos quais foram colectados 6 amostras de sedimentos (separadas a 100m) paralelamente a linha da costa na face da praia durante a baixa-mar da maré viva, a colecta das amostras na área de estudo foi efectuada de forma aleatória (mais seguindo o critério de representatividade das mesmas), umas colectadas nas margens do Porão (P2, P4 e P6) e as outras nas Bérmas (P1, P3 e P5), de modo a se ter maior representatividade dos sedimentos retidos nas obras de engenharia e dos sedimentos transportados por outros agentes

externos (vento, água, etc.). A amostra foi colhida com auxílio de uma pá numa profundidade de 30cm. Depois da colheita, as amostras foram guardadas em um saco plástico rotulado para facilitar a identificação do lugar onde foi feita a colheita. Para cada ponto da colheita era registado a coordenada através de um GPS.

3.4. Procedimento laboratorial

Após a colheita das amostras, foram levadas para o laboratório de sedimentologia no Departamento de Geologia, na Faculdade de Engenharia da UEM em Maputo, onde foram colocadas a secar na estufa durante 24 horas numa temperatura de 60°C seguida das análises laboratoriais.



Figura 2: Estufa WT Binder 250°C, usada para secagem das amostras.

3.4.1. Preparação das amostras

Após a secagem dos sedimentos, foi feita a preparação das amostras que foi baseada na pesagem das amostras numa balança semi-analítica para se obter 20g de sedimentos, em seguida as amostras foram colocadas numa solução composta por ácido clorídrico (HCL) e água destilada para a eliminação dos carbonatos.

3.4.1.1. Eliminação de Carbonatos

A eliminação dos carbonatos foi feita com uma solução composta por 1l de água destilada e 100 ml de ácido clorídrico que foi colocada nas amostras e ficaram durante um período de 48 horas. A posterior foi retirada a solução das amostras usando uma seringa de 60ml e adicionado água destilada nas amostras para reduzir a acidez, passados 10 minutos foi retirada a água das amostras e

submetidas novamente à secagem na estufa à temperatura de 60°C durante 24 horas, após a secagem, as amostras sem carbonatos foram pesadas na balança semi-analítica e de seguida foram submetidas a uma solução composta por água destilada e Peróxido de hidrogénio (água oxigenada) para eliminação da matéria orgânica.

3.4.1.2. Eliminação da Matéria Orgânica

Para a eliminação da matéria orgânica, as amostras foram submetidas a uma solução composta por 1l de água destilada e 120ml de peróxido de hidrogénio (água oxigenada). Passadas 4h foi retirada a solução das amostras e adicionada água destilada nas amostras para a redução dos ácidos. A posterior, foi retirada a água destilada das amostras e direccionadas a estufa para a secagem numa temperatura de 60°C durante 72 horas. Após essa fase as amostras foram retiradas da estufa e submetidas a pesagem sem a matéria orgânica.



Figura 3: Balança XS-210 com precisão de 0,001 gramas, usada para a pesagem das amostras.



Figura 4: (a) Preparação do ácido clorídrico (HCl), peróxido de Hidrogénio (H₂O₂) mais água destilada para o ataque das amostras, (b) amostras em repouso após o ataque.

3.4.1.3. Crivagem

Após os processos de preparação e eliminação dos carbonatos as amostras foram submetidas ao processo de crivagem (peneiração) em uma peneira com fracção de 150µm, onde as fracções mais grossas foram trituradas com a espátula para facilitar a passagem dos mesmos na peneira. Obtendo-se assim a areia fina para posterior análise no difractor de raios -X (DRX).



Figura 5: Crivos milimétricos para separação dos sedimentos

3.4.1.4. Análise mineralógica (Difracção de Raio X)

Após os procedimentos, os sedimentos extraídos na praia da Costa de Sol foram submetidos a análise mineralógica por DRX. Por sua vez o DRX permite distinguir e quantificar os diferentes tipos de minerais e as suas fases cristalinas presentes nos sedimentos. Trata-se de uma técnica não

destrutiva que se baseia no modo como a estrutura cristalina de um mineral interage com os raios X, (Joanito, 2014)

As distâncias entre planos cristalinos sucessivos e a densidade de átomos são características únicas e específicas de cada espécie mineral, o padrão difractométrico equivale a uma impressão digital do mineral.



Figura 6: Difractómetro de raios-X marca Olympus, modelo BTXII instrumento usado para análise mineralógica dos sedimentos

3.4.1.5. Identificação dos tipos de minerais

Para a composição mineralógica, as amostras foram submetidas ao processo de leitura por um difractómetro de raios-X marca Olympus, modelo BTXII. Os registos foram obtidos no intervalo de 0° a 55° com leituras de 2θ através do detector que capturou imagens da dispersão de raios-X, produzidas pela interacção cristalina do material (fase).

A identificação foi obtida através da intensidade dos raios-x sobre a superfície cristalina de cada mineral (fase) e com auxílio do software X Powder versão. 2010. 01. 35 pro, baseando-se na base de dados com estrutura de cristal de mineralogistas Americanos (American Mineralogist Crystal Structure [AMCS]).

3.4.1.6. Determinação das concentrações dos minerais

As concentrações dos minerais foram determinadas por relação da razão de intensidade dos minerais com o padrão completo das análises, e com auxílio do software X Powder versão. 2010. 01. 35 pro

3.5. Tratamento de dados

O software X powder permitiu a obtenção de gráficos através da conversão de imagens bidimensionais em um quadro de análises por correlação entre intensidade e energia, por sua vez permitiu a conversão da energia em função de ângulos 2θ para uma correlação com os dados provenientes do difractômetro. O método de razão de intensidade de referência foi convertido em tabelas pelo software X powder, permitindo a obtenção dos resultados em forma de gráficos e tabelas para a identificação e determinação dos minerais respectivamente.

4. Resultados

4.1. Identificação dos tipos de minerais dos sedimentos da praia da costa de sol.

De acordo com os resultados obtidos nos difratogramas, os sedimentos da praia da Costa de Sol são formados por sete (7) fases de minerais: Manganite, Hummerite, Quartzo, Berlinite, Caulinite, Andersonite e Roubaulite.

