

MUSSA IUSSUFO MUHAMAD RAJA

**A GEOARQUEOLOGIA DA JAZIDA DA IDADE DA
PEDRA SUPERIOR DE TXINA-TXINA, MASSINGIR,
MOÇAMBIQUE**



2020

MUSSA IUSSUFO MUHAMAD RAJA

**A GEOARQUEOLOGIA DA JAZIDA DA IDADE DA
PEDRA SUPERIOR DE TXINA-TXINA, MASSINGIR,
MOÇAMBIQUE**

**Doutoramento em Arqueologia
Trabalho efetuado sob a orientação de:**

Prof. Doutor Nuno Gonçalo Viana Pereira Ferreira Bicho
(Universidade do Algarve, Portugal)

Dra. Ana Gomes (Universidade do Algarve, Portugal)

Prof. Doutor Mussa Achimo (Universidade Eduardo
Mondlane, Moçambique)



2020

*A Geoarqueologia da Jazida da Idade da Pedra Superior de
Txina-Txina, Massingir, Moçambique*

DECLARAÇÃO DE AUTORIA DO TRABALHO

*Declaro ser o autor deste trabalho, que é original e inédito.
Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados
no texto e constam da listagem de referências incluída.*

Copyright © Mussa Iussufo Muhamad Raja.

A Universidade do Algarve reserva para si o direito, em conformidade com o disposto no Código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos, de arquivar, reproduzir e publicar a obra, independentemente do meio utilizado, bem como de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição para fins meramente educacionais ou de investigação e não comerciais, conquanto seja dado o devido crédito ao autor e editor respetivos

O que nos parece ser a história da natureza é apenas a história muito incompleta de um instante. (Denis Diderot)

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à duas mulheres que dão vida o meu sentido de estar e ser, a minha mãe, **Mariato Suleimana**, que na grandeza do seu coração e inteligência enfrentou todos os desafios e me ensinou a compreender os sentidos e as cores das coisas. A outra borboleta merecedora de dedicatória é, a **Mariam Mussa Raja**, a minha filha que, desde os prenúncios até à sua realização desta aventura, sentiu a falta de um pai presente. Espero que esta Dissertação seja o motivo que lhe leve à acreditar que, todo o bem, requer sacrifício e todo o sacrifício deve existir o sacrificado. Esta Dissertação é mais dessas duas mulheres que minha. A mulher africana batalhadora em todos os ângulos da vida.*

AGRADECIMENTOS

Diga-se de passagem que, não se escreve uma dissertação sem que se criem atritos, excessos, zelos, manias e taras. Ademais, que se diga na mesma, não é fácil escrever uma dissertação de doutoramento sem que se tenha uma gama de contribuições de diversas ordens e de proveniências diferentes. No caso vertente desta, foram muitos que contribuíram para sua execução e efetivação e, é de praxe agradecer à todos e todas, sem reserva alguma. É de sublinhar que esta empreitada foi possível com a Graça e Louvor de Deus, o Supremo que me deu a vida em todos os sentidos.

O meu primeiro agradecimento vai para o Prof. Nuno Bicho, que pronta e amavelmente aceitou o desafio de orientador e que desde cedo e inteligentemente abriu as mãos de apoio para o desenvolvimento académico-científico de moçambicanos. Agradeço todo apoio científico e emocional que me deu ao longo deste percurso. Prof. Nuno Bicho foi o mentor da minha ida/vinda à Portugal, sempre soube lidar com todos os momentos da minha vida estudantil e de investigador, dando-me todo tipo de apoio sempre que precisei. Pelo tamanho e dimensão de apoio que este deu até à data que escrevo os agradecimentos, nesta Dissertação, não terei espaço suficiente para o agradecer, pelo que reservo o meu coração um espaço especial para ele. Muito obrigado.

Esta Dissertação é fruto de uma investigação arqueológica que teve apoio da Fundação para Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal através da bolsa de investigação do projeto Vilanculos na Idade de Pedra - VIP (ref. PTDC/EPH-ARQ/4168/2014) coordenado pelo Prof. Jonathan Haws, sem a qual teria sido impossível levar a bom porto esta missão. Meu muito obrigado.

De igual forma, estendo os meus agradecimentos ao projeto InMoz (ref. PTDC/HAR-ARQ/ 28148/2017), financiado pela FCT e coordenado pela Dra. Ana Gomes, pelo apoio no trabalho de campo em Moçambique e de todas as atividades inerentes à investigação, análise laboratorial e participação em Conferências. Muito obrigado

Agradeço à incansável Dra Ana Gomes, primeiro por ter aceitado ser orientadora desta Dissertação e segundo por ter dado todo o apoio científico e financeiro sempre que precisei. Confesso que, grande parte desta Dissertação, a Dra Ana Gomes foi a protagonista, à quem sempre estarei em dívida e à quem agradeço sinceramente pela confiança que depositou em

mim e pelo apoio emocional que sempre deu quando precisei, mas, acima de tudo, pela sua inesgotável paciência em explicar-me os pormenores da matéria de Geologia, Sedimentologia, análise laboratorial de sedimentos e interpretação dos dados obtidos nas análises. Ainda vai o meu o meu muito obrigado por tudo quanto me ensinou, pela ajuda nos trabalhos de campo, pelos conselhos e pela abertura nas discussões de ideias.

Ao Prof. Mussa Achimo vão os meus agradecimentos por ter aceitado a orientação desta Dissertação, mas também, pela sua abertura na explicação sobre a análise de sedimentos.

À Profra. Delminda Moura, não só pelo incentivo para continuar com a temática da Geoarqueologia no Doutoramento, como também pelo apoio incondicional em termos emocionais e científico. Com ela tomei conhecimento do mundo dos sedimentos e da multiplicidade de interpretações que sobre eles têm emergido. Devo-lhe muitos agradecimentos.

Ao Prof. Jonathan Haws, vão os meus sinceros e profundos agradecimentos pelas oportunidades de trabalho de campo e pelo apoio financeiro e material que sempre soube providenciar-me sempre que precisei. Serei sempre grato.

Os meus agradecimentos dirigem-se aos meus colegas de turma de Doutoramento, a destacar, Eduardo Paixão, Frederico Tatá e Lino André que sempre estiveram em plantão para arcar uma discussão sobre os tópicos de ciência arqueológica. Vão os meus profundos agradecimentos.

Ao Pedro Horta, vai um agradecimento por ter estado ao meu lado sempre que precisei de um ombro amigo. Agradeço pelo apoio material e emocional e pela as trocas de ideias científicas que sempre tivemos nos nossos habituais café alvariano (do Álvaro). Vai, aqui, um fraterno viva!

Ainda, vão os meus agradecimentos à Patrícia Monteiro, Milena Carvalho, Roxane Matias, Brandon Zinsious, e Elena Skosey-Lalonde pela partilha de ideias ao longo de todo o percurso formativo e de trabalho de campo, sobretudo na disponibilidade destes em providenciar materiais gráficos e em apoiar na análise de material arqueológico. Meu muito obrigado.

Não poderei esquecer de agradecer à todos e todas colegas do ICArEHB que sempre souberam interagir comigo e me apoiar quando precisei sobretudo nas ideias científicas e na matéria bibliográfica, João Cascalheira, João Marreiro, Telmo Pereira, Célia Gonçalves, Vera Aldeias e Cláudia Costa.

À Margarida Ramires, pelo todo tipo de apoio que me deu no laboratório de sedimentologia da UAlg, vão os meus agradecimentos.

Aos professores de Doutoramento em Arqueologia, pelos seus ensinamentos, críticas e sugestões, carrego comigo inesquecível reportório de agradecimento e reconhecimento.

Agradeço também aos amigos Aldric Negrier, Muhammad Sudan, e Youssef El Amin. A eles tenho dívida, reconhecendo-lhes, acima de tudo, as horas de partilha de angústias, de sucessos bem como o apoio moral.

Ao Arlindo Macheque e demais colaboradores do trabalho de campo em Massingir, Moçambique vão os meus profundos agradecimentos pelo apoio na assistência das atividades de investigação arqueológica em Massingir.

Ao Governo do Distrito de Massingir e Direcção do Parque Nacional do Limpopo que sempre se dispuseram à apoiar nas atividades de investigação arqueológica ao longo do Distrito de Massingir, vão os meus profundos agradecimentos.

Aos colegas do Departamento de Arqueologia e Antropologia da Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique, em especial ao Prof. Dr. Hilário Madiquida, vai o meu agradecimento pelo apoio que sempre deu quando precisei para arcar as mangas e trabalhar para esta Dissertação.

À minha esposa, Leila Dêa Júlio Namarroi, os nossos caminhos cruzaram-se a meio desta aventura, muito tenho a agradecer-te pela paciência, amor e sentimentos que partilhamos.

À minha filha, a Mariam Mussa Raja, merecedora à dedicatória, por teres compreendido que o pai está a estudar. Agradeço-te pelo teu jeito de ensinar ao pai que deve sempre ir para frente, mas com os olhos virados para os cantos da vida.

Por último, mas sempre em primeiro lugar, agradeço aos meus *pais* pelo apoio, compreensão, conselhos e ajuda dada ao longo deste percurso. Sem a vossa força motivadora, não teria conseguido!

A todos, e em especial aos injustamente não mencionados aqui na Dissertação, expresso aqui o meu sentido de agradecimento.

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

RESUMO

As alterações paleoambientais ocorridas durante o Último Máximo Glacial com mais destaque na África Austral terão favorecido um conjunto de mudanças bioculturais e por conseguinte ocupações de espaços. É neste sentido que o presente trabalho, sob perspectiva geoarqueológica, apresenta os resultados de um estudo sobre as alterações paleoambientais e formação do sítio arqueológico de Txina-Txina, Massingir, Moçambique durante a Idade da Pedra Superior. Estudos anteriores e de caráter regional sustentam a hipótese de que Moçambique é um corredor biocultural, por ser um país que se localiza entre duas regiões onde foram descobertos restos fósseis dos humanos anatomicamente modernos associados à um conjunto de materiais artefatuais.

Para testar a hipótese supra mencionada, o trabalho centrou a atenção em uso de indicadores sedimentológicos, geoquímicos e arqueológicos, para compreender a história do processo de formação do sítio de Txina-Txina. Este estudo contribui ainda para o aumento do conhecimento sobre as alterações paleoambientais ocorridas nesta área e os seus impactos sobre a evolução do comportamento dos humanos anatomicamente modernos.

Concluiu-se, através das análises dos indicadores geoarqueológicos, que o sítio de Txina-Txina, apresenta depósitos fluviais na sua base que foram cobertos principalmente por depósitos coluviais (intercalados por alguns depósitos fluviais) que contêm horizontes arqueológicos datados desde há ca. de 32 000 anos. Assim, verificou-se que este sítio foi ocupado tanto em períodos quentes e húmidos como em frios e secos. As evidências arqueológicas mostram que os humanos anatomicamente modernos que habitaram Txina-Txina se adaptaram a esses ambientes explorando os ecossistemas terrestres e fluviais, evidenciando, assim, resiliência às alterações paleoambientais.

Palavras-chave:

Geoarqueologia; Idade da Pedra Superior; Formação de Sítio Arqueológico; Alterações Paleoambientais

ABSTRACT

The paleoenvironmental changes that occurred during the Last Glacial Maximum with more prominence in Southern Africa avoured a set of biocultural changes and therefore occupations of spaces. The present work, from a geoarchaeological perspective, presents the results of a study on paleoenvironmental changes and formation of the archaeological site of Txina-Txina, Massingir, Mozambique during Late Stone Age. Previous regional studies support the hypothesis that Mozambique is a biocultural corridor, as it is a country located between two regions where fossil remains of anatomically modern humans were discoveries in association with a set of artifactual materials.

To test the above mentioned hypothesis, the work focused attention on the use of sedimentological, geochemical and archaeological, proxies, in order to understand the history Txina-Txina site formation process. This study will also contribute to the increase of knowledge about the paleoenvironmental changes occurred in this area and their impacts on the evolution anatomicaly modern humans behaviour.

It was concluded,through the analysis of geoarchaeological proxies, that Txina-Txina site presents fluvial deposits in its base that were mainly covered by colluvial deposits (interspersed by some fluvial deposits) that contain archaeological horizons dated since ca. 32 000 years ago. Thus the site was occupied both in warm and wet, and cold and arid periodsArchaeological evidence shows that the anatomically modern humans who inhabited Txina-Txina adapted to these environments exploring both terrestrial and fluvial ecosystems, thus showing resilience to paleoenvironmental changes.

Key words:

Geoarcheology; Late Stone Age; Archaeological Site Formation; Paleoenvironmental Changes

INDICE

DEDICATÓRIA.....	i
AGRADECIMENTOS.....	iii
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
INDICE	xi
INDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABELAS	xxi
CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Do princípio de tudo ou do nada à definição do objeto de estudo.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo Geral	3
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. Enquadramento teórico.....	4
1.4. Conceitos chave do trabalho.....	5
1.4.1. Geoarqueologia	6
1.4.2. Processos de Formação de Registo Arqueológico	7
1.4.3. Assentamento dos humanos anatomicamente modernos	7
1.4.4. Idade da Pedra	9
CAPÍTULO 2. GEOARQUEOLOGIA.....	11
2.1. Geoarqueologia: historiografia e percursos.....	11
2.2. Geoarqueologia e a Idade da Pedra em Moçambique	13
CAPÍTULO 3. ÁREA DE ESTUDO	19
3.1. Localização Geográfica de Moçambique	19
3.2. Localização Geográfica de Massingir	19
3.3. Geomorfologia e Hidrografia de Massingir.....	21
3.4. Clima de Massingir.....	25
3.5. O Sítio de Txina-Txina	26
CAPÍTULO 4. MÉTODOS.....	29
4.1. Trabalho de campo	29
4.1.1. Escolha de locais para sondagens arqueológicas e o corte geológico.....	29
4.1.2. Levantamento topográfico da área de estudo	30
4.1.3. Recolha de materiais arqueológicos e de sedimentos	31
4.2. Trabalho de laboratório	33

4.2.1.	Análise granulométrica	34
4.2.2.	Análise geoquímica de sedimentos	38
4.2.3.	Determinação da cronologia do sítio.....	38
4.2.4.	Análise de material arqueológico	39
4.2.5.	Análise de material orgânico de natureza arqueológica.....	40
4.3.	Análise estatística multivariada	41
4.3.1.	Parâmetros estatísticos granulométricos	41
4.3.2.	Parâmetros estatísticos geoquímicos	43
4.3.3.	Análise dos Componentes Principais (PCA).....	44
4.3.4.	Análises de agrupamento de elementos químicos (Cluster).....	45
CAPÍTULO 5. RESULTADOS: GRANULOMETRIA E GEOQUÍMICA		47
5.1.	Granulometria e morfometria dos sedimentos.....	47
5.1.1.	Composição textural e a média granulométrica	47
5.1.2.	Calibração, Assimetria e Curtose	50
5.2.	Os rácios geoquímicos das sondagens	55
5.2.1.	Sondagem AA88	55
5.2.2.	Sondagem X108	60
5.2.3.	Sondagem P70.....	64
5.2.4.	Perfil TT2	68
5.3.	Análise da Matéria Orgânica (MO)	74
5.4.	Análise de Componentes Principais: Elementos químicos.....	75
5.4.1.	Sondagem AA88	75
5.4.2.	Sondagem X108	78
5.4.3.	Sondagem P70.....	79
5.5.	Análises de agrupamento de amostras com base na composição química	83
5.5.1.	Sondagem AA88	83
5.5.2.	Sondagem X108	87
5.5.3.	Sondagem P70.....	89
5.5.4.	Perfil TT2	92
5.6.	Estratigrafia	96
5.6.1.	Sondagem AA88	96
5.6.2.	Sondagem X108	97
5.6.3.	Sondagem P70.....	98
5.6.4.	Perfil TT2	99
5.7.	Correlações das unidades estratigráficas com base nos indicadores sedimentológicos, geoquímicos e a cronologia	102
CAPÍTULO 6. INTEGRAÇÃO GEOARQUEOLÓGICA		107

6.1.	Os vestígios arqueológicos das sondagens de Txina-Txina	107
6.1.1.	Sondagem AA88	109
6.1.2.	Sondagem X108	115
6.1.3.	Sondagem P70.....	120
6.2.	Integração das unidades geoarqueológica por sondagem.....	123
6.2.1.	Sondagem AA88	123
6.2.2.	Sondagem X108	125
6.2.3.	Sondagem P70.....	127
6.3.	Resumo da integração Geoarqueológica	128
CAPÍTULO 7. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO		133
7.1.	A interpretação do ambiente de deposição sedimentar do sítio de Txina-Txina.....	133
7.2.	A ocupação de Txina-Txina durante a Idade da Pedra Superior	136
7.3.	Conclusão	139
8.	BIBLIOGRAFIA	141
9.	APÊNDICES.....	159

INDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

FIGURA 3.1. Localização de Moçambique e da Província de Gaza: (A) mapa de África - com a demarcação dos países africanos e Moçambique está demarcado a vermelho; (B) mapa de Moçambique com demarcação das províncias em diferentes cores (a província de Gaza, onde decorre este estudo está demarcada a vermelho). Elaborado com base em shapefile obtidas em Hijmans (s.d.). 20

FIGURA 3.2. Mapa da região Sul de Moçambique, onde se localiza a província de Gaza. A província de Gaza apresenta os distritos com diferentes cores. O Distrito de Massingir está tracejado num retângulo e representado com a cor vermelho carregado. Txina-Txina é representado por um círculo. Elaborado com base em shapefile obtidas em Hijmans (s.d.)... 21

FIGURA 3.3. Mapa hipsométrico e hidrográfico de Moçambique. Elaborado com base em shapefile obtidas em Hijmans (s.d.). 22

FIGURA 3.4. Mapa Geológico da área de Massingir. A área de estudo é apresentada um círculo com designação Txina-Txina (elaborado com base em Consórcio GTK para Cartografia Geológica, 2006). 24

FIGURA 3.5. Mapa modelo Köppen do tipo de clima de Moçambique. Quente árido quente em verde-claro (BWh); semiárido quente em amarelo carregado (BSh); subtropical húmido em verde-claro (Cwa); oceânico em verde carregado (Cwb); e savana tropical em azul (Aw) (WIKIWAND, s.d.). 26

FIGURA 3.6. Vista geral de Txina-Txina, com o rio Machampane à direita (Foto cedida por Nuno Bicho 26

FIGURA 3.7. Vista geral da área de estudo - Txina-Txina. Da esquerda para a direita: a imagem A representa a vista da área de estudo, onde se observa a junção das ribeiras Chifati com a Machampane; a imagem B representa a vista geral do sítio onde foram abertas três sondagens arqueológicas (AA88, X108, P70) e um perfil geológico (TT2); ea imagem C é a vista geral da área de estudo, a partir da ribeira Machampane (Fotos cedidas por Brandon Zinsious). 27