Após a análise de sedimentos do PV1 através do DRX foram identificados três (3) minerais ou fases nomeadamente: Manganite, Hummerite e Berlinite conforme ilustra a figura (6). Dos minerais identificados os cristais do Manganite apresentaram maior interferência construtiva dos raios-x emitidos pelo instrumento, sendo que a sua intensidade variou de 5Å a 650Å e o ângulo de incidência de raio-x variou de 0 a 55. Para Hummerite a intensidade variou de 7Å a 455Å, e o ângulo de incidência de raio-x variou de 9 a 55, e o mineral que menos apresentou interferência construtiva foi Berlinite e a sua intensidade variou de 5 Å -260Å e o ângulo de incidência de raio-x variou de 22 -53.

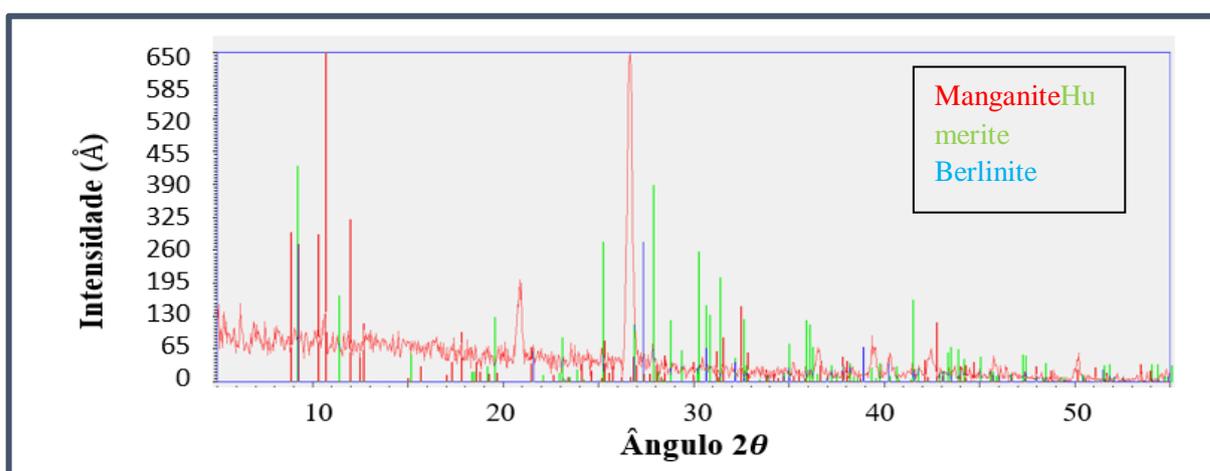


Figura 7: Intensidade de reflexão de raios -x (Å), em função dos ângulos de incidência PV1

No PV2 verificou-se quatro fases de minerais nomeadamente: Berlinite, Quartzo, Caulinita e Andersonite conforme ilustra a figura 7, onde os cristais de Berlinite apresentaram maior interferência construtiva dos raios-x emitidos, sendo que a sua intensidade variou de 5Å-892Å e o ângulo de incidência variou de 0-55, para o Quartzo a sua intensidade variou de 8Å-892Å e o ângulo de incidência variou de 22-55, para Caulinita a sua intensidade variou de 7Å-170Å e o ângulo de incidência variou de 6-45 e o mineral que apresentou menor interferência construtiva foi o Andersonite e sua intensidade variou de 6Å -100Å e o seu ângulo de incidência variou de 12-39.

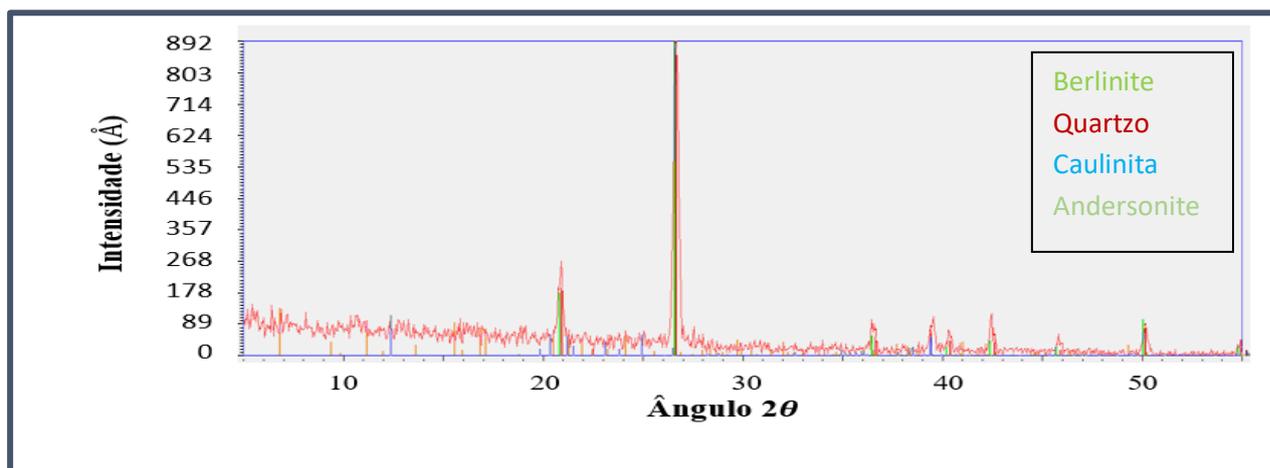


Figura 8: Intensidade de reflexão de raios x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV2.

No PV3 verificou se três fases de minerais nomeadamente: Berlinite, Quartzo, Roubaulite conforme ilustra a figura 8, onde os cristais de Berlinite apresentaram maior interferência construtiva dos raios x emitidos, sendo que a sua intensidade variou de 5\AA - 628\AA e o ângulo de incidência variou de 21-55, para o Quartzo a sua intensidade variou de 5\AA - 126\AA e o ângulo de incidência variou de 11-55, e o mineral que apresentou menor interferência construtiva foi o roubaulite e sua intensidade variou de 0\AA - 63\AA e o seu ângulo de incidência 22-50.

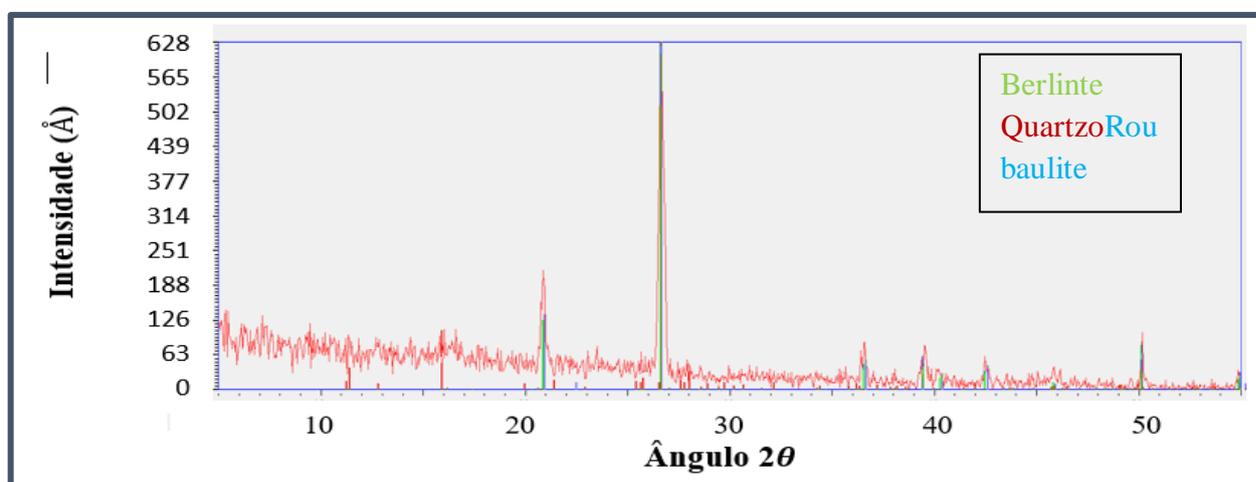


Figura 9: Intensidade de reflexão de raios x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV3.

No PV4 verificou se um mineral nomeadamente: Berlinite, conforme ilustra a figura 9, onde os cristais de Berlinite apresentaram maior interferência construtiva dos raios x emitidos, sendo que a sua intensidade variou de 10\AA - 628\AA e o ângulo de incidência variou de 21-50

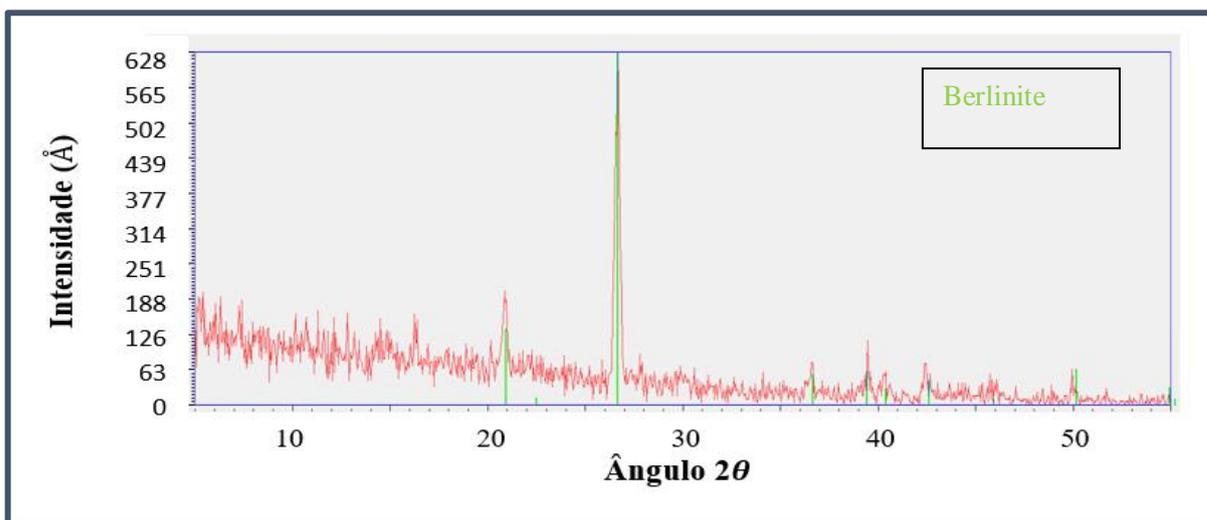


Figura 10: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV4.

No PV5 verificou se duas fases de minerais nomeadamente: Berlinite, Quartzo, conforme ilustra a figura 10, onde os cristais de Berlinite apresentaram maior interferência construtiva dos raio-x emitidos, sendo que a sua intensidade variou de 5\AA - 664\AA e o ângulo de incidência variou de 21-55, para o Quartzo a sua intensidade variou de 5\AA - 599\AA e o ângulo de incidência variou de 21-55.