FIGURA 3.8. A modelação em 3D da área de estudo, mostrando a vista geral, com os locais onde foram levantados os pontos com elementos arqueológicos (Imagem cedida por Brandon Zinsious). 28

CAPÍTULO 4

FIGURA 4.1. Levantamento topográfico pelo João Cascalheira em 2017 na sondagem P70 (Foto cedida pela Ana Gomes) 31

FIGURA 4.2. O processo de coleta de sedimentos na sondagem P70.....	32
FIGURA 4.3. Exemplo de folha de etiquetas.....	32
FIGURA 4.4. Exemplo de uma ficha de trabalho de campo para levantamento das amostras de sedimentos.....	33
FIGURA 4.5. Copo de vidro de 600 ml com sedimento no processo de remoção de MO (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018).....	34
FIGURA 4.6. O sedimento no processo de remoção de MO na placa de aquecimento, equipamento que serve para acelerar o processo de oxidação de MO (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018).....	34
FIGURA 4.7. Estufa, o sedimento no processo de secagem na estufa, temperatura de 80°C (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018).....	35
FIGURA 4.8. O presente autor na imagem mostrando a coluna de peneiros no agitador eletrónico, equipamento utilizado no Laboratório Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018).....	36
FIGURA 4.9. Pesagem das diferentes frações de sedimento. (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018).....	37
FIGURA 4.10. A folha de registo de dados granulo-métricos, disponível no Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018).....	37
FIGURA 4.11. A visualização do aspeto geral de GRADISTAT.....	41
FIGURA 4.12. A visualização do aspeto de Software C2.....	44
FIGURA 4.13. A visualização do aspeto de aplicativo PAST.....	45

CAPÍTULO 5

FIGURA 5.1. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem AA88, (direita), bem como da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda).....	58
FIGURA 5.2. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem AA88 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda).....	59

- FIGURA 5.3.** Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem X108 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)..... 62
- FIGURA 5.4.** Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem X108 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)..... 63
- FIGURA 5.5.** Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem P70 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)..... 66
- FIGURA 5.6.** Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem P70 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)..... 67
- FIGURA 5.7.** Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios do perfil TT2 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda) 72
- FIGURA 5.8.** Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios geoquímicos do perfil TT2 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)..... 73
- FIGURA 5.9.** Diagrama A resultante da ACP da sondagem AA88 Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos (cor de rosa) representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 – veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.1; JM = Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul. 77
- FIGURA 5.10.** Diagrama B resultante da ACP da sondagem AA88. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 3. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.1; JM = Jozini- Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul. 78
- FIGURA 5.11.** O diagrama, resultante da ACP da sondagem X108. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.2; JM = Jozini- Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul. 79
- FIGURA 5.12.** O diagrama, resultante da ACP da sondagem P70. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.3; JM = Jozini- Mbuluzi e

Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul..... 80

FIGURA 5.13. O Diagrama A, resultante da ACP da sondagem TT2. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 nas TABELAS 3.4 e 3.5; JM= Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul. 82

FIGURA 5.14. O diagrama B, resultante da ACP da sondagem TT2. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 nas TABELAS 3.4 e 3.5 JM Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul 83

FIGURA 5.15. Dendrograma obtido da análise de agrupamento de amostras da sondagem AA88 e grupos estabelecidos (elipses) em função das semelhanças das amostras quanto à sua composição química ao longo da profundidade. 86

FIGURA 5.16. Dendrograma obtido da análise de elementos químicos da sondagem X108 e distribuição dos grupos em função das semelhanças das amostras ao longo da profundidade 88

FIGURA 5.17. Dendrograma obtido da análise de elementos químicos da sondagem P70 e distribuição dos grupos em função das semelhanças das amostras ao longo da profundidade 91

FIGURA 5.18. Dendrograma obtido da análise de elementos químicos do perfil TT2 e distribuição dos grupos em função das semelhanças das amostras ao longo da profundidade. 95

FIGURA 5.19. Representação das unidades em estratigrafia por sondagens e elevação. Vista a partir do Vale do Chifati..... 104

FIGURA 5.20. Representação das unidades em estratigrafia por sondagens e elevação. Vista a partir do Vale do Machampane 105

CAPÍTULO 6

FIGURA 6.1. Lascas feitas em todas as matérias-primas, desde quartzo, quartzito, cristal de rocha, riólito grosso..... 107

FIGURA 6.2. Crescentes (a – e) e micro burís (f – g) de Txina-Txina – (Fonte: BICHO et al., 2018 - foto por João Cascalheira). 108

FIGURA 6.3. Núcleos radiais, feitos através das matérias-primas quartzo e quartzito (BICHO et al., 2018).....	108
FIGURA 6.4. Frequência de classes de material lítico na sondagem AA88.....	113
FIGURA 6.5. Frequência de classes de material lítico na sondagem X108.	118
FIGURA 6.6. Contas feitas em casca de ovo de avestruz de Txina-Txina (BICHO et al., 2018)	119
FIGURA 6.7. Frequência ao longo da sequência de classes de material lítico na sondagem P70	122

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 4

TABELA 4.1. Apresentação do número de amostras coletadas por sondagem/perfil 32

TABELA 4.2. Descrição do número de amostras de sedimento, códigos das amostras enviadas para o laboratório Actlab no Canadá em 2018 e código de preparação e análises efetuadas .. 38

TABELA 4.3. Indicadores geoquímicos para reconstrução paleoambiental, apresentados com base na fórmula e respetiva referência bibliográfica..... 39

TABELA 4.4. Tabela granulométrica de WENTWORTH (1922) (adaptado de DIAS, 1987).
..... 42

TABELA 4.5. Modelo classificativo de FOLK (1968) para os valores correspondentes ao grau de seleção (Adaptado de DIAS, 1987) 42

TABELA 4.6. Designações para os valores da assimetria propostos por FOLK (1957) (Adaptado DIAS, 1987) 43

TABELA 4.7. Modelo classificativo de FOLK (1968) para a designação de angulosidade da curva granu-lométrica (Adaptado Dias, 1987) 43

CAPÍTULO 5

TABELA 5.1. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos da sondagem AA88 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm) 48

TABELA 5.2. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos da sondagem X108 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm)..... 48

TABELA 5.3. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos da sondagem P70 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm)..... 49

TABELA 5.4. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos do perfil TT2 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm) 50

TABELA 5.5. Classificação das amostras de sedimentos da sondagem AA88, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) ver-sus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σI , a assimetria em $Sk1$ e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957) 52

TABELA 5.6. Classificação das amostras de sedimentos da sondagem X108, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) ver-sus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σI , a assimetria em $Sk1$ e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957)	53
TABELA 5.7. Classificação das amostras de sedimentos da sondagem P70, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) versus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σI , a assimetria em $Sk1$ e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957).....	53
TABELA 5.8. Classificação das amostras de sedimentos do perfil TT2, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) versus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σI , a assimetria em $Sk1$ e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957)	54
TABELA 5.9. Resultados da determinação do teor de Matéria Orgânica das amostras das sondagens (AA88, P70, X108) e do perfil TT2	75
TABELA 5.10. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 23 amostras e 16 elementos químicos).....	76
TABELA 5.11. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 13 amostras e 16 elementos químicos)	78
TABELA 5.12. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 16 amostras e 16 elementos químicos).....	80
TABELA 5.13. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 22 amostras e 16 elementos químicos)	81
TABELA 5.14. Apresentação dos níveis que foram datados por radiocarbono no sítio de Txina-Txina (Sondagens: X108 e AA88). O material datado e o código do laboratório correspondente a cada material, com iniciais WK. Também, no lado direito da tabela, encontra-se a datação em BP e Cal BC (Before Present - Antes do Presente).....	103

CAPÍTULO 6

TABELA 6.1. Distribuição das classes tipológicas do material lítico por sondagem AA88; X108 e P70	109
TABELA 6.2. Distribuição percentual dos materiais líticos ao longo das profundidades, sondagem AA88.....	110
TABELA 6.3. Apresentação de material orgânico na profundidade 180 da sondagem AA88	111
TABELA 6.4. Distribuição percentual da matéria-prima por profundidade na sondagem AA88	112
TABELA 6.5. Distribuição percentual dos materiais líticos ao longo das profundidades, sondagem X108.....	116

TABELA 6.6. Distribuição percentual da matéria-prima por profundidade na sondagem X108.	117
TABELA 6.7. Distribuição de material orgânico em função das profundidades, sondagem X108	120
TABELA 6.8. Distribuição percentual dos materiais líticos ao longo das profundidades, sondagem P70.	121
TABELA 6.9. Distribuição percentual da matéria-prima por profundidade na sondagem P70.	121
TABELA 6.10. Descrição das unidades geológicas com as respectivas características granulométricas sobre a frequência de material arqueológico.	124
TABELA 6.11. Descrição das unidades geológicas com as respectivas características granulométricas sobre a frequência de material arqueológico	125
TABELA 6.12. Descrição das unidades geológicas com as respectivas características granulométricas sobre a frequência de material arqueológico	127
TABELA 6.13. Integração Geoarqueológica, tendo como referência os indicadores cronológicos, características granulométricas, geoquímicas sobre as unidades estratigráficas versus unidades Geoarqueológicas. Também são apresentados os eventos geológicos correspondentes aos indicadores, nomeadamente agentes de transporte, fases climáticas e o tipo de depósito.....	130

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Do princípio de tudo ou do nada à definição do objeto de estudo

A presente dissertação visa, a partir de indicadores arqueológicos, sedimentológicos e geoquímicos, contribuir para o conhecimento sobre a formação de sítio arqueológico e as alterações paleoambientais na região da África Austral durante o Pleistocénico superior e o Holocénico.

Nesta dissertação, de pendor geoarqueológico, adota-se a definição de Geoarqueologia defendida pelos clássicos dessa área de conhecimento (*e.g.*, BUTZER, 1973, 1974; RENFREW, 1976; GLADFELTER, 1977), como sendo um subcampo da Arqueologia que implica o uso implícito e explícito dos métodos e conceitos das ciências da terra para fins arqueológicos.

A Geoarqueologia propõe apresentar os principais desdobramentos da Arqueologia, numa ampla perspetiva inter e multidisciplinar, tendo como alicerce a discussão de conceitos, teorias e métodos para melhor interpretar os fenómenos que se associem aos grupos humanos do passado. Além do mais, busca-se, a partir de informações geradas em estudos geoarqueológicos, construir um conhecimento analítico e um *corpus* teórico distinto, que contribua para estreitar uma linha de pensamento crítico sobre os processos naturais e socioculturais que originam a formação de um determinado registo arqueológico.

Dentro do campo da Geoarqueologia, a escassez de trabalhos de natureza paleoambiental dos depósitos arqueológicos e que adotem a integração dos três indicadores, resulta ainda mais chamativa no que diz respeito ao presente estudo, sendo este tipo de estudo praticamente inexistente em Moçambique, em geral, e em Massingir, em particular. É nessa esteira de pensamento que o presente autor orienta o seu trabalho, com base nas variadas técnicas de análise de sedimentos em contexto arqueológico para compreender a história de ocupação humana do sítio e os eventos associados. O estudo enquadra a sua escala temporal no período da Idade da Pedra Superior, correspondendo neste caso em particular aos últimos cerca de 35 mil anos. Este período, no continente africano, registou grandes mudanças bioculturais, devido, entre outras variáveis, às alterações climáticas ocorridas durante o UMG (Último Máximo Glacial) que influenciaram a dispersão e o assentamento da nossa espécie em todo o mundo.

A proposta deste estudo, sob um prisma mais geral, foi motivada pelo interesse em procurar entender como o sítio se formou e quais os processos associados à sua formação. Este aspeto prende-se diretamente com a necessidade de compreender o comportamento dos humanos anatomicamente modernos que assentaram no sítio face à evolução das características paleoambientais e ecológicas na região.

O estudo apresenta duas questões de cariz indagatória que se formulam da seguinte maneira:

1. *Quais são os principais fatores que influenciaram na formação do sítio arqueológico de Txina-Txina?*
2. *De que maneira a combinação de indicadores arqueológicos, sedimentológicos e geoquímicos, pode contribuir para a reconstrução da história da formação de um sítio arqueológico e das alterações paleoambientais?*

Para responder essas questões, o presente trabalho desenvolve-se através de um conjunto de 7 (sete) capítulos, nomeadamente:

O CAPÍTULO 1 tem como título Introdução e encontra-se dividido em quatro partes. Na primeira é apresentado o panorama geral do trabalho, definindo o objeto de estudo e definição temática. De seguida, na segunda parte apresentam-se os objetivos do presente estudo. A terceira dedica-se a apresentação do embasamento teórico, ao passo que a quarta parte, se dedica aos conceitos chaves deste trabalho.

O CAPÍTULO 2 intitula-se Estado de Conhecimento. Este encontra-se dividido em duas partes, nomeadamente, a Geoarqueologia: Historiografia e percursos; e a segunda parte dedica a Geoarqueologia e a Idade da Pedra em Moçambique, onde são debruçados os trabalhos sobre arqueologia do Paleolítico em Moçambique, apresentando o devir histórico e os seus contornos.

Relativamente ao CAPÍTULO 3, este dedica-se à área de estudo, e apresenta várias partes focando, nomeadamente, a localização geográfica de Moçambique e de Massingir, a geomorfologia e hidrografia e, clima da região e apresentação da jazida de Txina-Txina.

No CAPÍTULO 4 são expostos os métodos usados nesta dissertação. Os métodos incluem, o trabalho de campo, o trabalho do laboratório e análise estatística dos dados. Aqui, são

descritas as análises laboratoriais, tanto para a componente da geoquímica, bem como para a granulométrica de sedimentos, e ainda a análise arqueológica.

O CAPÍTULO 5 corresponde ao capítulo de apresentação dos resultados das análises granulométrica e geoquímica (incluindo rácios geoquímicos, análise de componentes principais, análise de agrupamento de amostras e matéria orgânica).

No CAPÍTULO 6 são apresentados os resultados da análise arqueológica, integrando-os com os dados das granulometrias e geoquímica. A primeira parte apresenta os vestígios arqueológicos, ao passo que a segunda é reservada à integração das unidades geoarqueológica por sondagem. Por último, apresenta-se o resumo da integração geoarqueológica da jazida.

O CAPÍTULO 7, o último, é dedicado à discussão dos resultados e conclusão do trabalho. Na primeira seção é apresentada a discussão dos resultados, e a sua integração, nomeadamente no que concerne os dados que permitem definir e interpretar o material arqueológico, geoquímico e granulométrico, encontrando assim, um denominador fiável sobre definição da teoria sobre a formação do registo arqueológico e alteração paleoambiental durante a Idade da Pedra Superior em Txina-Txina. A segunda seção é reservada à conclusão geral do trabalho.

1.2. Objetivos

Para a operacionalização do presente trabalho, foram estabelecidos os seguintes objetivos, geral e específicos:

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é compreender a história dos processos naturais e culturais relacionados com a formação do sítio arqueológico de Txina-Txina. O estudo da história da formação do sítio contribuirá para o conhecimento das alterações paleoambientais e os respetivos efeitos sobre os humanos anatomicamente modernos em Massingir.

1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos propostos para o presente estudo são:

- ◆ Estudar como os depósitos sedimentares se formaram e quais os fatores responsáveis pela sua formação;
- ◆ Caracterizar o ambiente de deposição sedimentar no sítio de Txina-Txina com base na análise detalhada das características geomorfológicas relacionando-as com os resultados dos indicadores sedimentológicos, geoquímicos e arqueológicos das zonas escavadas;
- ◆ Interpretar as unidades estratigráficas a partir das suas características sedimentológicas e geoquímicas;
- ◆ Identificar os períodos de ocupação humana do sítio, comparando-os com as fases climáticas ocorridas durante o Pleistocénico superior e Holocénico na África Austral; e,
- ◆ Relacionar os depósitos geológicos com o registo antrópico, integrando os dois conjuntos.

1.3. Enquadramento teórico

O presente trabalho enquadra-se no modelo teórico e hermenêutico conhecido como Teoria de Alcance Médio (*Middle Range Theory*), um modelo associado à Nova Arqueologia, e ao Processualismo, uma corrente capitaneada, entre outros, por Lewis Binford, desde a década de 60 (BINFORD, 1962, 1968, 1977). A adoção deste modelo pelo presente autor, não significa uma reivindicação pessoal exaltante e privilegiada, mas sim uma forma única de colocar o trabalho objetivamente, dentro de um quadro teórico ao qual se pode recorrer para responder um conjunto de questões relacionadas à interpretação e abordagens geoarqueológicas.

É nessa ordem de teoria que, no presente trabalho, se busca um conjunto de fundamentos teóricos metodológicos, dando *jus* à continuidade do que se vem registando desde a concepção da Nova Arqueologia. O enfoque uniformitarista, usado em Arqueologia, supõe uma desambiguação dos conceitos que podem explicar os sistemas culturais e processos de formação de registo arqueológico. Contudo, é através dessa perspectiva, mais uma vez, onde a escolha deste modelo ganha mais ímpeto para o enquadramento do presente trabalho. Além do mais, como o

é explicado por Binford (1983), a Teoria de Alcance Médio constitui uma das formas de registo de relações causais dos elementos arqueológicos dinâmicos e estáticos e uma inferência sobre a formação desse registo (BINFORD, 1983).

Dada demasiada importância a esse tópico, levaria os arqueólogos a repensarem no enquadramento dos processos de formação do registo arqueológico dentro da Teoria de Alcance Médio. Dentre esses arqueólogos, destacam-se as discussões de Schiffer (1976) na sua arqueologia comportamental e, mais tarde, em 1983, com a formulação de um *corpus* teórico sobre os processos e fatores que governam a formação de um registo arqueológico. Esta constitui a forma significativa de corroborar os progressos teóricos iniciados por Binford (1983) no que tange aos elementos culturais estáticos e dinâmicos da formação do registo arqueológico.

Schiffer (1972, 1976, 1987) argumenta que as ligações entre o estático e dinâmico ocorrem num intervalo médio, onde há possíveis transformações num meio natural e não natural. Numa primeira instância, esse argumento remete-nos aos fatores naturais e culturais que contribuem para a formação de sítios ou registo arqueológico. Esses, são traduzidos em materiais, ora culturais tangíveis (estáticos) e naturais (todos os elementos geológicos que aqui podem ser sedimentos) – todos eles, num intervalo médio, como defende Schiffer (1976, 1976, 1987), sofrem de alterações provocadas por fatores humanos e naturais – está-se perante os processos deposicionais e pós-deposicionais. Este corpo teórico esteve na base do aparecimento da Geoarqueologia, bem como de outras subdisciplinas da Arqueologia, permitindo um novo contexto teórico-metodológico para a Arqueologia contemporânea.

1.4. Conceitos chave do trabalho

Este trabalho são tratados alguns conceitos que se julgam serem indispensáveis a problematização da Geoarqueologia, e diretamente relacionados com a reconstrução paleoambiental e com os processos de formação de sítio e registo arqueológico.