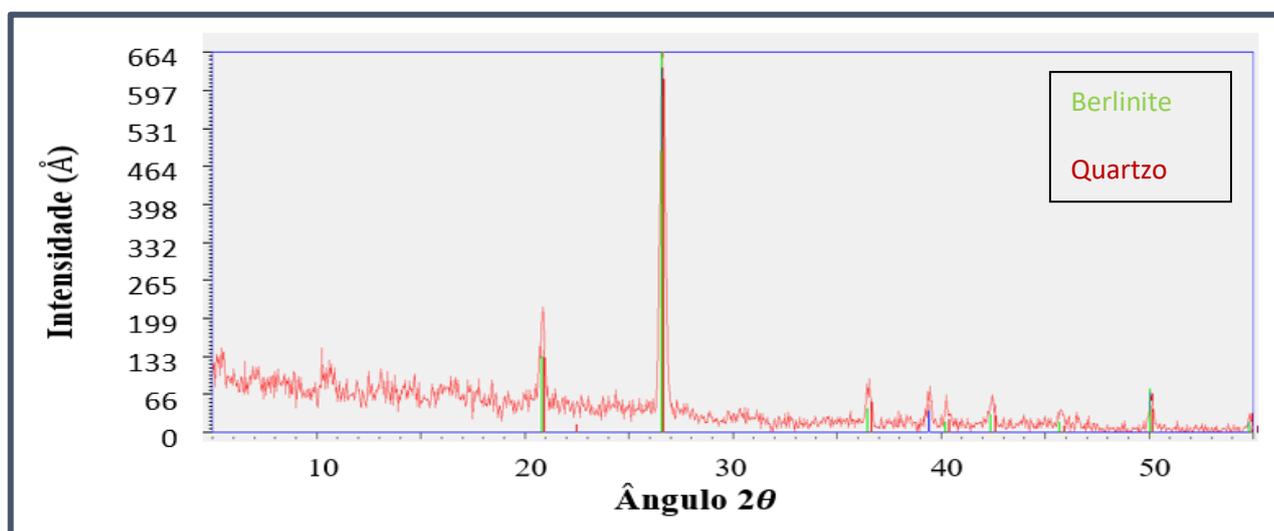


Figura 11: Intensidade de reflexão de raios -x (\AA), em função dos ângulos de incidência PV5.

No PV6 verificou se duas fases de minerais nomeadamente: Berlinite, Quartzo, conforme ilustra a figura 11, onde os cristais de Berlinite apresentaram maior interferência construtiva dos raio-x emitidos, sendo que a sua intensidade variou de 8\AA - 542\AA e o ângulo de incidência variou de 21-55, para o Quartzo a sua intensidade variou de 5\AA - 488\AA e o ângulo de incidência variou de 21-55.

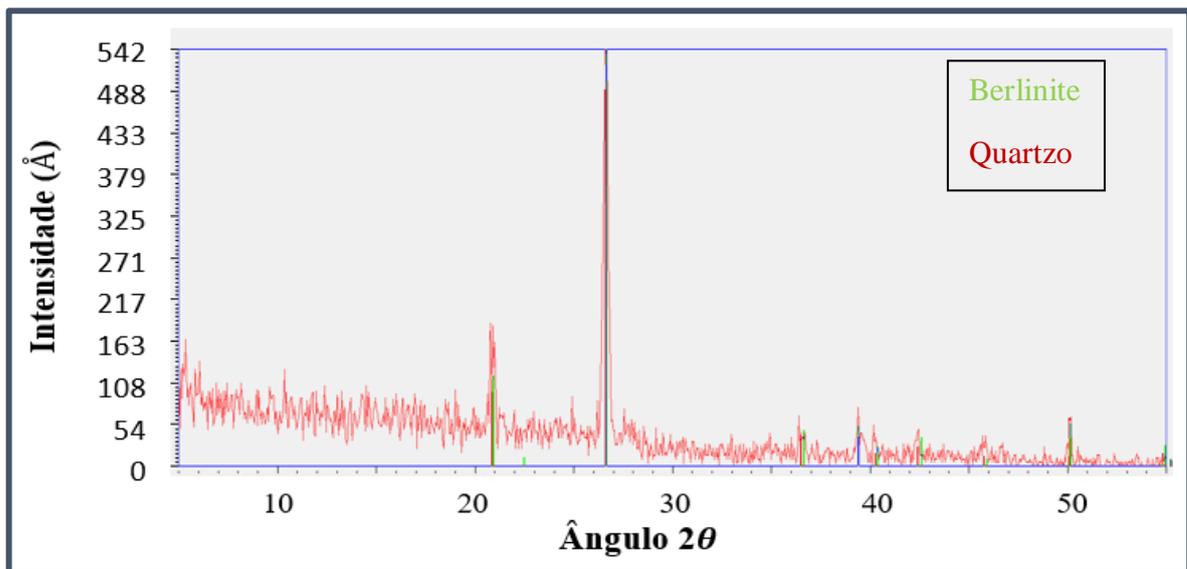


Figura 12: Intensidade de reflexão de raios x (Å), em função dos ângulos de incidência PV6.

4.2. Quantificação dos minerais ao longo dos pontos de amostragem

Os resultados obtidos através do DRX foram posteriormente lançadas no software X Powder onde foi possível quantificar os minerais presentes nos sedimentos. No PV1 foram obtidos 44% de Mangan-ne valor este correspondente ao máximo de concentração seguindo o Hummerite com 35% e por fim Berlinite com 6% e foi possível detectar 15% de substâncias amorfas correspondente a porção de material sem estrutura cristalina (parte residual). Conforme ilustrado na figura.

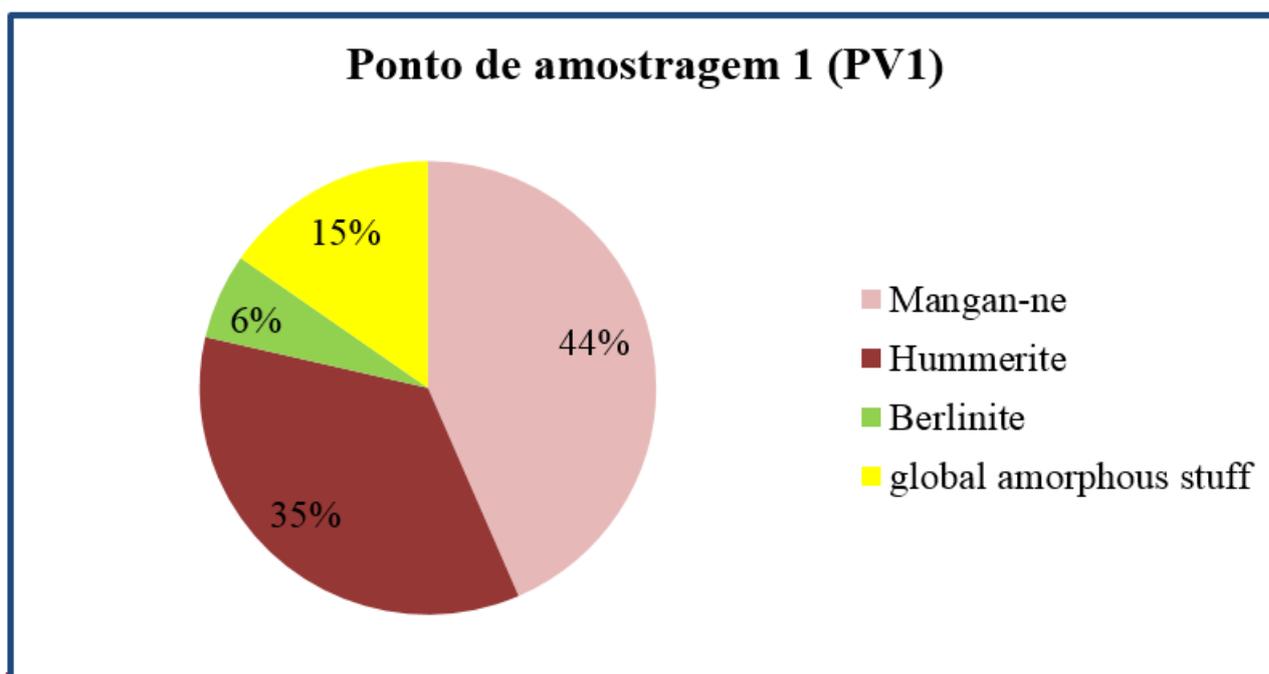


Figura 13: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.

No PV2 foram obtidos 33% de Berlinite valor este correspondente ao máximo de concentração seguindo o Quartzo com 32% em terceiro Caulinite com 16% e por fim Andersonite com 7% e foi possível detectar 12% de substâncias amorfas correspondente a porção de material sem estrutura cristalina (parte residual). Conforme ilustrado na figura.

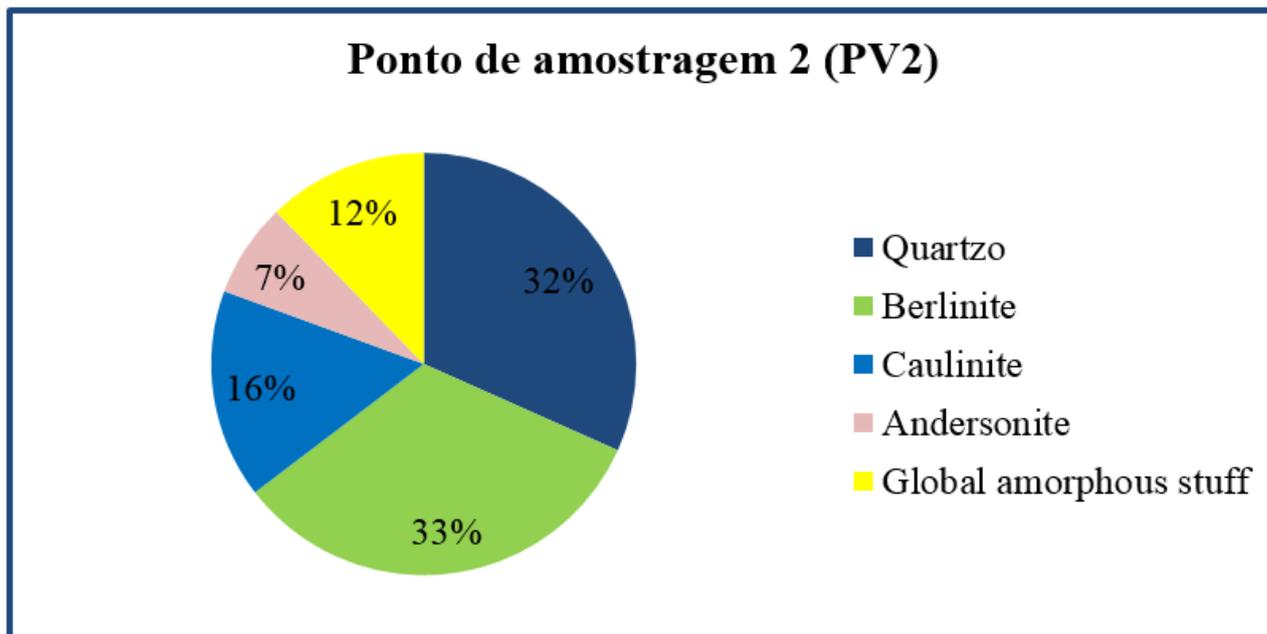


Figura 14: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.

No PV3 foram obtidos 43% de Berlinite valor este correspondente ao máximo de concentração seguindo o Quartzo com 40% e por fim Roubaultite com 2% e foi possível detectar 15% de substâncias amorfas correspondente a porção de material sem estrutura cristalina (parte residual). Conforme ilustrado na figura

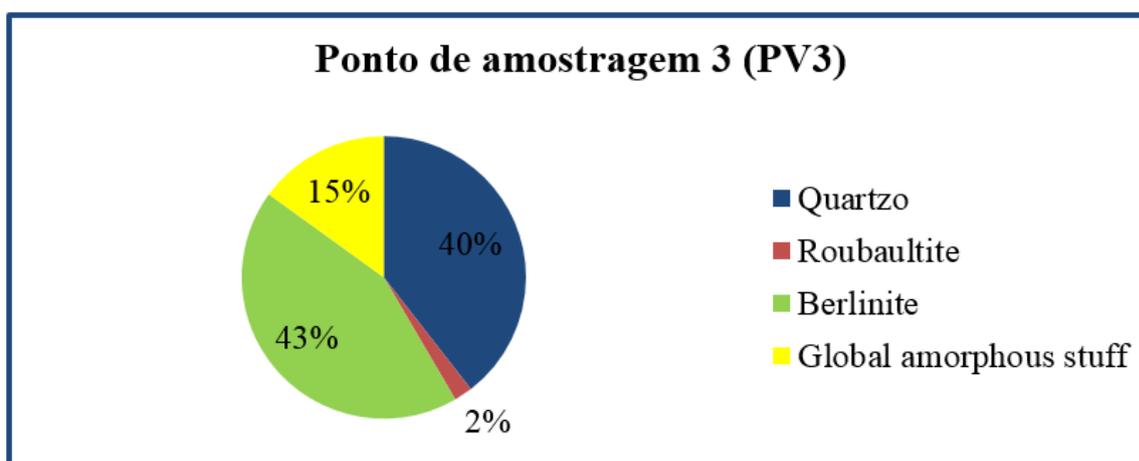


Figura 15: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.