Os principais conceitos abordados neste trabalho e a serem definidos nesta seção são: Geoarqueologia, Formação de Registo Arqueológico, Ocupação dos Humanos Anatomicamente Modernos e Idade da Pedra.

1.4.1. Geoarqueologia

O termo Geoarqueologia, etimologicamente deriva de dois termos, Geologia e Arqueologia. É uma terminologia que se destaca mais na literatura arqueológica nos últimos tempos e que teve a sua génese bem cimentada na Nova Arqueologia, com início na década de 1960. Antes disso, os arqueólogos da época já utilizavam alguns princípios e conceitos da Geologia para explicar os eventos arqueológicos. Entre esses trabalhos, destacam-se os de Cornwall que culminaram com a publicação de uma obra intitulada “Soils for the Archaeologist”. Nesta obra, Cornwall (1958) procurou problematizar o uso do solo em arqueologia como indicador cronológico e paleoambiental.

Na década seguinte, com o objetivo de apresentar uma outra perspetiva da arqueologia face aos termos emprestados das ciências da Terra, Butzer lançou, em 1960 e 1964, uma obra com o título “Environment and Archaeology: An Introduction to Pleistocene Geography”. Nesta obra, o autor dedicou a atenção à formulação de problemas ligados aos estudos paleoambientais em contexto arqueológico, sem grande discussão sobre o termo Geoarqueologia (BUTZER, 1960, 1964).

O mesmo autor publicou mais uma obra em 1982 com o título “Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach”. Foi nessa obra que Butzer procurou definir Geoarqueologia. Para este, Geoarqueologia implica pesquisa arqueológica com recurso aos métodos e conceitos das Ciências da Terra (BUTZER, 1982), opinião corroborada por vários outros Geoarqueólogos (*e.g.*, GLADFELTER, 1977, 1981; WATERS, 1992; RAPP e HILL, 1998; GOLDBERG e MACPHAIL, 2006). Apesar de focarem aspetos diferentes da Geoarqueologia, todos eles concordam que esta subdisciplina da Arqueologia usa métodos e conceitos das Ciências da Terra para resolver as problemáticas da arqueologia.

O termo remete-nos para a conclusão de que a Arqueologia assenta por vezes em conceitos e métodos da Geologia para complementar as suas abordagens. Tal acontece principalmente na metodologia adotada para desvendar e interpretar os eventos culturais e naturais soterrados e que se encontram em contexto arqueológico.

1.4.2. Processos de Formação de Registo Arqueológico

Os processos de formação de registo arqueológico são amplamente influenciados pelos fatores ambientais e podem ser estudados através de diferentes indicadores, nomeadamente arqueológicos e geológicos, como é defendido por diversos arqueólogos (ver O'CONNER, 1998; MACPHAIL e GOLDBERG, 2000; STEIN e FARRAND, 2001; STEIN, 2001; WOODWARD e GOLDBERG, 2001). Schiffer (1972) nas suas abordagens teóricas procura definir os processos de formação de registo arqueológico, tendo em consideração dois fatores culturais que ele apelida de “C-Transforms” e “N-Transforms”, respetivamente, transformações culturais e naturais. Por sua vez, Bar-Yosef (1998) adiciona a estes fatores, o geomorfológico, como sendo necessário e imprescindível para o estudo da formação do registo arqueológico e consequente assentamento humano.

Formação de Registo Arqueológico é um termo entrecruza-se com o de Geoarqueologia, sendo um conceito desenvolvido teoricamente por Schiffer (1987). Schiffer (1987) assim como Binford (1983) e mais tarde Stein (2001) e Bar-Yosef (1998) definem a existência de um conjunto de fatores que estejam ligados aos processos de formação de um registo arqueológico. De entre estes, destacam-se os fatores naturais, ambientais e culturais (ver também, BICHO, 2006). O registo arqueológico envolve todos vestígios materiais que estejam ligados à ocupação humana num determinado espaço.

1.4.3. Assentamento dos humanos anatomicamente modernos

O conceito de assentamento antrópico desenvolveu-se em torno de um profundo debate entre a chamada resiliência e adaptação aos novos espaços. A análise desta realidade nalguns contextos da região austral do continente africano induziu o presente autor a levar a cabo esta dissertação com uma abordagem que permita integrar a discussão em todas as perspetivas que se julguem necessárias para responder às questões de partida.

O termo refere-se à ocupação de um espaço e exploração dos seus recursos naturais, e pode ser visto numa dinâmica histórica (CLARKE, 1977). Alguns arqueólogos, como Clark e Piggott (1970), definem ocupação humana como sendo a expansão do assentamento humano para as margens dos rios, lagos e nas zonas onde há e havia boas condições de sobrevivência. Esse assentamento era feito com base na procura de matérias-primas e recursos naturais.

Conard (2007) consubstancia a análise de Clark e Piggott (1970) considerando que as boas condições de vida seriam elementos básicos para a ocupação humana num determinado espaço. Mas Conard (2007) vai mais além deste ponto de vista, sendo apologista de que os padrões de assentamento podem ser compreendidos através do estudo da organização do espaço. A dinâmica de desenvolvimento desses padrões é similar aos atuais padrões do assentamento humano.

Das abordagens de Clark e Piggott (1970) e Conard (2007), tomam-se algumas ilações, como por exemplo a da ocupação humana na Idade da Pedra Média (IPM) associando-se esta com o assentamento num espaço onde os recursos naturais favorecem a continuidade das atividades socioeconómicas desses grupos numa determinada região, não sendo essa ocupação definitiva dependendo das condições ecológicas locais e regionais que produzem os recursos naturais indispensáveis às comunidades humanas.

O assentamento humano é um conceito que nos direciona para uma outra discussão: onde, quando e como a humanidade evoluiu. Por isso, no presente trabalho, é adotado o termo assentamento dos humanos anatomicamente modernos, termo este, ligado à disciplina da Evolução Humana. Neste âmbito, estas definições estão relacionadas com as descobertas arqueológicas e paleontológicas da nossa espécie (*Homo sapiens sapiens*) em África.

Do ponto de vista evolutivo, considera-se o *Homo sapiens sapiens* como o humano anatomicamente moderno. Esta representação teórica assenta na ideia de que a nossa espécie foi responsável por um conjunto alargado de inovações tecnológicas em consequência do desenvolvimento comportamental (KLEIN, 1999), aspeto que tem sido referido na literatura como “*The Human Revolution*”, sendo que este conceito tem perdido alguma da sua importância ao longo dos tempos (e.g., MCBREARTY e BROOK, 2000). Para Grine *et al.*, (1991), a inclusão do *Homo sapiens arcaico* para a nossa espécie é devido a similaridades físicas.

Apesar de não haver unanimidade em volta da discussão sobre a origem e desenvolvimento dos humanos anatomicamente modernos, considera-se, porém, que o *H. sapiens sapiens*, que apresenta a habilidade física e comportamental relativamente evoluída, representa a origem da nossa espécie em África possibilitando a migração e atual diversidade genética da nossa espécie no mundo (MCBREARTY e BROOK, 2000).

1.4.4. Idade da Pedra

O termo Idade da Pedra referente ao paleolítico africano foi introduzido pela primeira vez por Goodwin e Lowe em 1929 para explicar similaridades tecnológicas e tipológicas de artefactos líticos das estações arqueológicas da África Subsaariana. Aqueles autores subdividiram esta época da Pré-história africana em três fases: Idade da Pedra Inicial (IPI), Média (IPM), e Superior (IPS). Pelas influências do eurocentrismo e aparecimento de gravuras e pinturas nas estações arqueológicas europeias na década de 20 e 30, estes termos correspondiam, de forma muito geral, à terminologia europeia do Paleolítico Inferior, Médio e Superior (DE MORTILLET, 1900).

Desde então, ficou patente que não só o paleolítico africano era substancialmente diferente do Europeu, pelo que esta dicotomia terminológica tinha sentido, mas que as cronologias, os restos fósseis e as características culturais no continente africano eram muito diversas das europeias (*e.g.*, LOMBARD *et al.*, 2012; WADLEY, 2014; WILL, 2016), havendo uma diversidade interna maior dentro do continente do que aquela que se conhece em qualquer outra região do mundo para o mesmo período.

CAPÍTULO 2. GEOARQUEOLOGIA

No presente capítulo são destacadas duas partes, a primeira dedica a historiografia e precursores da Geoarqueologia, ao passo que a segunda parte é reservada à apresentação do histórico dos trabalhos de Geoarqueologia e Idade da Pedra em Moçambique.

2.1. Geoarqueologia: historiografia e precursores

O percurso da Geoarqueologia é dinâmico e inclui não apenas a aplicação de métodos das ciências da terra à arqueologia, mas também o estudo das interações entre os seres humanos e os sistemas naturais (HILL, 2007) como sendo fatores para a compreensão das leis naturais e culturais influentes na formação dos espaços ao longo do tempo.

No âmbito dos objetivos da compreensão da história, das aceções, dos métodos e conceitos da Geoarqueologia, é de carácter obrigatório a menção de alguns trabalhos de carácter geral que aludem tanto à trajetória, bem como às reinvenções desse subcampo (Gеоarqueologia), havendo um grupo de trabalhos fundamentais de vários autores (e.g., BUTZER, 1982; GOLDBERG, 2001; GOLDBERG e MACPHAIL, 2006; RAPP e HILL, 1998 e 2006; e WATERS, 1992). Mais recentemente, foi também publicada uma obra geral fundamental no estudo académico da subdisciplina, a “Encyclopedia of Geoarchaeology”, editada por vários especialistas (GILBERT *et al.*, 2019) e juntamente com o trabalho de Siart *et al.* (2018) sobre geoarqueologia digital, permitem uma perspectiva científica detalhada sobre Geoarqueologia.

Rapp e Hill, por exemplo, na sua obra publicada em 1998 (primeira edição) e reeditada em 2006, com o título “Geoarchaeology: The Earth Science Approach to Archaeological Interpretation”, focam no primeiro capítulo a história da Geoarqueologia. Estes autores consideram que há três fases distintas na relação entre as Ciências da Terra e Arqueologia, a destacar: séculos XVIII e XIX (Fundação); primeira metade do século XX representando a colaboração entre Geocientistas e Arqueólogos; e a segunda metade do século XX correspondendo à Integração plena das duas ciências numa só subdisciplina da Arqueologia (RAPP e HILL, 1998).

Em todas as fases mencionadas por Rapp e Hill (1998), a Arqueologia foi integrando o conceito de interdisciplinaridade, sobretudo no que respeita aos métodos e conceitos, principalmente no caso dos que estão ligados aos estudos dos ambientes do Quaternário, da Geomorfologia, Ecologia e da Paisagem nos sítios arqueológicos.

O diálogo da Arqueologia com as Geociências remonta, pelo menos, ao século XVIII, quando se recorria a todo um conjunto de questionamentos sobre a evolução humana (MAYR, 1982; HILL, 2007). O interesse em indagar a essência e origem da biologia humana e a terra e os seus processos, foi, cada vez mais, tornando as ciências naturais e da terra e as ciências históricas mais próximas umas das outras (MAYR, 1982; GIFFORD e RAPP, 1985).

Entre os séculos XVIII e XIX, a relação entre as Ciências da Terra e a Pré-História assentava na necessidade em perceber a Antiguidade humana (RAPP e HILL, 1998; 2006). Nesta fase, há que destacar, também, os trabalhos de alguns teóricos da Ciência Geológica e Arqueológica que contribuíram significativamente para a discussão conceitual e interpretativa do que foi chamado de antiguidade do homem, nomeadamente o trabalho de James Hutton e mais tarde o de Charles Lyell que propõem o princípio de uniformitarismo (HUTTON, 1795; LYELL, 1853, 1863); e o trabalho de Charles Darwin sobre a origem das espécies (DARWIN, 1859). Esses trabalhos e perspectivas terão contribuído para um salto significativo na integração das ciências da terra com o conhecimento dos humanos e do seu ecossistema.

De meados do século XIX a meados do século XX, geocientistas começaram, sistemática e empiricamente, a estudar as relações entre os seres humanos e o meio ambiente, usando os métodos de geociência para interpretar o registo arqueológico. De modo relativamente paralelo, já se discutiam conceitos que ainda hoje são usados em ambas as Ciências, nomeadamente o de Estratigrafia, Pedologia e Uniformitarismo (RAPP e HILL, 2006).

Durante o Séc. XX, e principalmente após o aparecimento da Nova Arqueologia, os trabalhos de Arqueologia estiveram mais virados para os estudos da estratigrafia e dos paleoambientes e, mais tarde para os processos que regem a formação de registo arqueológico. Schiffer (1972; 1983; 1987) merece crédito especial por ter tido uma dedicação particularmente importante na problemática teórica de formação do registo arqueológico. Não obstante, Butzer (1973) tal como Gladfelter (1977) têm, em suas obras, de cariz mais prático e de facto geoarqueológico, uma referência fundamental sobre a formação de registo arqueológico e dos métodos que nos permitem estudar esses processos dinâmicos.

A partir da década de 1960 e com maior intensidade depois de 1980, regista-se o incremento de artigos e obras científicas sobre a Geoarqueologia e sua aplicação. Os trabalhos de Renfrew (1976), Gladfelter (1977) e Butzer (1982) são exemplo disso. Gladfelter (1977) defendia que os contributos da Geomorfologia e da Sedimentologia são essenciais para compreender e determinar o contexto físico em que os artefactos aparecem, como era a sua superfície original de deposição e as transformações subsequentes que podem ter afetado o registo arqueológico.

Esse período é, portanto, um período de consolidação da Geoarqueologia, o que se vislumbra no tamanho, quantidade e qualidade das publicações. No mundo anglo-saxónico, nesse período, foram se notabilizando um grupo de geoarqueólogos, como é o caso de Davidson e Shackley, cujo trabalho incluiu a condensação de textos sobre as Ciências da Terra e o Passado dos Humanos modernos, em obra publicada em 1976, intitulada “*Geoarchaeology: Earth Science and the Past*”. Esta obra apresenta os seguintes pontos-chave: o sítio e a sua contextualização no tempo; a formação de sítio; processos de dispersão; e, por último, o sítio e os seus ambientes.

Outras obras importantes durante esse período, foram os trabalhos que se focaram em questões de solos e sedimentos, dentro e fora dos sítios arqueológicos, como por exemplo os de Miskovsky (1974), Laville (1975) e Goldberg (1979), tendo alguns deles desenvolvido e testado alguns métodos de Geoarqueologia em grutas francesas. Esses autores renovaram e estenderam o quadro de estudo Geoarqueológico, partindo de análises de sedimentos em contexto arqueológico, até então pouco investigados, rompendo com a Arqueologia tradicional. Contrariamente à escola francesa, a escola anglo-saxónica deu maior importância à ideia de geomorfologia e petrografia sedimentar (DAVIDSON, 1985; GLADFELTER, 1977; RAPP e HILL, 2006).

Da década 70 ao presente, os geoarqueólogos (*e.g.*, ANGELUCCI *et al.*, 2009; GOLDBERG e MACPHAIL, 2006; ALDEIAS, 2003; ALDEIAS *et al.*, 2012; BERNA *et al.*, 2012; KARKANAS *et al.*, 2012) têm mostrado uma dinâmica do ponto de vista de desenvolvimento metodológico, em trabalhos que visam trazer uma maior diversidade de abordagens metodológicas aplicadas aos contextos arqueológicos, frequentemente em períodos mais antigos da nossa Pré-história, particularmente no Paleolítico europeu e Idade da Pedra africana.

2.2. Geoarqueologia e a Idade da Pedra em Moçambique

Um aspeto particularmente importante e que esteve também na origem da decisão do tema desta tese, tem a ver com o contexto geral da evolução humana no continente africano.

Moçambique é um país com grande potencial para a pesquisa da origem e evolução dos humanos modernos, devido à sua localização geoestratégica, estando entre duas regiões de grande significado paleoantropológica, a África Austral (África do Sul) e África Oriental (Etiópia, Tanzânia e Quênia) onde centenas de novos sítios arqueológicos têm sido descobertos, quase constantemente, nos últimos anos (MCBREARTY e BROOK, 2000; BICHO *et al.*, 2016, 2017 e 2018; GONÇALVES *et al.*, 2016).

A Idade da Pedra na África do Sul tem tido um tratamento particularmente importante, com estudos muito diversificados e detalhados, havendo dados particularmente importantes, quer a nível da cronologia, quer ao nível da definição dos vários complexos culturais da Idade da Pedra (*e.g.*, LOMBARD *et al.*, 2012; WILL, 2016).

Nessa região podem destacar-se, entre muitos outros, os trabalhos nas cavernas de Blombos (HENSHILWOOD *et al.*, 2001) e de Pinnacle Point (MAREAN *et al.*, 2004) na África do Sul. Estudos feitos sobre esses sítios incluíram os processos de formação de registo arqueológico, com mais destaque para a análise sedimentar. É de destacar ainda os trabalhos de Butzer *et al.* (1978) e Avery (1992) dedicados ao estudo do paleoambiente na Border Cave e de Goldberg *et al.* (2009) no abrigo de Sibudu.

A Pré-história de Moçambique é destacada na arena internacional desde 1721 quando o então bispo de Moçambique apresentou alguns painéis de artes rupestres na Academia Real das Ciências de Lisboa (MORAIS, 1984; 1988). O teor desses painéis teria impressionado alguns “curiosos e aventureiros”. Em 1907, foi descoberto em Tete uma gruta com vestígios da Idade da Pedra Superior, despertando deste modo o interesse por parte dos arqueólogos que trabalhavam na região para pesquisas em Moçambique. Em 1913, Leite Vasconcelos recolheu e documentou instrumentos líticos do rio Buzi, que mais tarde essa descoberta foi enaltecida por via de uma publicação de Wayland em 1915.

No período de Estado Novo (1930-1975), sob a égide de António Salazar, as reformas adjacentes a este período teriam contribuído para a mudança de paradigma de investigação arqueológica nas extintas colónias portuguesas. Foi com essa mudança associada à corrente funcionalista que vai influenciar na dinâmica das pesquisas sobre a pré-história.

Face às reformas políticas, sociais e económicas patentes na nova Constituição Portuguesa, em 1936 consolidou-se a criação da Missão Antropológica dirigida por Santos Júnior (SANTOS JÚNIOR, 1940). No entanto, nesse período a descrição do aparato etnoarqueológico e geológico constituíam objetivos centrais (MORAIS, 1984; 1988).

Na década de 1940, regista-se uma crescente aparição de investigadores sobre a pré-história e de Geologia, merecendo especial atenção os trabalhos de Borges *et al.* (1939), Dias (1947), Barradas (1947; 1955), Simões (1951 e 1958), Carvalho (1975) e Martinez (1975).

Para além da Missão Antropológica dirigida por Santos Júnior, na década de 1940 foi registado um interesse crescente por investigadores internacionais, como é o caso de Lowe (1952), Wells (1943), e Breuil (1944) pela Pré-História do centro e sul de Moçambique, tendo culminado com a descrição de instrumentos de pedra localizados em sítios com pinturas rupestres em Mavita, província central de Manica (MUIANGA, 2013). Esses instrumentos pertenciam à Idade da Pedra Superior e transição para Idade do Ferro, e mais tarde serviriam para testar a terminologia Idade da Pedra, defendida por Goodwin e Lowe (1929) aplicada no contexto regional.

Moçambique, ao contrário da vizinha África do Sul, regista-se escassez de trabalhos de Geoarqueologia, entretanto há que destacar os estudos realizados no período colonial com cariz geoarqueológico, relatados por Santos Júnior (1940), Alberto (1951), Barradas (1955), Oliveira (1964), Guerreiro (1965). Todavia, grande parte desses trabalhos estavam estreitamente ligados à Geologia, pese embora tenham desvendado importantes sítios pré-históricos em afloramento de rios Zambeze e Massingir, na região Centro e Sul de Moçambique, respetivamente (DIAS *et al.*, 1975).

Na região sul de Moçambique há registo de depósitos geológicos descritos por Barradas (1947) e CUMBE (2007) e esses dados foram fundamentais para a definição do âmbito de estudo sobre a Idade da Pedra regional (BARRADAS, 1955; LÄCHELT, 2004). Nessa sequência das investigações, foi publicado um artigo no Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique, intitulado “A Pré-história de Moçambique”, de autoria de Alberto (1951), onde é feita uma descrição exaustiva de arte rupestre descoberta em Manica no Centro de Moçambique, sem, contudo, entrar em detalhes geoarqueológicos desses sítios (MORAIS, 1988; MUIANGA, 2013).

Entre os anos 60 e 70, Carvalho. (1975) documentou os terraços fluviais do rio Limpopo e dos Elefantes no âmbito da Construção da Barragem de Massingir. Esses trabalhos incluíram a componente de estudos geológicos e sedimentares, apresentando análises granulométricas detalhadas sobre esses afloramentos. Foi nesse contexto que Lopes (1975), ao estudar a geologia da área, identificou a ocorrência do material lítico a 100 metros do terraço, na margem direita e esquerda do rio dos Elefantes (LOPES, 1975).

Os trabalhos de Adamowicz (1988) e Meneses (2004) mostraram uma linhagem diferente, em termos de estudos, concentrando a atenção sobre a Idade da Pedra, mas com pouco detalhe sobre análise dos contextos dos sítios arqueológicos. Adamowicz (1987) efetuou estudos sobre a Idade da Pedra Superior em alguns abrigos rochosos no Norte de Moçambique (província de Nampula), no âmbito do “Projeto Cipriana”, estabelecendo uma cronologia sobre os assentamentos das comunidades pastoras e recoletoras.

Adamowicz (1988) terá dedicado mais tempo em suas pesquisas arqueológicas no Norte de Moçambique ao longo dos rios Lúrio e Ligonha e dos abrigos localizados na província de Nampula, como forma de provar a existência de vestígios de artefactos líticos e das primeiras Comunidade Agropecuárias que outrora teriam sido mencionados por Santos Júnio em 1947 sobre o abrigo de Riane (ADAMOWICZ, 1987; 1988: 1990).;

Meneses (2004) concentrou a sua atenção no seu trabalho doutoral, em estudos sobre a Idade da Pedra Inferior no sul de Moçambique, ao longo dos rios Umbeluzi, Tembe e Changanane, tendo como a problemática principal a questão do fóssil diretor ligado aos instrumentos líticos da tradição Acheulense. Com esses trabalhos, desvendou-se alguns sítios em abrigos rochosos, como é o caso do sítio de Caimane que revelou uma sequência estratigráfica que inclui todas as fases da Idade da Pedra (IPI, IPM e IPS) (MENESES, 1988; 2004; MORAIS, 1988). O contributo desses trabalhos foi importante, não só por terem localizado e descrito alguns sítios inéditos, como também por introduzirem uma nova abordagem na pesquisa sobre a interpretação do material lítico, baseando-se nas TABELAS dos materiais líticos descritos por Goodwin e Lowe (1929).

Os trabalhos de Mercader (2009) demonstraram a importância que Moçambique começa a ter no âmbito do estudo da origem do comportamento dos humanos anatomicamente modernos ao nível do continente africano. As ocupações ao longo da margem do lago Niassa (Mikuyu e Mvumu) e em abrigos rochosos e grutas (Ngalue e Nankhambe) na província do Niassa, no contexto do Vale do Rift, produziram as primeiras evidências de indústria lítica da Idade da Pedra Média, o período que se afirma ser importante pela emergência dos humanos anatomicamente modernos em África (MERCADER *et al.* 2008, 2009, 2013).

De 2009 a 2012, Mercader e a equipa concentraram os seus trabalhos na província de Sofala, na região do Rift do Urema, nas imediações do Parque Nacional da Gorongosa, tendo desvendado uma dezena de sítios arqueológicos da Idade da Pedra Média, com mais destaque

para os sítios das grutas de Nhamissimbithi e Khodzué (Cheringoma) e Muanza (Muanza). Esses sítios, não foram bem explorados, sob ponto de vista de investigação. Contudo, através da análise dos materiais líticos consegue-se inferir uma cronologia da Idade da Pedra Média na região (Mercader, comunicação pessoal), algo confirmado pela equipa de Susana Carvalho que vem trabalhando no Parque Nacional da Gorongosa desde há uns anos.

Os trabalhos de Ekblom (2004, 20011 e 2015) na região do grande Limpopo e na costa de Inhambane, foram particularmente importantes, pois introduziram com mais incidência temas transversais ligados à Geoarqueologia, nomeadamente questões de Paleobotânica e o seu impacto nos estudos de evolução climática e ecológica. Em específico, esta autora aborda aspetos relacionados com os padrões de assentamento humano, as alterações ambientais, a vegetação e o impacto destes processos nos assentamentos humanos. Entretanto, a sua metodologia para inferir paleoambientes e ecologia é diferente da que o presente trabalho se propõe a aplicar.

Em 2014, Bicho *et al.* (2015; 2016) descobriram um conjunto de jazidas arqueológicas que apresentam instrumentos líticos da Idade da Pedra Média e Superior. Essas jazidas são localizadas nas zonas baixas do lago Niassa e o interior da província do Niassa. A partir de 2015, a equipa liderada por Bicho transferiu a investigação para os terraços fluviais do Save e Limpopo, e neste último caso, em particular para o vale do Rio dos Elefantes, onde foram encontrados vários locais de ar livre e onde foi registada a presença de artefactos de pedra em sedimentos plistocénicos e holocénicos (BICHO *et al.*, 2018).

É importante realçar que existe um conjunto de sítios que datam a Idade da Pedra Inferior a destacar: Ponta Maoone; Estrada Velha para Boane; Umpala; Mahelane; Cordija; Canhoiro; e Caimane (MENESES, 1988; 1992a, 1992b; 1996; 1999; 2004; MORAIS, 1988). O outro registo de sítios da Idade da Pedra em Moçambique está descrito no artigo de Rodrigues (2007) onde é apresentado o aporte de instrumentos líticos colecionados pelo Santos Júnior em 1956 ao longo do Vale Zambeze e do rio Panhane no centro de Moçambique, nomeadamente Samuane, Inhacaíua, Mater de Chevula I, Nhacurungo, Nhamezinga, Chinduta, Ramal de Carinde e Marissa (RODRIGUES, 2007).

Em geral, no período pós-independência, a pesquisa arqueológica em Moçambique centrou-se na reconstituição da origem da sociedade moderna moçambicana, as comunidades de agricultores e pastores (CRUZ e SILVA, 1976; DUARTE, 1976; MORAIS, 1984, 1988; SINCLAIR *et al.*, 1993; MACAMO, 2006; MADIQUIDA, 2007, 216; LIESEGANG, 1990)., sem que se tenha o foco em discussões profundas das temáticas relacionadas à Geoarqueologia

CAPÍTULO 3. ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo trata da área de estudo onde é apresentada a localização geográfica de Moçambique, de Massingir e de Txina-Txina, especificamente. Também, é apresentada descrição geomorfológica, hidrográfica e climática da área de estudo.

3.1. Localização Geográfica de Moçambique

Moçambique situa-se no hemisfério meridional entre as latitudes 10°20'Sul e 26°50'Sul e entre as longitudes de 30° 12' Este e 40° 51' Este, na Costa sudeste do continente africano (MUCHANGOS, 1999) (FIGURA 3.1). Em termos de fronteiras, a norte é vizinho da Tanzânia; a noroeste, do Malawi e da Zâmbia; a oeste, do Zimbabwe, da África do Sul e da Suazilândia (Essuatíni); a sul, da África do Sul; a leste, a seção do Oceano Índico designada por Canal de Moçambique.

3.2. Localização Geográfica de Massingir

Massingir é um dos distritos da Província de Gaza. Esta província está localizada no Sul de Moçambique, fazendo a sul, fronteira com a África do Sul, e a Oeste com o Zimbábue. A norte, encontra-se a província de Manica, a nordeste, a de Inhambane e a sul, a província de Maputo. Gaza é constituída por 14 Distritos: Bilene, Chibuto, Chicualacuala, Chigubo, Chókwè, Chongoene, Guijá, Limpopo, Mabalane, Manjacaze, Mapai, Massangena, Massingir, Xai-Xai (FIGURA 3.2). É uma das províncias banhadas pelo Oceano Índico em cerca de 200 Km (MUCHANGOS, 1999).

Massingir, o distrito onde se localiza o sítio de Txina-Txina, está situado a noroeste da província de Gaza, sendo que a norte faz fronteira com o distrito de Chicualacuala, a sul com o distrito de Magude, a este pelos distritos de Mabalane e Chókwè e, a oeste faz fronteira com a África do Sul (MUCHANGOS, 1999) (FIGURA 3.2).

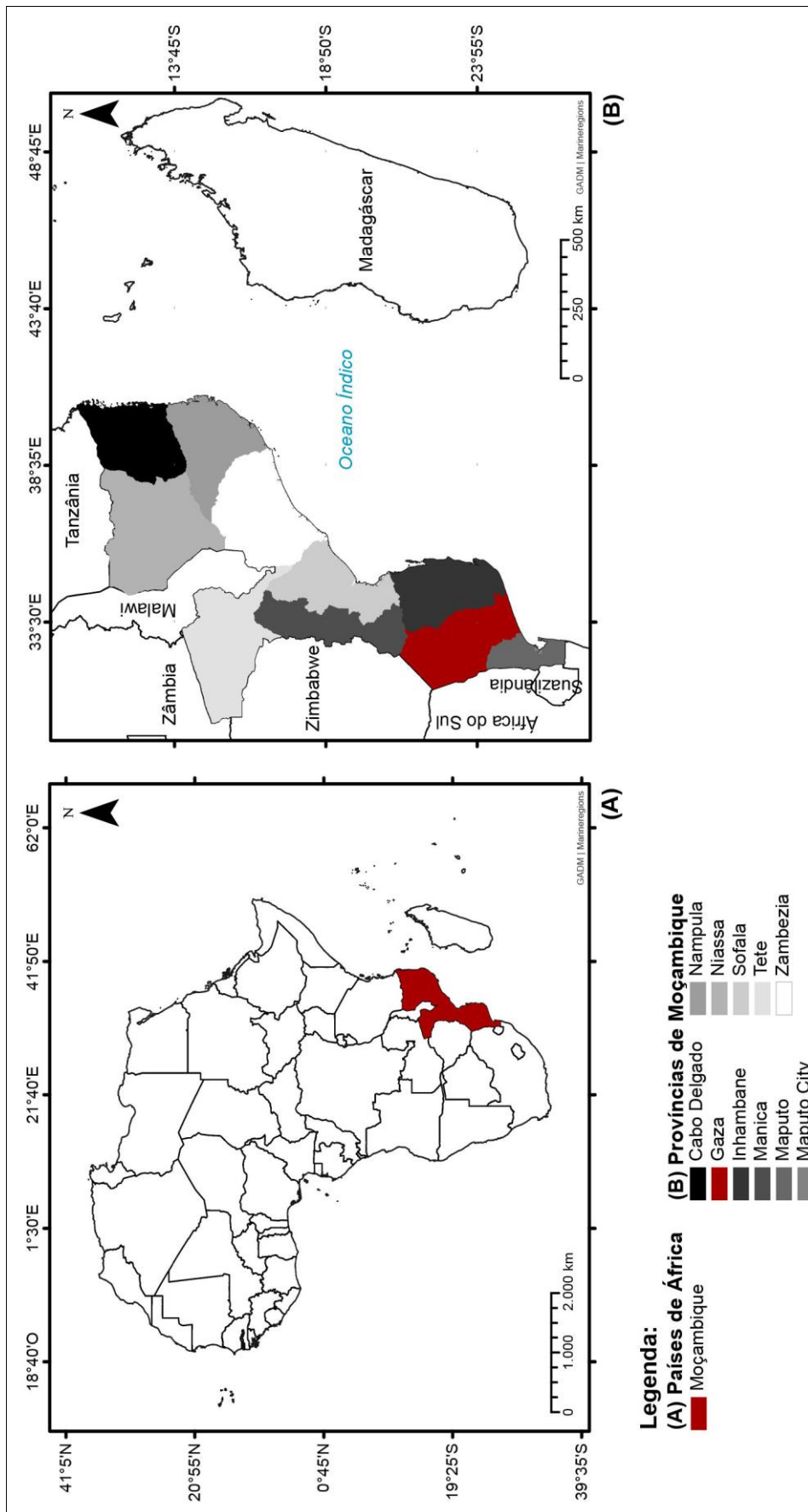


FIGURA 3.1. Localização de Moçambique e da Província de Gaza: (A) mapa de África - com a demarcação dos países africanos e Moçambique está demarcado a vermelho; (B) mapa de Moçambique com demarcação das províncias em diferentes cores (a província de Gaza, onde decorre este estudo está demarcada a vermelho). Elaborado com base em shapefile obtidas em Hijmans (s.d.).

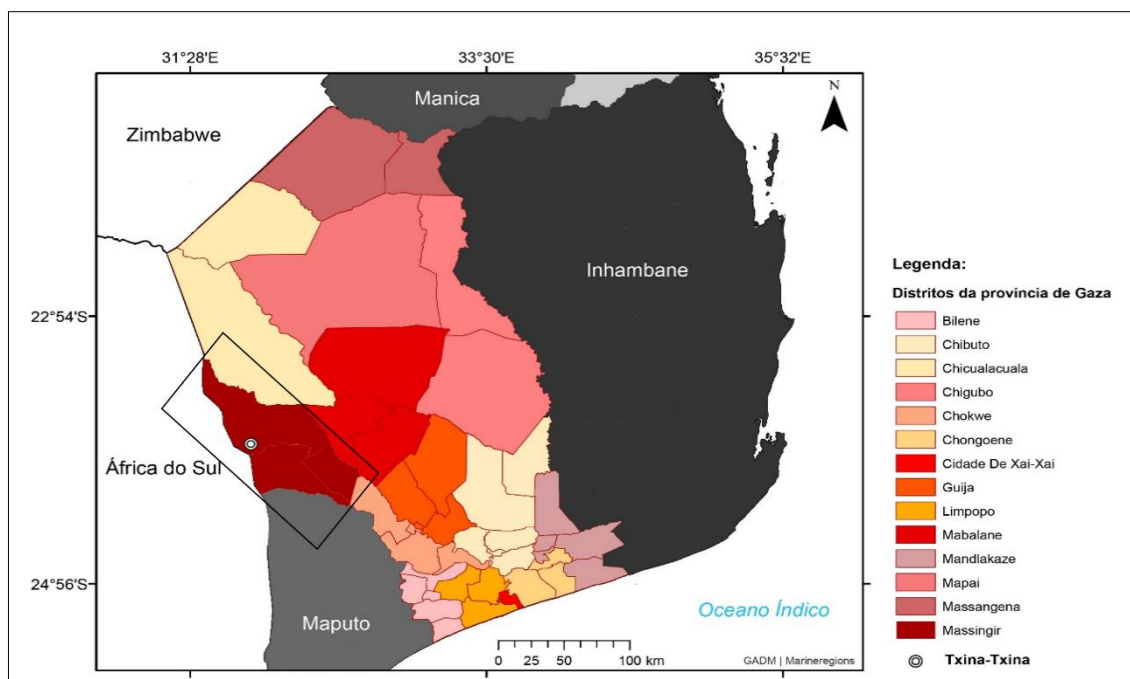


FIGURA 3.2. Mapa da região Sul de Moçambique, onde se localiza a província de Gaza. A província de Gaza apresenta os distritos com diferentes cores. O Distrito de Massingir está tracejado num retângulo e representado com a cor vermelha carregada. Txina-Txina é representado por um círculo. Elaborado com base em shapefile obtidas em Hijmans (s.d.).

Massingir, o distrito onde se localiza o sítio de Txina-Txina, está situado a noroeste da província de Gaza, sendo que a norte faz fronteira com o distrito de Chicualacuala, a sul com o distrito de Magude, a este pelos distritos de Mabalane e Chókwè e a oeste faz fronteira com a África do Sul (MUCHANGOS, 1999).

3.3. Geomorfologia e Hidrografia de Massingir

Moçambique é caracterizado por um relevo que decresce em forma de escadaria, das zonas altas, montanhosas, do interior do País, a Oeste, para a planície litoral, a Leste. Esta é uma região caracterizada pela notável presença de planícies, planaltos e vales (FIGURA 3.3). Massingir integra a cadeia montanhosa dos Libombos que circunscreve uma parte de Essuatíni, África do Sul, Zimbabwe e Moçambique, em orientação predominantemente Norte-Sul (CARVALHO, 1975; MUCHANGOS, 1999). O relevo varia de c. 75 metros acima do NMM (Nível Médio do Mar), planície, na confluência dos rios dos Elefante e Limpopo, e 300 metros acima do NMM, nos planaltos mais elevados (GRANTHAM *et al.*, 2011).