No PV4 foram obtidos 81% de Berlinite valor este correspondente ao máximo de concentração e foi possível detectar 19% de substâncias amorfas correspondente a porção de material sem estrutura cristalina (parte residual). Conforme ilustrado na figura

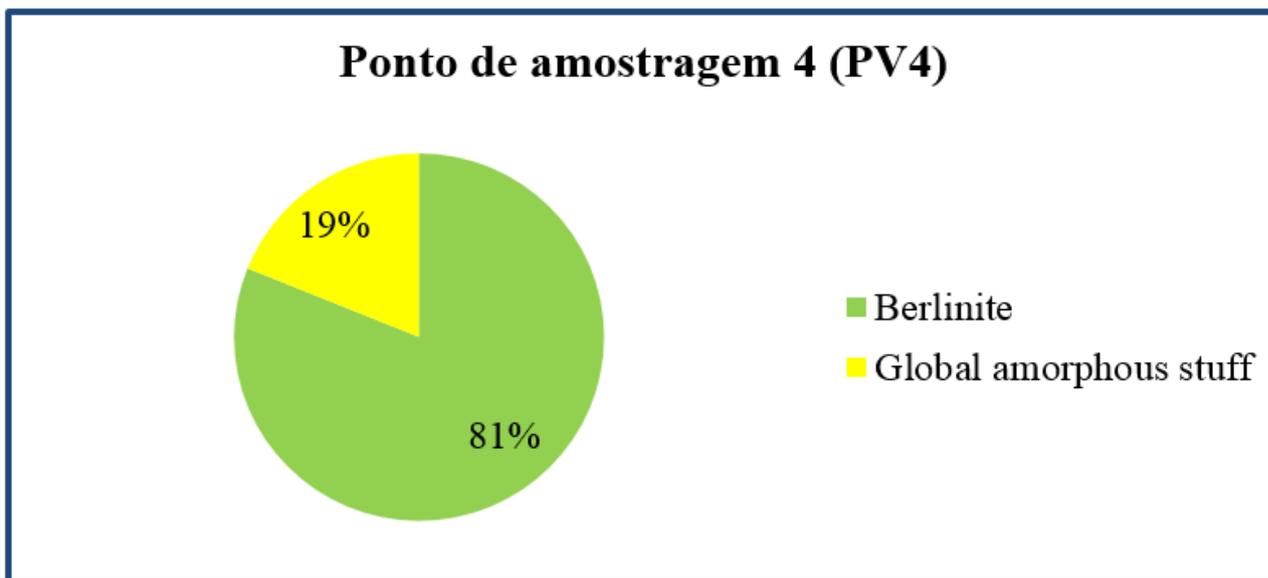


Figura 16: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.

No PV5 foram obtidos 43% de Berlinite valor este correspondente ao máximo de concentração e por fim o Quartzo com 42% e foi possível detectar 15% de substâncias amorfas correspondente a porção de material sem estrutura cristalina (parte residual). Conforme ilustrado na figura.

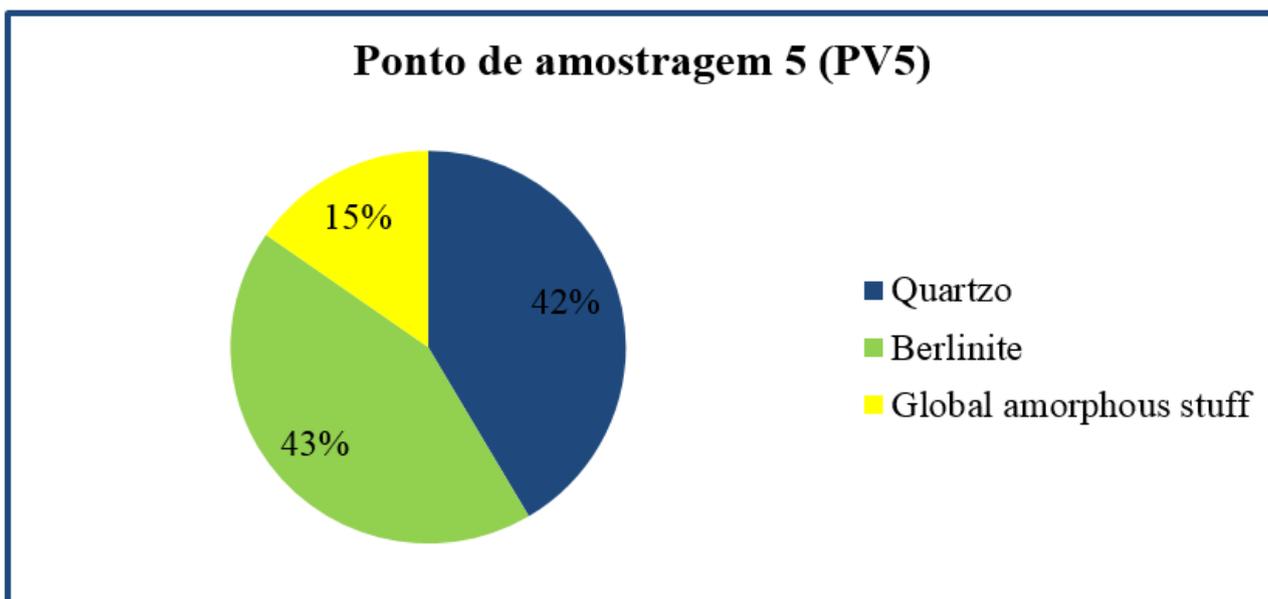


Figura 17: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.