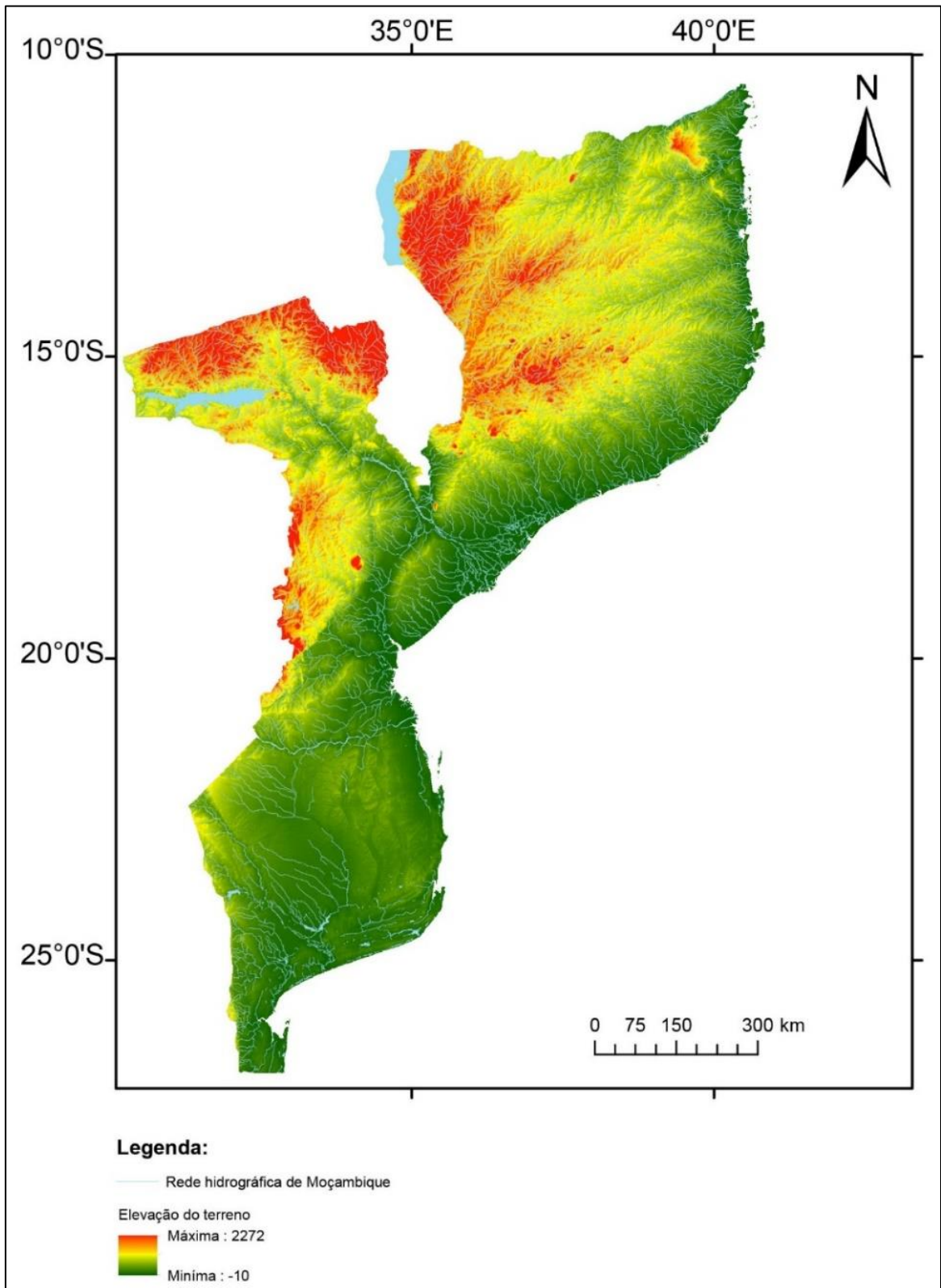


FIGURA 3.3. Mapa hipsométrico e hidrográfico de Moçambique. Elaborado com base em shapefile obtidas em Hijmans (s.d.).

Quanto à cronologia geológica, distinguem-se, em Moçambique, essencialmente três fases principais na formação do relevo: Pré-câmbrico, Karroo e Pós-Karoo (MUCHANGOS, 1999). O pré-Câmbrico é constituído por rochas mais antigas formadas há mais de 600 milhões de anos. Grande parte da região Austral é marcada pela presença de uma seção de sequência vulcânica do Supergrupo Karroo, designada de área de Lebombo (GRANTHAM *et al.* 2011). O pós-Karoo integra o Fanerozoico e o Cretácico (MUCHANGOS, 1999; BINGEN *et al.*, 2007)

O Fanerozoico é essencialmente correspondente ao período entre 300 e 70 milhões de anos. O tipo de rocha que constitui essa formação é eruptiva, de natureza magmática e com ocorrência de basaltos e riólitos. Geralmente o Fanerozoico ocorre, grandemente, na região sul de Moçambique, particularmente nas províncias administrativas políticas de Gaza, Inhambane e Maputo (CUMBE, 2007)

Massingir faz parte da formação fanerozoica e com uma presença de depósitos Jurássicos, Terciários e Quaternários (FIGURA 3.4), estes últimos relacionados com a atividade dos rios dos Elefantes e Limpopo (CARVALHO, 1975; BRITO *et al.*, 2009). Quanto às formações Jurássicas, é de destacar que Massingir tem duas formações, nomeadamente Movene e Umbelúzi, respetivamente com basaltos e riólitos, localizados no extremo oeste da região, na fronteira com a África do Sul e o Parque Nacional Kruger (BINGEN *et al.*, 2007; GRANTHAM *et al.*, 2011).

Os sedimentos do Quaternário subdividem-se em 3 níveis de terraços fluviais: inferior, médio e superior. Todos esses são compostos por areias vermelhas, conglomerados, cascalhos com matriz areno ferruginosa, seixos de arenito, calcário, e depósitos argilosos. Os sedimentos argilosos são associados aos sistemas de drenagem dos rios (aluviões), e os arenosos resultam dos depósitos pertencentes ao grupo Mananga (CARVALHO, 1975; BINGEN *et al.*, 2007; GRANTHAM *et al.*, 2011).

Massingir, também integra a formação quaternária de areias eólicas (Qe) que cobre a formação terciária de Mapai, especificamente as camadas TeAcs de grés conglomeráticos, que se pode encontrar perto da barragem de Massingir (GRANTHAM *et al.*, 2011) (FIGURA 3.4).

Quanto à hidrografia, o relevo condiciona a morfologia fluvial, correndo, a maior parte dos rios de Oeste para Este, atravessando sucessivamente montanhas, planaltos e planícies, antes de desaguiarem no Oceano Índico (FIGURA 3.3).

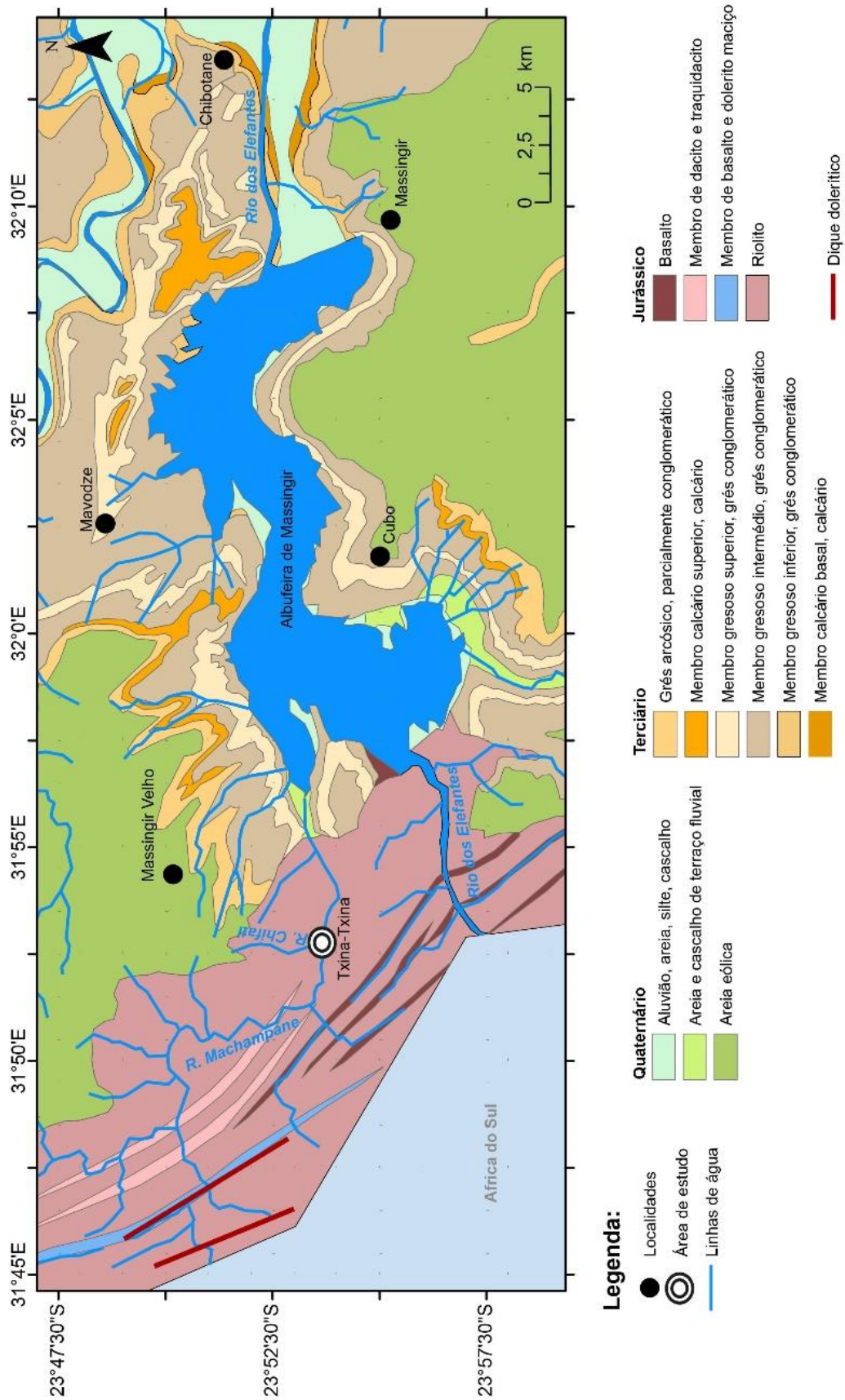


FIGURA 3.4. Mapa Geológico da área de Massingir. A área de estudo é apresentada um círculo com designação Txina-Txina (elaborado com base em Con-sórcio GTK para Cartografia Geológica, 2006).

Grande parte dos rios da África Austral nascem nos países vizinhos, excetuando alguns rios do Norte de Moçambique, que nascem em Moçambique (MUCHANGOS, 1999). Grande parte desses rios apresentam um regime irregular.

A rede hidrográfica da região de Massingir inclui o, Benhuca, Chingedzi, Chivambalane, Elefantes, Nhapombe, Inhatcozoane, Nhamvotso, Machampane, Mazimulhe e Zambalala. O rio Machampane (Machapane) é um dos afluentes do rio dos Elefantes, localizado a uma altitude média de 111 metros acima NMM (MAE, 2005).

3.4. Clima de Massingir

O clima em Moçambique é determinado por um conjunto de fatores, desde a continentalidade, altitude, exposição e posição geográfica. O clima de Moçambique é tropical seco, e os terrenos arenosos dominantes favorecem a evaporação e a infiltração das águas diminuindo, por consequência a escorrência superficial (MUCHANGOS, 1999).

O clima de Massingir é semiárido seco, com características marcadamente mais secas, onde as médias anuais de temperaturas variam entre 24° e 30° C e a pluviosidade é de 300 mm anuais, (FIGURA 3.5). O período das chuvas em Moçambique inicia-se em Outubro e tem a duração de 6 meses (MUCHANGOS, 1999).

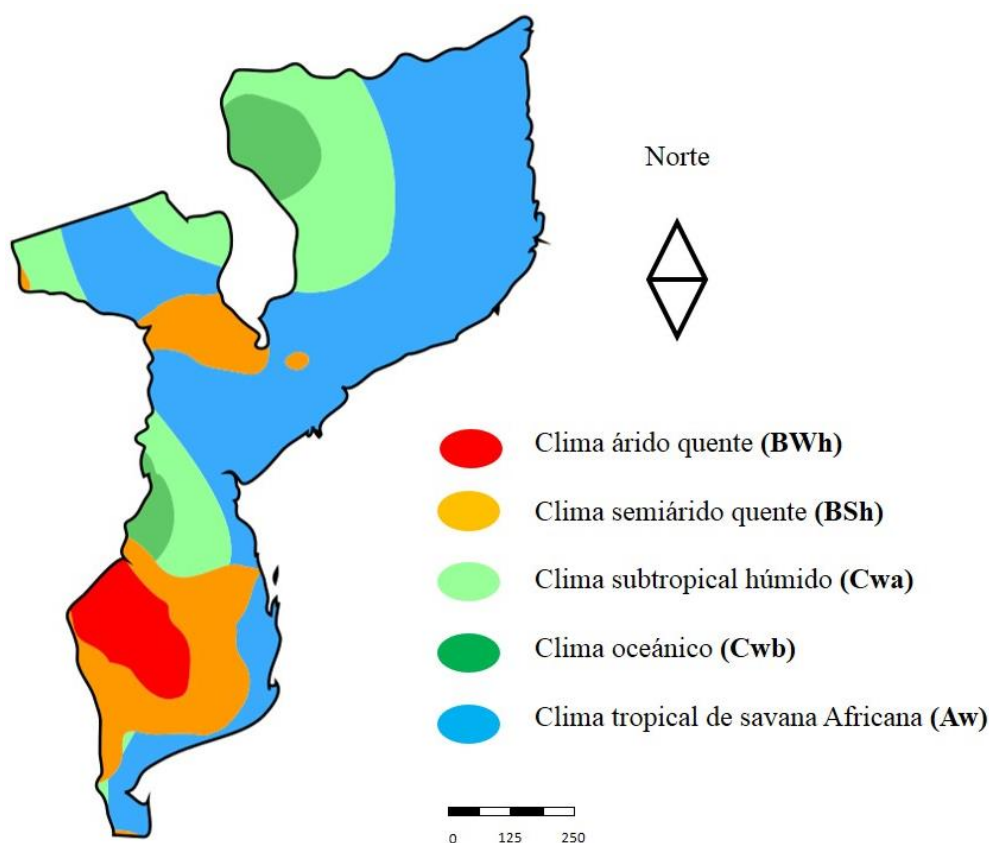


FIGURA 3.5. Mapa modelo Köppen do tipo de clima de Moçambique. Quente árido quente em verme-lho (BWh); semiárido quente em amarelo carregado (BSh); subtropical húmido em verde-claro (Cwa); oceânico em verde carregado (Cwb); e savana tropical em azul (Aw) (WIKIWAND, s.d.).

3.5. O Sítio de Txina-Txina

O sítio arqueológico de Txina-Txina (ver a FIGURA 3.6) foi identificado e interencionado no âmbito do “Projeto Idade da Pedra em Moçambique”, um projeto coordenado por Nuno Bicho, da Universidade do Algarve, Portugal. A descoberta do sítio aconteceu em 2015 pela equipa multidisciplinar encabeçada pelo coordenador do projeto supra. A intervenção arqueológica decorreu nos anos de 2016, 2017 e 2019 (ver os relatórios de Missão do Nuno Bicho a Moçambique, 2015, 2016, 2017 e 2019).



FIGURA 3.6. Vista geral de Txina-Txina, com o rio Machampane à direita (Foto cedida por Nuno Bicho)

De acordo com Bicho *et al.* (2016), a jazida de Txina-Txina (FIGURA 3.7) tem mais de 2 500 m² de área e está localizada num terraço, ao longo do desfiladeiro da ribeira de Machampane e do riacho Chifati. A ribeira de Machampane conflui com o Rio dos Elefantes, a cerca de 20 Km da albufeira de Massingir (BICHO *et al.*, 2016).



FIGURA 3.7. Vista geral da área de estudo - Txina-Txina. Da esquerda para a direita: a imagem A representa a vista da área de estudo, onde se observa a junção das ribeiras Chifati com a Machampane; a imagem B representa a vista geral do sítio onde foram abertas três sondagens arqueológicas (AA88, X108, P70) e um perfil geológico (TT2); ea imagem C é a vista geral da área de estudo, a partir da ribeira Machampane (Fotos cedidas por Brandon Zinsious).

Txina-Txina, que em língua xiChangana significa “dança dança” (segundo o relato dos membros da comunidade local), localiza-se dentro do Parque Nacional do Limpopo (PNL), especificamente no povoado de Machampane, aldeia de Massingir Velho, pertencente ao Distrito de Massingir. Este distrito reveste-se de uma importância simbólica pela comunidade que aí vive, por ser o local físico onde se revela a ligação entre os vivos e os mortos, os antepassados, guardiões das águas de Machampane e que protegem a população local de todos os males da terra. A libertação do espírito e o respetivo apaziguamento é feito através de cerimónias tradicionais que, por normas consuetudinárias, são dirigidas por um chefe ou líder tradicional que foi legitimado pelos antepassados da comunidade local e é reconhecido socialmente por todos os elementos da comunidade, e institucionalmente pelas entidades públicas governamentais da região.

As características geomorfológicas e geológicas da área (FIGURA 3.8) são propícias à existência de sítios ao ar livre e de grutas ou abrigos. Na região de Massingir, sobretudo em Machampane, onde se localiza o sítio de Txina-Txina, são observáveis variáveis fundamentais para o assentamento humano: recursos hídricos, abrigos rochosos, vegetação, fauna, matérias-primas líticas, água potável, etc. A presença dessas variáveis foram os motivos inequívocos para a escolha desta área para os trabalhos de arqueologia

da equipa de Nuno Bicho. Contudo, essas áreas foram seleccionadas de modo a responderem a questões relacionadas com a ocorrência de material arqueológico, cronologia e função do sítio.

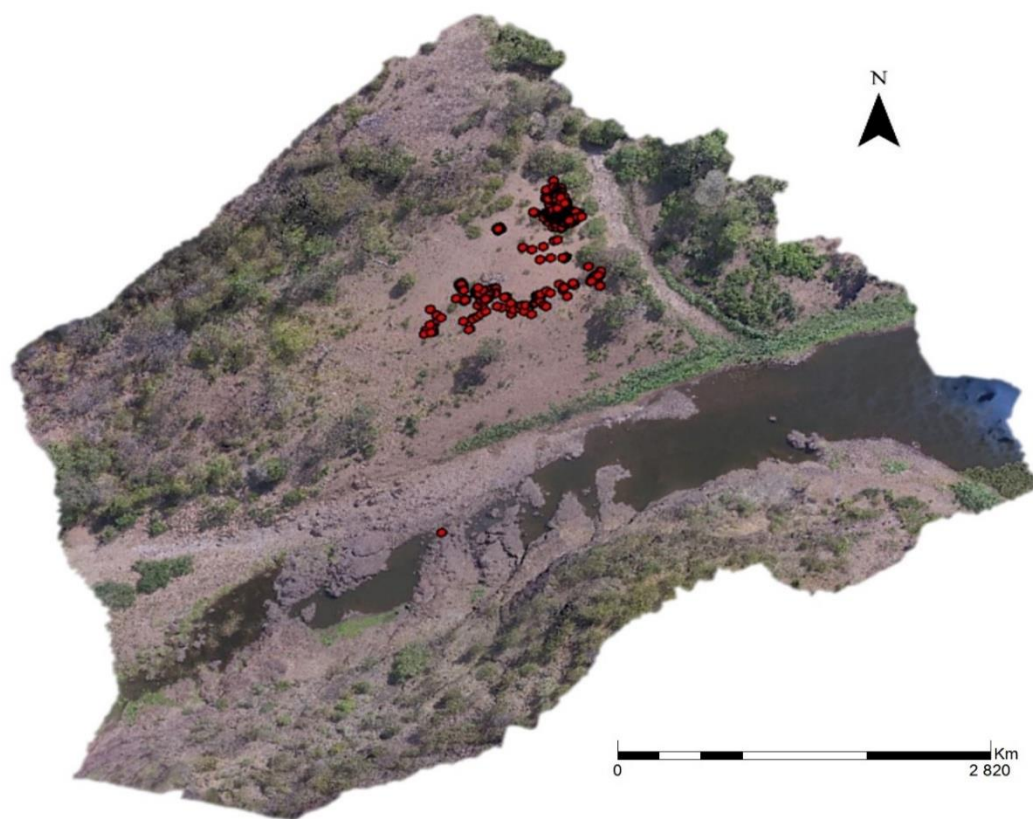


FIGURA 3.8. A modelação em 3D da área de estudo, mostrando a vista geral, com os locais onde foram levantados os pontos com elementos arqueológicos (Imagem cedida por Brandon Zinsious).

CAPÍTULO 4. MÉTODOS

No presente capítulo procurou-se conjugar um conjunto de métodos das disciplinas de Arqueologia e de Geologia, por forma a responder aos pressupostos do presente trabalho. Relativamente à interpretação dos resultados, para além dos métodos usualmente empregues em trabalhos de Geoarqueologia, a presente Dissertação procura trazer uma abordagem holística, com uma interpretação dos resultados baseada numa perspetiva comparativa e multi e interdisciplinar dos dados.

Para além de revisão bibliográfica e documental, os principais métodos tratados no presente trabalho são: o trabalho de campo; trabalho do laboratório; e a análise estatística multivariada.

4.1. Trabalho de campo

4.1.1. Escolha de locais para sondagens arqueológicas e o corte geológico

Para o levantamento pormenorizado da área em estudo, foi necessária a descrição das características físicas do sítio. Nessa vertente foi importante e necessário o recurso ao *Google Earth*. Esta é uma ferramenta informática indispensável para a compreensão da geomorfologia da área de estudo e para a delimitação da área de sondagens arqueológicas e de cortes geológicos. Esta ferramenta foi usada para o reconhecimento da área de estudo, antes de dar o início ao trabalho de campo. No trabalho de campo, a análise geomorfológica da área de estudo foi com base em dados aéreos obtidos no campo através da utilização de um *Drone* (Veículo aéreo não tripulado), dirigido por Brandon Zinsious, da University of Connecticut, EUA. Este equipamento foi usado para a captação de fotografias e permitiu também gerar modelos digitais do terreno, de boa resolução, fundamental para a compreensão dos processos de formação do registo arqueológico.

No campo, desenvolveu-se uma prospeção sistemática. Esta consistiu no percurso a pé ao longo da margem e do terraço das ribeiras de Machampane e Chifati, bem como nos limites mais altos do canhão que forma a ribeira, por forma a efetuar uma avaliação

visual da área e identificar as potenciais áreas com evidências da ocupação dos humanos anatomicamente modernos. Também esta prospeção serviu para confirmar as relações geológicas entre as fontes de sedimentos e as áreas de sondagens. Durante a caminhada, que permitiu observar a paisagem (litologias, morfologia, vegetação e estruturas antropogénicas) da área de estudo, utilizou-se um GPS (Sistema de Posicionamento Global) para georreferenciar os pontos de interesse do estudo, bem como novas jazidas que foram referenciadas e que foram já objeto de sondagens em 2019.

Durante a prospeção de superfície, para além da observação *in loco* do estado do sítio, foram recolhidas amostras de material lítico, de diferentes tipologias e das matérias-primas, com o propósito de os analisar macroscopicamente.

De uma maneira geral, a escolha do local das sondagens em Txina-Txina estabeleceu-se com base num plano convencional baseado em sistema cartesiano de quadrículas sentido Norte-Sul, designado por A, B, C, D, etc., com os números no sentido dos meridianos, formando assim a quadrícula. A localização do corte geológico foi escolhida de forma a permitir ter uma visão mais detalhada da zona de convergência entre as Ribeiras de Machampane e de Chifati, uma perspetiva alargada da topografia geral do terraço onde se encontra a jazida, bem como a expor a totalidade da estratigrafia da secção inferior, abaixo dos horizontes arqueológicos.

4.1.2. Levantamento topográfico da área de estudo

O objetivo do levantamento topográfico da área de estudo foi o de responder questões relacionadas com a localização específica do sítio em estudo e do contexto geomorfológico, para a produção de mapas da distribuição dos elementos arqueológicos e geológicos em diferentes dimensões com todos os vetores e indicadores ambientais.

O levantamento topográfico foi efetuado com recurso a uma estação total com o uso do *Software* EDM, desenvolvido por Harold Dibble e Shannon McPherron e disponível em www.oldstoneage.com. Este equipamento contribuiu para a localização dos vestígios arqueológicos pelas coordenadas topográficas, e das cotas onde se localizam os materiais arqueológicos (FIGURA 4.1).



FIGURA 4.1. Levantamento topográfico pelo João Cascalheira em 2017 na sondagem P70 (Foto cedida pela Ana Gomes)

4.1.3. Recolha de materiais arqueológicos e de sedimentos

Foram efetuadas 3 sondagens arqueológicas denominadas P70, X108 e AA88 e um perfil geológico, o TT2. Em cada uma das sondagens e no corte geológico coletaram-se amostras de sedimentos em intervalos de 10 cm, abrangendo todas as alterações das propriedades da massa sedimentar, de acordo com a metodologia descrita por Lewis McConchie (1994) (TABELA 4.1).

A recolha de sedimentos (ver a FIGURA 4.2) foi efetuada com o auxílio de uma colherim e um martelo de geólogo, até obter amostra suficiente para efetuar granulometrias e geoquímica (cerca de 200 gramas), que foram armazenadas em sacos plásticos com

dimensões 20x30 cm, devidamente etiquetadas, de acordo com a folha de etiquetas, previamente criada (ver a FIGURA 4.3).

TABELA 4.1. Apresentação do número de amostras coletadas por sondagem/perfil

Sondagem/perfil geológico	Profundidade (cm)	Nº de amostra recolhidas (n)
X108	100	11
AA88	200	21
P70	130	14
TT2	332	22
Total		68



FIGURA 4.2. O processo de coleta de sedimentos na sondagem P70

As amostras arqueológicas recolhidas eram guardadas em sacos de plásticos, devidamente identificados, e posteriormente levadas para o laboratório do ICAREHB para as análises devidas.

Local _____
Cota _____
Nº de amostra _____
Data ____ / ____ /2017

FIGURA 4.3. Exemplo de folha de etiquetas

A recolha das amostras dos materiais arqueológicos nos perfis das sondagens foi de 5 em 5 cm. Todas as amostras arqueológicas recolhidas, associadas aos sedimentos, eram crivadas em diferentes malhas com recurso à água, para poder se captar todo o tipo de material retido para posteriores estudos.

Todo o processo de recolha é registado numa ficha de campo (FIGURAS 1.1–1.6 do APÊNDICE 1). A ficha de campo (FIGURA 4.4, como exemplo da ficha de campo), utilizada para efetuar os desenhos e descrições das sondagens e corte, contém os seguintes elementos: nome do amostrador; data da recolha de amostras; local da recolha de amostra; nome do sítio arqueológicos; código das amostras; nº de amostras; profundidade; fotografia nº; orientação do perfil (sondagem); coordenadas geográficas (Latitude e Longitude); sondagem nº; desenho e descrição do perfil.

Nome do amostrador			
Data da recolha de amostras		Orientação	
Local da recolha de amostra			
Sítio arqueológico			
Código das amostras		Coordenadas Geográficas	
Nº de amostras		Longitude	Latitude
Profundidade			
Foto nº		Sondagem nº	
Desenho do perfil (incluir profundidade e códigos de amostras)		Descrição do perfil	
Observação:			

FIGURA 4.4. Exemplo de uma ficha de trabalho de campo para levantamento das amostras de sedimentos

4.2. Trabalho de laboratório

Nesta seção são apresentados os seguintes métodos: análise granulométrica de sedimentos; análise geoquímica de sedimentos; e análise de material arqueológico.

4.2.1. Análise granulométrica

No laboratório, as 68 amostras de sedimentos recolhidas no campo foram homogeneizadas e de seguida subdivididas em duas partes, uma para a componente da análise granulométrica e a outra para a geoquímica.

Para as análises granulométricas, as subamostras foram colocadas num copo de vidro de 600 ml e adicionou-se o peróxido de hidrogénio (FIGURA 4.5), com o objetivo de oxidar a Matéria Orgânica (MO) (LEWIS e MCCONCHIE, 1994; DIAS, 1987). Em seguida, essas subamostras foram deixadas a reagir durante algumas horas, antes de serem colocadas na placa de aquecimento, por forma a evitar uma reação muito violenta e conseqüente a perda de amostras. Depois desse processo, foram colocadas numa placa elétrica (FIGURA 4.6) e deixadas na mesma, até terminar a reação (cerca de 9 horas, dependendo da quantidade da Matéria Orgânica presente em cada amostra de sedimentos).



FIGURA 4.5. Copo de vidro de 600 ml com sedimento no processo de remoção de MO (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018)



FIGURA 4.6. O sedimento no processo de remoção de MO na placa de aquecimento, equipamento que serve para acelerar o processo de oxidação de MO (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018)

Após o arrefecimento, as subamostras foram lavadas com água para remover o peróxido de hidrogénio. Durante a lavagem, usou-se um crivo de 63 μ m, com o objetivo de separar as partículas finas (argila e silte) das grosseiras (areias e cascalhos). Após esse procedimento, as frações grosseiras, resultantes da separação, foram colocadas em cápsulas (de peso conhecido) e secas numa estufa por 24 h, entre 50° e 80° C (FIGURA 4.7).

O excesso de água foi retirado das frações finas usando um sistema de filtros ligado à uma bomba de vácuo e depois estas frações também foram colocadas em cápsulas, e secas na estufa. Depois de secas, tanto as frações finas como as grosseiras de todas as amostras foram pesadas junto com a cápsula e o seu peso calculado através da diferença entre o peso da cápsula com a amostra com o peso da cápsula.



FIGURA 4.7. Estufa, o sedimento no processo de secagem na estufa, temperatura de 80°C (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018)

Posteriormente, as frações grosseiras foram crivadas a seco (método de peneiração - LEWIS e MCCONCHIE, 1994). O método de peneiração consistiu em construir uma coluna de crivos com diferentes malhas, cada vez mais apertadas do topo para a base, com uma base metálica, onde ficaram retidos alguns sedimentos com tamanhos inferiores à 63 μ m, que não foram retirados com a lavagem. Após colocar as amostras no crivo de malha mais larga, a coluna de crivos foi colocada sobre um agitador eletromagnético que, imprime simultaneamente movimentos verticais e horizontais (DIAS, 1987), durante

cerca de 15 minutos (FOLK e WARD, 1957) com uma frequência de 20 vezes por segundo (DIAS, 1987) para que as partículas fossem separadas pelos crivos de acordo com o seu tamanho (FIGURA 4.8).

Depois da peneiração, os sedimentos retidos em cada peneiro foram pesados, e o seu peso foi anotado numa folha específica (FIGURAS 4.9 e 4.10) para as análises estatísticas. Todas as frações separadas pelos crivos foram guardadas em sacos devidamente identificados.



FIGURA 4.8. O presente autor na imagem mostrando a coluna de peneiros no agitador eletrônico, equipamento utilizado no Laboratório Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018)

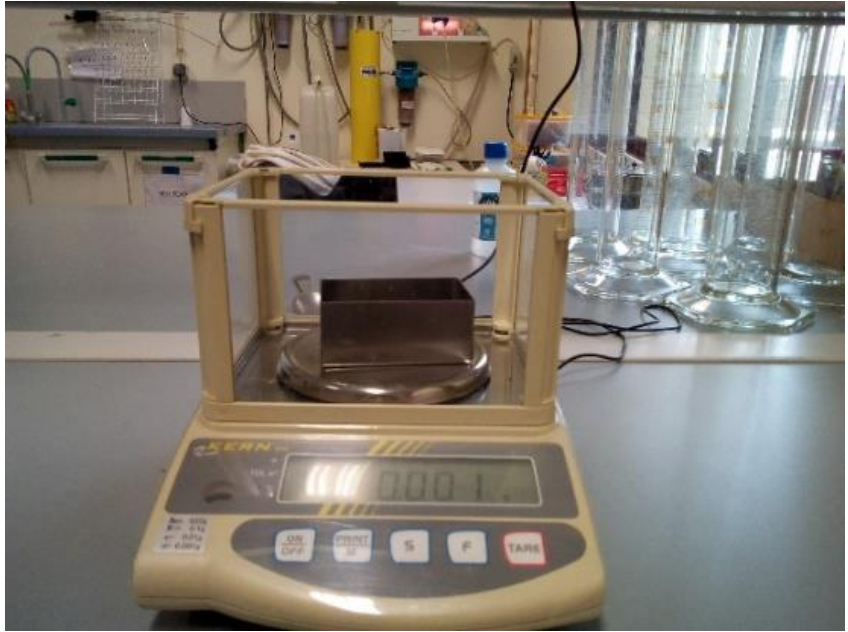



FIGURA 4.9. Pesagem das diferentes frações de sedimento. (Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018)


CIACOMAR
 Centro de Investigação dos
 Ambientes Costeiros e Marinhos

Análise Granulométrica - Fração > 0,063

Referência da amostra: T12-130, CaP.123 Data: _____

Abertura dos peneiros (mm)	Limites em unidades ϕ		Peso retido (g)	%	% Cumulativa
> 31,5	>-5,0				
22,40	-5,0	-4,5			
16,00	-4,5	-4,0	6,328		
11,20	-4,0	-3,5	5,174		
8,00	-3,5	-3,0	1,853		
5,60	-3,0	-2,5	3,266		
4,00	-2,50	-2,00	10,399		
2,80	-2,00	-1,50	2,185		
2,00	-1,50	-1,00	5,250		
1,40	-1,00	-0,50	2,394		
1,00	-0,50	0,00	2,92		
0,710	0,00	0,60	2,065		
0,500	0,50	1,00	4,088		
0,355	1,00	1,50	5,189		
0,250	1,50	2,00	6,728		
0,180	2,00	2,50	6,266		
0,125	2,50	3,00*	7,786		
0,090	3,00	3,50	5,088		
0,063	3,50	4,00	4,587		
<0,063	>4,00		0,232		
Totais					

Peso inicial: 177,532
 Peso final: _____
 Erro: _____

Rubrica: _____

Avenida das Forças Armadas, 2700-311 Odão, Tel: 289 707087

FIGURA 4.10. A folha de registo de dados granulométricos, disponível no Laboratório de Sedimentologia, Universidade do Algarve, 2018)

4.2.2. Análise geoquímica de sedimentos

As subamostras foram analisadas geoquimicamente no Laboratório Actlabs Ltd, Canadá, como mostra a tabela de encomenda de análise das amostras (TABELA 4.2). Os detalhes sobre a preparação das amostras e a análise litogeoquímica (análise da rocha total por fusão de emissão de plasma indutivamente acoplado) aos elementos principais e aos elementos traço, podem ser consultados em Activation Laboratories Ltd. (2020).

TABELA 4.2. Descrição do número de amostras de sedimento, códigos das amostras enviadas para o laboratório Actlab no Canadá em 2018 e código de preparação e análises efetuadas

Nº de amostras	Código das amostras	Código de preparação	Código da análise
18	TT2-0 a TT2-170	Rx4	WRA-ICP-4B
21	AA88-0 a AA88-200	Rx4	WRA-ICP-4B
14	P70-0 a P70-130	Rx4	WRA-ICP-4B
2	TT2a-20 e TT2a-50	Rx4	WRA-ICP-4B
11	X108-0 a X108-100	Rx4	WRA-ICP-4B
2	TT2c-30 e TT2c-62	Rx4	WRA-ICP-4B

Foram analisados os seguintes elementos químicos: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, Ba, Sr, Y, Sc, Zr, Be, V e incluindo a LOI (determinação da matéria orgânica presente nos sedimentos por perda por ignição). Os resultados destas análises foram utilizados para o cálculo de rácios e índices geoquímicos, conforme a TABELA 4.3.

4.2.3. Determinação da cronologia do sítio

Para determinar a cronologia do sítio de Txina-Txina foi usado o método de datação radiocarbono com recurso aos fragmentos de conchas de moluscos terrestres e casca de ovo de avestruz, de entre os raros elementos orgânicos existentes na jazida. Essas amostras para datações, sob auspício de Nuno Bicho e Jonathan Haws da University of Louisville, EUA, foram enviadas para o Laboratório de Datação por Radiocarbono da Universidade de Waikato, Nova Zelândia. Foram datadas as amostras provenientes das sondagens X108 e AA88.

TABELA 4.3. Indicadores geoquímicos para reconstrução paleoambiental, apresentados com base na fórmula e respetiva referência bibliográfica

Indicador	Fórmula	Referência
Energia fluvial de transporte (Proveniência de sedimento)	Al_2O_3/SiO_2	SHELDON e TABOR, 2009 FREITAS <i>et al.</i> , 2003
Proveniência de sedimento	TiO_2/Zr	FERRO-VÁZQUEZ <i>et al.</i> , 2017
Proveniência de sedimento	TiO_2/Al_2O_3	SHELDON e TABOR, 2009
Acumulações da matéria orgânica	P_2O_5/CaO	WARREN <i>et al.</i> , 2002
Formação de Calcretos	SiO_2/CaO	ACHYUTHAN <i>et al.</i> , 2012
Calcificação	$(CaO+MgO)/Al_2O_3$	NESBITT e YOUNG, 1984 SAWYER, 1986 EZE e MEADOWS, 2015
Paleoaridade	Na_2O / K_2O	SMYKATZ-KLOSS e ROY, 2010
Salinization	$(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3$	NESBITT e YOUNG, 1984 EZE e MEADOWS, 2015
Lixiviação	Ba/Sr	SHELDON e TABOR, 2009
Índice de Alterações Químicas (CIA)	$Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$	NESBITT e YOUNG, 1982 SINGH <i>et al.</i> , 2017
Índice de Alterações Meteoríticas/Intempéricas (CIW)	$Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$	EZE e MEADOWS, 2015
Índice de Meteorização Química (WI-1)	$(SiO + CaO) / (Fe + Ti)$	DARMODY <i>et al.</i> , 2005 SHELDON e TABOR, 2009 EZE e MEADOWS, 2015
Índice de Meteorização Química (WI-2)	$(Si + Ca) / (Fe + Ti + Al)$	DARMODY <i>et al.</i> , 2005 SHELDON e TABOR, 2009 EZE e MEADOWS, 2015

O tratamento laboratorial da datação dessas amostras pode ser consultado no manual de procedimentos do Laboratório de Datação da Universidade de Waikato, Nova Zelândia (Radiocarbon Dating Laboratory, University of Waikato, 2017).