No PV6 foram obtidos 42% de Berlinite valor este correspondente ao máximo de concentração e por fim o Quartzo com 41% e foi possível detectar 17% de substâncias amorfas correspondente a porção de material sem estrutura cristalina (parte residual). Conforme ilustrado na figura

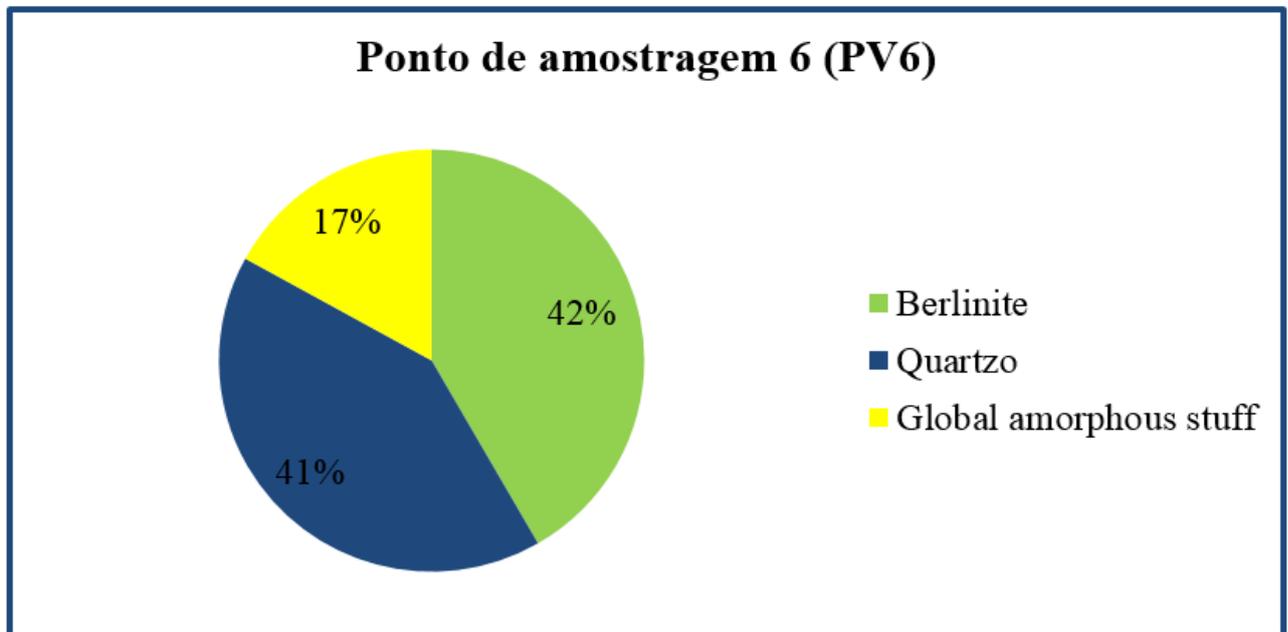


Figura 18: Minerais identificados e suas respectivas concentrações em percentagens.

5. Discussão

5.1. Minerais identificados nos sedimentos superficiais da praia da Costa de Sol

Durante a leitura e interpretação dos gráficos verificou-se que os picos de intensidades máximas apresentadas por Manganite, Quartzo e Berlinite, podem ser pelo facto de possuírem uma estrutura cristalina hexagonal e tamanhos de partículas muito grande, como foi confirmado por Berredo, et al. (2008) , Reis, Silva e Santos (2010) e Barros, Valença e Neto (2015) ao encontrar picos de intensidades máximas de Quartzo.

Roubaulite, Hummerite, e Andersonite apresentaram valores de intensidade baixos nas amostras identificadas, o facto de esses minerais apresentarem menor intensidade nos gráficos pode estar ligado ao tipo de transporte que os sedimentos sofreram, no caso dos sedimentos terem sofrido um rápido transporte e pouca influencia do intemperismo

5.2. Determinação das concentrações dos minerais nos sedimentos superficiais da Costa de Sol

O Berlinite e o Quartzo foram os minerais que mais se destacaram, apresentando maiores percentagens. De acordo com (Dana, 1892). Para ambos podem estar relacionadas com a sua ocorrência na natureza e com as suas características aliado ao facto do Quartzo ser o mineral mais resistente ao intemperismo e por ser um ambiente de praia.

O Berlinite é um mineral hidrotermal fosfatado formado em meio marinho. Estes resultados estão em concordância com os obtidos por (Ojwando 2014) que constataram o aumento de minerais ricos em Alumínio e Fósforo em direcção ao mar e que além de verificar condições favoráveis a retenção e formação de Berlinite, também verificou percentagens altas deste mineral.

Caulinita foi o mineral que foi reflectido em apenas uma amostra onde apresentou picos de intensidade alta na amostra 2 e menor percentagem, isso pode estar associado ao facto de caulinita ser um argilomineral composto por alumínio, silício, oxigénio e hidroxila, e a sua formação se dá, preferencialmente, em ambientes muito diluídos, com muita lixiviação ou presença de ácidos orgânicos, CO₂, provenientes de compostos ricos em matéria orgânica (Dixon, 1989).

O Roubaulita por sua vez é o menos abundante e foi refletido em apenas uma amostra esse mineral, é pesado com densidade de 5.01. É de salientar ainda que a escassez desse mineral pode ser a razão principal da sua menor abundância e a sua maior densidade faz com que necessite de uma maior hidrodinamica para o seu transporte e distribuição. A baixa quantidade de Roubaultite nos

sedimentos superficiais da praia da Costa de Sol pode ser pelo facto de Roubaultite conter cobre (Cu) na sua composição, e uma vez que o cobre é raramente encontrado na natureza, este mineral é igualmente raro, conforme justifica (Ribeiro, 2001)

Humerite e Andersonite apresentaram valores extremamente baixos nos gráficos da intensidade assim como nas concentrações, isso pode se associar ao facto de serem minerais raros.

6. Conclusão e Recomendações

6.1. Conclusão

Com base na leitura e interpretação dos resultados obtidos, obteve-se as seguintes conclusões:

- Os sedimentos superficiais da Costa de Sol são constituídos por sete (7) fases de minerais: Mannganite, Humerite, Andersonite, Roubaulite, Caulinite, Berlinite e Quartzo.
- O Berlinite e Quartzo são os minerais mais comuns nos sedimentos superficiais da Costa de Sol;
- O Roubalite é o mineral menos abundante na região.

6.2. Recomendações

Para os próximos trabalhos recomenda-se que:

- Se faça estudos sobre as fontes e a distribuição dos minerais na Costa de Sol
- Que utilizem outros métodos para a colheita de sedimentos e para a identificação dos minerais.