Nesta tese, as datas resultantes da datação por radiocarbono são apresentadas seguindo a designação cal. BP (cal=calibração; BP=Before Present), indicando a calibração para corresponder às idades comumente conhecidas na terminologia aplicada em ciência arqueológica. Para isso, foi necessário calibrar as datas convencionais através de um *Software*, o *Calib* (STUIVER *et al.*, 2020), disponível <http://calib.org/>, com o propósito de facilitar a determinação da possível idade do calendário da amostra.

4.2.4. Análise de material arqueológico

Nesta seção, serão apresentados os métodos de análise dos materiais arqueológicos (líticos e materiais de origem orgânica). A análise do material lítico, consistiu na classificação tecno-tipológica e identificação do tipo da matéria-prima, e na análise da

concentração de líticos por volume de amostra de sedimento coletada nas sondagens X108, AA88 e P70.

Os materiais líticos foram analisados por Pedro Horta e Nuno Bicho. As metodologias usadas para estas análises são as que foram descritas pelos diferentes clássicos em diferentes períodos da historiografia da tecnologia lítica na perspectiva arqueológica (BORDES, 1961; TIXIER, 1974; TOTH e SCHICK (2007); DIBBLE, 1988; CLARK e KLEINDIENST, 2001), bem como com os descritores tecnológicos seguidos pelo grupo de investigação do ICArEHB que podem ser vistos em Bicho (1992, 2002) e Cascalheira (2013).

A análise consistiu exclusivamente em classificar os atributos qualitativos e quantitativos do material lítico com o objetivo de entender os padrões de distribuição destes em relação aos níveis amostrados e do tipo e técnica predominante em todas as sondagens. Dos atributos tratados, constam os morfológicos, métricos e tecno-tipológicos. Também foi verificado o estado de conservação do material e a alteração da sua forma, para poder aferir os fatores envolventes às tais alterações.

Quanto à identificação das matérias-primas, cingiu-se à identificação do tipo de rocha, quantificação e pesagem, e análise foi com base na observação meticulosa dos materiais, tendo-se apoiado dos seguintes equipamentos: lupa binocular, balança e paquímetro eletrónico.

4.2.5. Análise de material orgânico de natureza arqueológica

As amostras de material arqueológico de natureza orgânica analisadas no presente trabalho foram: conchas, fragmentos de ossos e carvões. Esse material foi analisado pelos colegas Lino André (conchas) e Patrícia Monteiro e Roxane Matias (carvões). Relativamente aos métodos usados para análise desse material, seguiu-se todo um conjunto de protocolo empregue por outros arqueólogos especialistas da área da Zooarqueologia. Dessas análises dos colegas, inclui-se a avaliação das características do material, o estado de conservação, classificação taxonómica (se for o caso) e respetiva quantificação.

4.3. Análise estatística multivariada

4.3.1. Parâmetros estatísticos granulométricos

Depois das análises laboratoriais de todo o conjunto de amostras, procedeu-se ao tratamento de dados com recurso ao *Software* GRADISTAT versão 8. Este *Software* está disponível gratuitamente na internet. Trata-se de um *Software* executado em folhas de *Excel*. De fácil operacionalização e eficaz, o GRADISTAT analisa estatisticamente os dados granulométricos provenientes da peneiração e difração à Laser, ordena os dados em média, mediana, assimetria, curtose, desvio padrão, e outras formas de representação, como por exemplo a descrição gráfica (gráficos em curva ou histogramas) (BLOTT e PYE, 2001) (FIGURA 4.11).

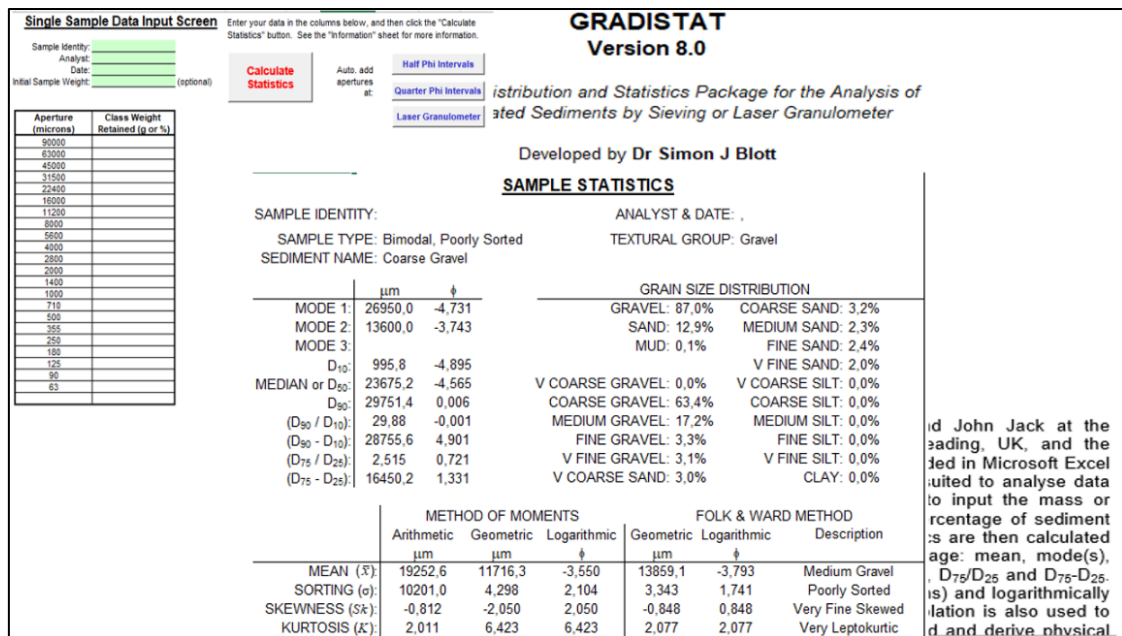


FIGURA 4.11. A visualização do aspeto geral de GRADISTAT

O GRADISTAT apresenta cinco métodos, nomeadamente o método de momento aritmético, expresso em mm; método de momento geométrico (mm); método de momento logarítmico (mm); método Folk e Ward (1957) expresso em ϕ ; método Folk e Ward (1957) expresso em μ . O presente trabalho adotou o método Folk e Ward (1957) expresso em μ , descrito por Dias (1987), como sendo de fácil de compreensão, eficaz e flexível ao nível estatístico.

A composição textural, apresentada nesta Dissertação, combina as dimensões texturais da escala de Wentworth (1922) (TABELA 4.4) expressas em quantidade percentual pelo GRADISTAT. Os parâmetros granulométricos estatísticos adotados neste incluem, a média, a calibração, a assimetria e a curtose.

Os parâmetros usados para a classificação da calibração, são apresentados na TABELA 4.5. Este é definido como sendo o grau de seleção ou uma medida de dispersão da amostra (JESUS e ANDRADE, 2013)). Quanto à análise da assimetria, o presente trabalho obedeceu à tabela classificativa sobre os valores propostos por Folk e Ward (1957) (TABELA 4.6).

TABELA 4.4. Tabela granulométrica de WENTWORTH (1922) (adaptado de DIAS, 1987).

Classificação de wentworth	Escala (fi)	Escala (mm)	Classificação de wentworth	Escala (fi)	Escala (microns)
Bloco	-9	512	Silte grosseiro	5	31
	-8	256	Silte médio	6	15,6
Burgau	-7	128	Silte fino	7	7,8
	-6	64	Silte muito fino	8	3,9
Seixo	-5	32	Argila grosseira	9	2
	-4	16	Argila média	10	0,98
	-3	8	Argila fina	11	0,49
	-2	4	fina		
Cascalho	-1	2	Argila muito	12	0,24
Areia muito grosseira	0	1	Coloide	13	0,12
Areia grosseira	1	0,500			
Areia média	2	0,250			
Areia fina	3	0,125			
Areia muito fina	4	0,0625			

TABELA 4.5. Modelo classificativo de FOLK (1968) para os valores correspondentes ao grau de seleção (Adaptado de DIAS, 1987)

Designação	FOLK e WARD (1957)
Muito bem calibrado	<0,35
Bem calibrado	0,35 a 0,50
Moderadamente bem calibrado	0,50 a 0,71
Moderadamente calibrado	0,71 a 1,00
Mal calibrado	1,00 a 2,00
Muito mal selecionado	2,00 a 4,00
Extremamente mal selecionado	>4,00

TABELA 4.6. Designações para os valores da assimetria propostos por FOLK (1957) (Adaptado DIAS, 1987)

Designação	FOLK e WARD (1957) (SKI)
Fortemente assimétrica no sentido dos finos	+1,00 a +0,30
Assimétrica no sentido dos finos	+0,30 a +0,10
Aproximadamente simétrica	+0,10 a -0,10
Assimétrica no sentido dos grosseiros	-0,10 a -0,30
Fortemente assimétrica no sentido dos grosseiros	-0,30 a -1,00

No que respeita à curtose, esta define-se como sendo o grau de achatamento de uma curva em relação à curva representativa de uma distribuição norma (JESUS e ANDRADE, 2013). Os parâmetros modelo usados para análise de amostras de sedimentos estão representados na TABELA 4.7.

TABELA 4.7. Modelo classificativo de FOLK (1968) para a designação de angulosidade da curva granu-lométrica (Adaptado Dias, 1987)

Designação	FOLK e WARD (1957) (KG)
Muito platicúrtico	<0,67
Platicúrtico	0,67 a 0,90
Mesocúrtico	0,90 a 1,11
Leptocúrtico	1,11 a 1,50
Muto leptocúrtico	1,50 a 3,00
Extremamente leptocúrtico	>3,00

O *Software Excel* foi usado para a criação de Tabelas descritivas do grupo textural, média, curtose, assimetria e calibração.

4.3.2. Parâmetros estatísticos geoquímicos

Para sistematizar os dados da geoquímica, estes foram colocados na folha de Excel e em seguida foi feito o cálculo respetivo dos rácios. Alguns elementos que se apresentavam em partes por milhão (*ppm*), foram convertidos em percentagens (%).

Para a representação gráfica do padrão de variação dos rácios geoquímicos ao longo das sondagens e do perfil, os rácios foram representados em gráficos, usando o *Software C2*, versão 1.7 (JUGGINS, 2007). Este é um aplicativo de acesso livre e gratuito, disponível na internet (<https://www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins/>). Sendo um *Software* desenhado para responder as questões de dados ecológicos e paleoambientais, o C2 foi

importante para este trabalho, pelo fato deste ter contribuído, a partir das análises dos gráficos, a compreensão da variação dos rácios ao longo das sondagens e corte. O C2 funciona com importação de dados a partir do *Software Excel* e, pode exportar para o mesmo meio ou diferentes (*Software Access, Tilia e Corel*) dados, nomeadamente gráficos em formato de imagens, PDF, etc. (FIGURA 4.12 sobre o *Software C2*).

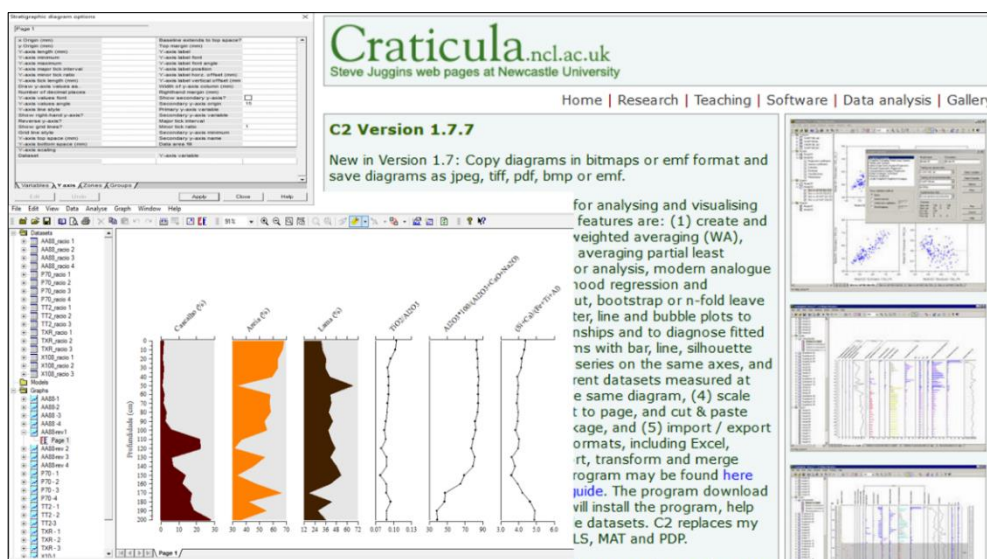


FIGURA 4.12. A visualização do aspeto de Software C2

4.3.3. Análise dos Componentes Principais (PCA)

Para inferir a origem dos sedimentos (aluvião/coluvião) e as suas semelhanças com a composição química das rochas atravessadas pelos rios Machampane e Chifati, a montante de Txina-Txina, foi feita uma Análise de Componentes Principais (PCA) (LEPŠ e ŠMILAUER, 2003; LEGENDRE e BIRKS, 2012).

O PCA, um sistema estatístico inventado por Pearson (1901), utiliza dois vetores ortogonais para organizar dados que se correlacionam entre si num conjunto de dados qualitativos ou quantitativos designados aqui como variáveis linearmente não correlacionadas (HAMMER *et al.*, 2001). Há várias formas de cálculo do PCA, sendo que o presente trabalho recorreu ao *Software PAST*, versão 3.0 (HAMMER *et al.*, 2001). Este, é um aplicativo de acesso livre e gratuito (clique aqui: https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) para tratar os dados dos elementos químicos associados aos vestígios arqueológicos.

O PAST é usado para análise estatística, com funções para manipulação de dados, desenhos gráficos, análise estatística univariada e multivariada. Sendo um aplicativo comumente utilizado pelos geólogos e ecólogos, este foi fundamental, com base nos diagramas, para a análise dos componentes principais (FIGURA 4.13). O PCA foi efetuado utilizando uma matriz de correlação, por forma a normalizar os dados geoquímicos, têm uma grande variância.

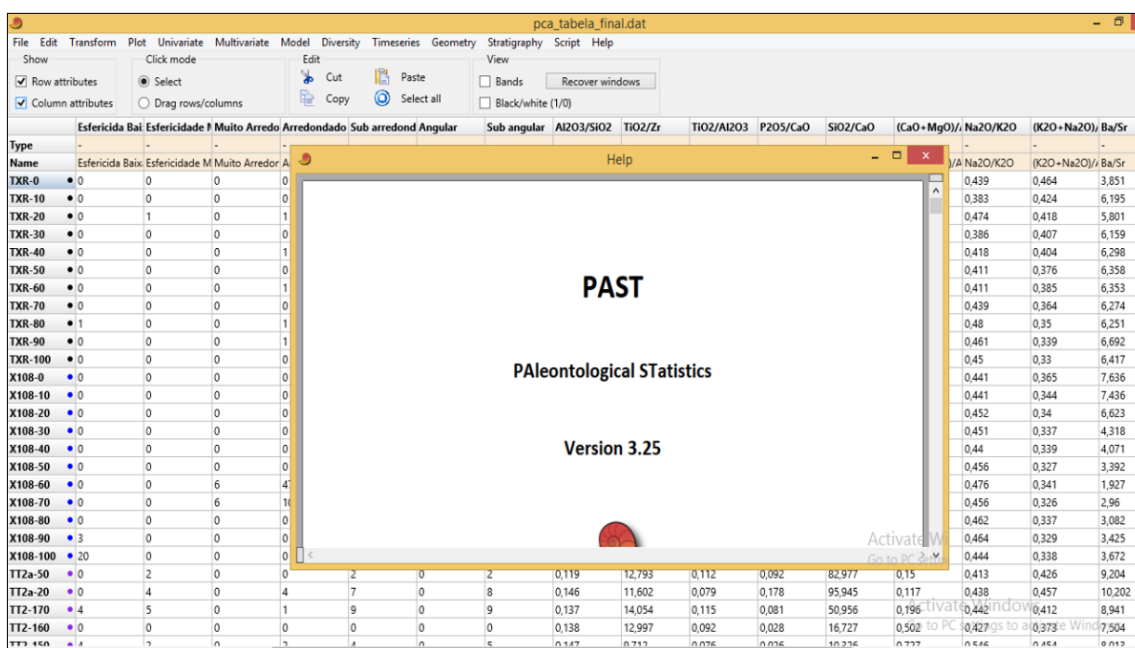


FIGURA 4.13. A visualização do aspeto de aplicativo PAST

Os diagramas obtidos a partir deste aplicativo foram exportados para o aplicativo de edição de imagens e de documentos vetoriais, o *Inkscape* SVG 1.1 (DAHLSTRÖM, 2011), disponível aqui: <https://inkscape.org/pt/doc/keys092.html>, para a respetiva edição.

4.3.4. Análises de agrupamento de elementos químicos (Cluster)

Por forma a melhor definir as unidades estratigráficas de cada sondagem com base nas semelhanças geoquímicas existentes entre as amostras analisadas, efetuou-se uma análise de *Cluster* em modo Q. De acordo com Legendre e Birks (2012), esta análise permite agrupar amostras que se considerem apresentar as semelhanças entre elas ao longo de um perfil estratigráfico (i.e., as amostras são estratigraficamente constrangidas). Esta análise foi efetuada através da aplicação CONISS disponível no programa TILIA

(GRIMM, 1987). Efetuaram-se transformações do quadrado da raiz para que a importância relativa das percentagens dos elementos maiores fosse atenuada e a dos elementos vestigiais fosse acrescida.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS: GRANULOMETRIA E GEOQUÍMICA

No presente capítulo são apresentados os resultados analíticos. São arroladas nas duas secções, granulometria e geoquímica, importantes componentes que suportam o argumento sobre o qual a integração desses indicadores geoarqueológicos é indispensável para a compreensão da história do paleoambiente e de processos de formação de registo arqueológico. As secções apresentam a caracterização qualitativa e quantitativa de amostras de sedimentos analisadas em laboratórios da Universidade do Algarve e da Actlab (Canadá), como referido no capítulo dos métodos.

5.1. Granulometria e morfometria dos sedimentos

Nesta secção são descritos meticulosamente os resultados da granulometria (TABELAS 2.1–2.7 do APÊNDICE 2), nomeadamente, a composição textural, média granulométrica, calibração, assimetria e curtose.

5.1.1. Composição textural e a média granulométrica

Os grupos texturais presentes nas amostras da sondagem AA88 (0-200 cm) são o cascalho, a areia e, a argila e silte. Regista-se uma grande percentagem de areia comparativamente às outras dimensões de sedimentos, seguindo-se a argila e o silte (TABELA 5.1).