7. Bibliografia

- ✓ Addad, J. E. (2010). *Minerais Pesados: Uma Ferramenta para Prospeccão, Proveniencia, Paleogeografia e análise ambiental* (2 ed ed.). São Paulo, Brasil: Edição Independente.
- ✓ Antonio, F. L. (2019). *Indentificacao dos minerais presentes no rio buzi*. sofala.
- ✓ Barros, L. C., Valença, M. L., & Neto, A. J. (2015). *Composição Mineralógica da Fracção Argilosa nos Superficiais de Fundo da Região Estuarina do Complexo Industrial e Portuário de Suape (Pe)*. Suape.
- ✓ Berredo, F. J., Costa, L. M., Vihena, D. M., & Santos, T. J. (2008). *Mineralogia e Geoquímica de Sedimentos de Manguezais da Costa Amazônica: O Exemplo do Estuário do Rio Marapanim (Pará)*. Brasil.
- ✓ Carson, R. (2002). *Marine Sediments - Formation and Distribution*.
- ✓ Cascalho, J., Taborda, R., Rodrigues, A., Oliveira, A., Pombo, J., Fradique, C., et al. (2006). Os Minerais pesados como indicadores dos processos sedimentares – alguns exemplos da plataforma continental portuguesa. *Congresso Nacional de Geologia*. Portugal: Sociedade Geologica.
- ✓ Chichava, S. (2017). *Estudo de minerais presentes nos sedimentos superficiais do fundo do estuário dos Bons Sinais na zona das Gazelas*. Quelimane.
- ✓ Correia, R. V. (2010). *Mineralogia e Geoquímica de sedimentos estuarinos das ribeiras de odelouca e boina*. Algarve, portugal.
- ✓ Cossa, N. A. (2018). *ESTUDO DAS TENDÊNCIAS GRANULOMÉTRICAS NA PRAIA DE COSTA DO SOL*.
- ✓ Dana, E. S. (1892). *Dana's system of mineralogy* (6 ed ed.). New York.
- ✓ Dedavid, B. A., Gomes, I. C., & Machado, G. (2007). *Microscopia Electrónica de Varredura, Aplicações e Preparação das Amostras*. Porto Alegre, Brasil.
- ✓ Dias, J. A. (2004). *A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos (Uma introdução à Oceanografia Geológica)*. Universidade do Algarve Faro.
- ✓ Dixon, J. B. (1989). *Minerals in soil environments*. Madison: Soil science society of America.

- ✓ Klein, C., & Dutrow, B. (2012). *Manual de Ciência dos Minerais*. Universidade do Novo México e Universidade do Estado de Luisiana, EUA.
- ✓ Komar, D. P. (1977). Selective longshore transport rates of different grain-size fractions within a beach. *Journal of Sedimentary Petrology*.
- ✓ Langa, J. V. (2007). *Problema na zona costeira de Moçambique com ênfase para a costa de Maputo*. Moçambique.
- ✓ Ieli, T., Nobrega, T. M., & Stevaux, C. J. (2010). *Produção e Transporte da Carga Suspensa Fluvial: Teoria e Método para Rios de Médio Porte*. Maringá.
- ✓ Luz, P. S. (2012). *Uma Revisão Sintética Sobre Minerais, o Processamento Mineral e Mineralogia Aplicada*. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.
- ✓ Mange, M. A., & Wright, D. T. (2007). *Heavy Minerals in Use*. Elsevier .
- ✓ Mariniceia, S., & Dumitras, D. G. (2005). *First reported sedimentary occurrence of berlinite (AlPO₄) in phosphate-bearing sediments from Cioclovina Cave, Romania*. Geological Institute of Romania, Bucharest: Romania.
- ✓ Massique, M. d. (2019). *Identificação dos minerais existentes na superfície dos sedimentos da região de gazelas, estuário bons sinais*. Quelimane.
- ✓ Morton, A. C., & Hallsworth, C. R. (1999). Processes Controlling the Composition of Heavy Mineral Assemblages in Sandstones. *ELSEVIER* .
- ✓ Neumann, R., Scheneider, Cláudio, L., & Neto, A. (2002). *Caracterização Tecnológica de Minérios, Tratamento de Minérios*. Rio de Janeiro, Brasil.
- ✓ Ojwando, O. W. (2014). *Monitoring of phosphorous fractions – Understanding the hydrogeochemical processes governing mobilization and transfer of phosphorous in an agricultural watershed in north-eastern China*. China.
- ✓ Ojwando, W. O. (2014). *Monitoring of phosphorous fractions – Understanding the hydrogeochemical processes governing mobilization and transfer of phosphorous in an agricultural watershed in north-eastern China*. China.
- ✓ Palache, C., Berman, H., & Frondel, C. (1951). *Dana's system of mineralogy* (7 ed ed.).

- ✓ Palma, S. L. (2000). *GEOLOGIA E GEOFÍSICA NA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS MARINHOS*.
- ✓ Peroni, R. M. (2013). *Mineralogia - Estudo dos Minerais*. Universidade do Rio Grande do Sul.
- ✓ Porphirio, N. H., Barbosa, M. I., & Bertolino, L. C. (2010). *Caracterização Mineralógica de Minérios. Tratamento de Minérios (5 ed ed.)*. Rio de Janeiro, Brasil.
- ✓ Reis, N. D., Silva, M. F., & Santos, F. V. (2010). *Aspectos Sedimentológicos do Estuário do Rio Sucurijú Amapá (AP)*. Universidade Federal de Pará,, Pará.
- ✓ Ribeiro, R. M. (2001). *Características morfológicas dos horizontes coesos dos solos dos Tabuleiros Costeiros. . Aracaju*.
- ✓ Silva, C. G. (2001). Pláceres Marinhos. *Revista Brasileira de Geofísica*. 18, 327 - 336.
- ✓ Siteo, B. A. (2018). *Identificação dos Minerais Presentes em Sedimentos da Praia de Zalala-Quelimane. Zambézia*.
- ✓ Valadão, G. E., & Araujo, A. C. (2007). *Introdução ao Tratamento de Minérios*. UFMG, Belo Horizonte.