Em termos do diâmetro dos sedimentos (a média granulométrica), a areia varia ao longo da sondagem, entre fina e muito fina (71,40 e 232,3 μm). A única exceção é a da amostra recolhida aos 50 cm de profundidade cuja média granulométrica é silte muito grosseiro (37,43 μm).

Tal como na sondagem AA88, a sondagem X108 apresenta uma composição textural de cascalho, areia e argila e silte (TABELA 5.2). A areia constitui o grupo textural mais representativo na sondagem. A média granulométrica varia entre areia muito fina muito grosseira (66,27 e 12282,9 μm) e com pouca representação de silte muito grosseiro

(57,36; 59,68; e 56,26 μm) que se localiza nas profundidades 30, 40 e 50 cm, respectivamente.

TABELA 5.1. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos da sondagem AA88 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm)

Profundidade (cm)	Composição textural			Média	
	Cascalho (%)	Areia (%)	Argila e Silte (%)	Classificação	(μm)
0	1,0	68,3	30,8	Areia muito fina	95,07
10	0,7	66,7	32,6	Areia muito fina	94,09
20	0,4	63,7	36,0	Areia muito fina	82,10
30	1,0	63,2	35,8	Areia muito fina	85,37
40	0,8	59,0	40,3	Areia muito fina	75,83
50	0,3	33,3	66,4	Silte muito grosseira	37,43
60	1,6	57,6	40,8	Areia muito fina	77,55
70	0,7	57,3	42,0	Areia muito fina	72,28
80	2,7	58,0	39,3	Areia muito fina	81,86
90	2,2	53,6	44,2	Areia muito fina	71,40
100	5,6	55,5	38,9	Areia muito fina	96,14
110	21,5	36,6	41,8	Areia fina	191,8
120	21,9	31,3	46,8	Areia fina	193,7
130	5,5	53,7	40,7	Areia muito fina	91,21
140	6,4	45,2	48,3	Areia muito fina	72,24
150	13,6	33,3	53,1	Areia muito fina	89,31
160	11,3	47,0	41,7	Areia muito fina	103,7
170	16,9	66,2	16,9	Areia média	279,9
180	15,8	41,6	42,5	Areia fina	125,4
190	18,1	54,8	27,1	Areia fina	202,5
200	27,6	36,2	36,2	Areia fina	232,3

TABELA 5.2. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos da sondagem X108 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm)

Profundidade (cm)	Composição textural			Média	
	Cascalho (%)	Areia (%)	Argila e Silte (%)	Classificação	(μm)
0	4,9	57,3	37,8	Areia muito fina	82,52
10	0,7	55,5	43,8	Areia muito fina	68,25
20	2,6	52,1	45,3	Areia muito fina	66,27
30	1,0	49,0	50,0	Silte muito grosseira	57,36
40	1,4	49,6	49,0	Silte muito grosseira	59,68
50	4,7	41,5	53,8	Silte muito grosseira	56,26
60	36,7	29,9	33,4	Areia média	384,8
70	55,8	20,7	23,6	Areia muito grosseira	1282,9
80	20,2	34,3	45,5	Areia fina	147,4
90	23,0	36,7	40,3	Areia fina	184,7
100	27,2	32,5	40,3	Areia fina	193,8

A textura de sedimentos da sondagem P70 inclui também cascalho, as argilas e silte, tendo, com tudo, a areia uma predominância notável dentro essa composição. A média granulométrica varia entre areia fina e muito fina (189,8-72,97 μm) (TABELA 5.3). Na cota 130 cm, verificou-se um aumento da percentagem de cascalho, em termos de composição textural, fazendo com que a média granulométrica desta amostra seja 14438,5 μm .

TABELA 5.3. Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos da sondagem P70 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm)

Profundidade (cm)	Composição textural			Média	
	Cascalho (%)	Areia (%)	Argila e Silte (%)	Classificação	(μm)
0	1,9	69,3	28,8	Areia muito fina	110,6
10	2,2	66,8	31,0	Areia muito fina	111,8
20	2,0	59,8	38,2	Areia muito fina	95,80
30	1,4	66,6	32,0	Areia muito fina	108,3
40	3,3	69,1	27,7	Areia fina	137,5
50	9,0	66,3	24,7	Areia fina	189,8
60	5,9	51,6	42,5	Areia muito fina	92,10
70	8,3	57,0	34,6	Areia muito fina	113,5
80	1,3	54,8	43,9	Areia muito fina	72,97
90	1,9	60,5	37,6	Areia muito fina	83,66
100	1,7	61,8	36,6	Areia muito fina	89,32
110	7,8	58,2	34,0	Areia muito fina	114,6
120	14,4	52,9	32,7	Areia fina	155,7
130	90,2	6,0	3,8	Cascalho médio	14438,5

A sequência do perfil TT2 apresenta as mesmas características em termos da composição textural, estando o cascalho presente em diversas profundidades amostradas. A areia cobre os níveis onde se regista uma concentração de cascalho, havendo intercalações ao longo da sequência. A média de cascalho varia entre muito fino e grosseiro (2675,3–31372,7 μm), ao passo que a areia é grosseira e muito grosseira (531 a 1974,2 μm), como se pode verificar na TABELA 5.4.

TABELA 5.4 - Classificação geral da composição textural e da média granulométrica dos sedimentos do perfil TT2 em relação às profundidades de amostragem. A composição é apresentada em percentagem (%), e a média granulométrica é em micron (μm)

Profundidade (cm)	Composição textural			Média	
	Cascalho (%)	Areia (%)	Argila e Silte (%)	Classificação	(μm)
0	36,9	46	17,1	Areia muito grosseira	1282,1
30	92	5,2	2,8	Cascalho grosseiro	31372,7
50	66,1	22,8	11,1	Cascalho fino	4955,8
60	31,4	41,4	27,2	Areia muito grosseira	1266,3
70	84,2	7,7	8,1	Cascalho grosseiro	29103,7
80	82	9,8	8,1	Cascalho médio	13979,3
90	30,3	36,4	33,3	Areia muito grosseira	1130,0
100	22,9	43,4	33,7	Areia grosseira	660,0
110	31,7	30,5	37,8	Areia muito grosseira	1279,9
120	32,7	33,8	33,5	Areia muito grosseira	1359,9
130	48,8	33,1	18,1	Cascalho muito fino	2675,3
140	1,9	66,4	31,7	Areia grosseira	656,9
150	30,1	44,3	25,6	Areia muito grosseira	1974,2
160	0,8	80,1	19,1	Areia grosseira	531,0
170	2,4	75,2	22,4	Areia grosseira	805,8
180	8,3	68,1	23,6	Areia muito grosseira	1227,1
190	8,9	61,8	29,3	Cascalho muito fino	2399,7
200	12,3	61,8	25,9	Areia muito grosseira	1052,7
210	13,4	64,8	21,7	Areia grosseira	958,5
220	79,5	18,4	2,1	Cascalho médio	8618,4
258	8,1	76,1	15,8	Areia grosseira	576,6
290	81,3	17,2	1,5	Cascalho médio	12458,1

5.1.2. Calibração, Assimetria e Curtose

A TABELA 5.5. ilustra os valores da assimetria, calibração e da curtose da sondagem AA88. Em geral, os sedimentos dessa sondagem são extremamente mal calibrados (4,592 e 19,670 σ). Quanto à assimetria, os sedimentos apresentam-se muito finamente assimétricos (-0,303 e -0,343 *Sk1*) imediatamente à superfície (10 e 0 cm de profundidade) e finamente assimétricos (-0,285 – -0,108 *Sk1*) entre os 90 e 20 cm de profundidade, excluindo aos 50 cm. Os sedimentos são grosseiramente assimétricos aos 170-200, 110 e 50 cm de profundidade (0,120 e 0,240 *Sk1*), simétricos nas profundidades 160, 140, 130, 100 cm (- 0,096 – 0,064 e *Sk1*), e muito grosseiramente assimétricos aos 150 e 120 cm (0,317 e 0,363 *Sk1*). No que diz respeito à curtose, as classes distribuem-se entre leptocúrtica (1,196 *KG*) à profundidade 170 cm, platicúrtica (0,795 – 0,899 *KG*) entre as profundidades 20 e 70 cm, 90, 110, 120 e 150 cm, muito platicúrtica (0,655 *KG*) aos 200 cm; e mesocúrtica (0,956 e 1,045 *KG*) nas profundidades 0, 10, 80, 100, 130, 140, 160, 180 e 190 cm.

A sondagem X108 apresenta sedimentos extremamente mal calibrados ($4,965 - 20,35 \sigma I$). As amostras recolhidas aos 100, 40, 30 e 0 cm de profundidade são simétricas ($0,095 - -0,099 Sk1$), aos 10 e 20 cm são finamente assimétricas ($-0,183$ e $-0,109 Sk1$), grosseiramente assimétricas aos 50, 60, 80 e 90 cm de profundidade ($0,121$ e $0,194 Sk1$) e aos 70 cm o sedimento é muito finamente assimétrico ($-0,538 Sk1$). Dos 50 aos 10 cm e aos 80 cm de profundidade as amostras são platicúrticas ($0,889 - 0,709 KG$) e muito platicúrticas aos 100, 90, 70, 60 cm ($- 0,667 - 0,587 KG$), ao passo que junto à superfície (0 cm de profundidade) os sedimentos são mesocúrticos ($1,027 KG$) (TABELA 5.6).

A TABELA 5.7 mostra que as amostras de sedimentos da sondagem P70 são extremamente mal calibradas, variando entre $4,938$ e $9,920 \sigma I$, à exceção da amostra recolhida aos 130 cm, que é muito mal calibrada ($3,384 \sigma I$). Entre os 50-0 cm e 110-80cm de profundidade, os sedimentos são finamente assimétricos ($0,095 - -0,116 Sk1$), simétricos ($-0,092 - -0,015 Sk1$) aos 120, 70 e 60 cm, e muito finamente assimétrico ($-0,682 Sk1$) aos 130 cm de profundidade. Da profundidade 130-0cm, observa-se uma variação da curtose das amostras de sedimento, sendo as amostras muito leptocúrticas ($2,790 KG$) aos 130 cm de profundidade, mesocúrticas ($0,921 - 1,106 KG$) aos 120, 110, 50-30 e 10-0 cm de profundidade, platicúrticas ($0,777 - 0,883 KG$) dos 100-80, 60 e 20 cm de profundidade e leptocúrticas ($1,231 KG$) aos 70 cm de profundidade.

A TABELA 5.8 apresenta os valores da calibração, assimetria e da curtose do perfil TT2. Em geral, ao nível da calibração, esses sedimentos muito mal calibrados ($9,120 - 4,018 \sigma I$) na maioria das amostras ($290,220, 170 - 200, 90-150, 50$ e 60), alternando com sedimentos mal calibrados ($3,680-2,045 Sk1$) aos 258, 210, 160, 80, 70 e 70, 30 cm de profundidade. As amostras de sedimento são muito grosseiramente assimétricas ($0,429$ a $0,390 Sk1$) à superfície e aos 60 cm de profundidade. Aos 290, 210, 130, 110, 80, 70, 50 e 30 cm de profundidade, as amostras são muito finamente assimétricas ($-0,381 - -0,901 SKI$), grosseiramente assimétricos ($0,240 - 0,111 Sk1$) aos 258, 210, 200, 170, 160, 140 e 100 cm e simétricos ($-0,095 - -0,059 Sk1$) aos 190, 180, 150 e 90cm de profundidade. Em termos de curtose, os sedimentos variam entre muito platicúrticos ($0,654 - 0,495 Sk1$) aos 0, 150, 130 - 100, 60 cm de profundidade; platicúrticos ($0,879 - 0,715 Sk1$) aos 200 - 170, 140, 90 e 50cm; mesocúrticos ($1,082$ e $0,939 Sk1$) aos 210 e 160 cm; leptocúrticos ($1,252 Sk1$) aos 258-220 cm; muito leptocúrtico ($2,902 Sk1$) aos 290 cm; extremamente leptocúrticos ($4,466-3,258 Sk1$) aos 80, 70 e 30cm de profundidade.

TABELA 5.5. Classificação das amostras de sedimentos da sondagem AA88, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) ver-sus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σ_1 , a assimetria em Sk1 e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957)

Profundidade (cm)	Calibração	σ_1	Assimetria	Sk1	Curtose	KG
0	Extremamente mal calibrado	4,592	Muito finamente assimétrica	-0,303	Mesocúrtica	1,013
10	Extremamente mal calibrado	4,691	Muito finamente assimétrica	-0,343	Mesocúrtica	0,956
20	Extremamente mal calibrado	4,710	Finamente assimétrica	-0,285	Platicúrtica	0,897
30	Extremamente mal calibrado	4,915	Finamente assimétrica	-0,261	Platicúrtica	0,899
40	Extremamente mal calibrado	4,974	Finamente assimétrica	-0,228	Platicúrtica	0,843
50	Extremamente mal calibrado	4,743	Grosseiramente assimétrica	0,180	Platicúrtica	0,795
60	Extremamente mal calibrado	5,245	Finamente assimétrica	-0,189	Platicúrtica	0,851
70	Extremamente mal calibrado	5,040	Finamente assimétrica	-0,194	Platicúrtica	0,836
80	Extremamente mal calibrado	5,477	Finamente assimétrica	-0,171	Mesocúrtica	0,900
90	Extremamente mal calibrado	5,535	Finamente assimétrica	-0,108	Platicúrtica	0,865
100	Extremamente mal calibrado	6,699	Simétrica	-0,064	Mesocúrtica	0,914
110	Extremamente mal calibrado	16,05	Grosseiramente assimétrica	0,240	Platicúrtica	0,852
120	Extremamente mal calibrado	19,67	Muito grosseiramente assimétrica	0,363	Platicúrtica	0,846
130	Extremamente mal calibrado	6,682	Simétrica	-0,046	Mesocúrtica	0,902
140	Extremamente mal calibrado	6,953	Simétrica	0,096	Mesocúrtica	0,904
150	Extremamente mal calibrado	10,40	Muito grosseiramente assimétrica	0,317	Platicúrtica	0,884
160	Extremamente mal calibrado	8,376	Simétrica	0,085	Mesocúrtica	0,960
170	Extremamente mal calibrado	7,113	Grosseiramente assimétrica	0,216	Leptocúrtica	1,196
180	Extremamente mal calibrado	11,73	Grosseiramente assimétrica	0,223	Mesocúrtica	1,032
190	Extremamente mal calibrado	9,660	Grosseiramente assimétrica	0,120	Mesocúrtica	1,045
200	Extremamente mal calibrado	14,48	Grosseiramente assimétrica	0,176	Muito platicúrtica	0,655

TABELA 5.6. Classificação das amostras de sedimentos da sondagem X108, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) versus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σI , a assimetria em SkI e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957)

Profundidade (cm)	Calibração	σI	Assimetria	SkI	Curtose	KG
0	Extremamente mal calibrado	5,840	Simétrica	-0,099	Mesocúrtica	1,027
10	Extremamente mal calibrado	4,965	Finamente assimétrica	-0,183	Platicúrtica	0,819
20	Extremamente mal calibrado	5,284	Finamente assimétrica	-0,109	Platicúrtica	0,850
30	Extremamente mal calibrado	5,084	Simétrica	-0,044	Platicúrtica	0,780
40	Extremamente mal calibrado	5,174	Simétrica	-0,057	Platicúrtica	0,806
50	Extremamente mal calibrado	6,282	Grosseiramente assimétrica	0,142	Platicúrtica	0,889
60	Extremamente mal calibrado	20,35	Grosseiramente assimétrica	0,140	Muito platicúrtica	0,625
70	Extremamente mal calibrado	18,43	Muito finamente assimétrica	-0,538	Muito platicúrtica	0,647
80	Extremamente mal calibrado	11,88	Grosseiramente assimétrica	0,194	Platicúrtica	0,709
90	Extremamente mal calibrado	12,13	Grosseiramente assimétrica	0,121	Muito platicúrtica	0,667
100	Extremamente mal calibrado	12,29	Simétrica	0,095	Muito platicúrtica	0,587

TABELA 5.7. Classificação das amostras de sedimentos da sondagem P70, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) versus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σI , a assimetria em SkI e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957)

Profundidade (cm)	Classificação	σI	Assimetria	SkI	Curtose	KG
0	Extremamente mal calibrado	4,938	Finamente assimétrica	-0,280	Mesocúrtica	1,053
10	Extremamente mal calibrado	5,395	Finamente assimétrica	-0,254	Mesocúrtica	0,964
20	Extremamente mal calibrado	6,062	Finamente assimétrica	-0,120	Platicúrtica	0,777
30	Extremamente mal calibrado	5,350	Finamente assimétrica	-0,267	Mesocúrtica	0,921
40	Extremamente mal calibrado	5,664	Finamente assimétrica	-0,252	Mesocúrtica	1,001
50	Extremamente mal calibrado	6,704	Finamente assimétrica	-0,182	Mesocúrtica	1,055
60	Extremamente mal calibrado	6,894	Simétrica	-0,092	Platicúrtica	0,880
70	Extremamente mal calibrado	8,821	Simétrica	-0,015	Leptocúrtica	1,231
80	Extremamente mal calibrado	5,304	Finamente assimétrica	-0,171	Platicúrtica	0,817
90	Extremamente mal calibrado	5,087	Finamente assimétrica	-0,251	Platicúrtica	0,883
100	Extremamente mal calibrado	5,180	Finamente assimétrica	-0,258	Platicúrtica	0,874
110	Extremamente mal calibrado	6,841	Finamente assimétrica	-0,116	Mesocúrtica	1,011
120	Extremamente mal calibrado	9,920	Simétrica	0,054	Mesocúrtica	1,106
130	Muito mal calibrado	3,384	Muito finamente assimétrica	-0,682	Muito leptocúrtica	2,790

TABELA 5.8. Classificação das amostras de sedimentos do perfil TT2, em função das 3 variáveis (calibração, assimetria e curtose) versus a profundidade de amostragem. A calibração é representada em σ_1 , a assimetria em Sk1 e curtose em KG (FOLK e WARD, 1957)

Profundidade (cm)	Classificação	σ_1	Assimetria	Sk1)	Curtose	KG
0	Muito mal calibrado	9,005	Muito grosseiramente assimétrica	0,429	Muito platocúrtica	0,495
30	Mal calibrado	2,045	Muito finamente assimétrica	-0,561	Extremamente leptocúrtica	3,761
50	Muito mal calibrado	7,259	Muito finamente assimétrica	-0,835	Platicúrtica	0,825
60	Muito mal calibrado	9,120	Muito grosseiramente assimétrica	0,390	Muito platocúrtica	0,498
70	Mal calibrado	2,646	Muito finamente assimétrica	-0,679	Extremamente leptocúrtica	4,466
80	Mal calibrado	3,202	Muito finamente assimétrica	-0,719	Extremamente leptocúrtica	3,258
90	Muito mal calibrado	5,893	Simétrica	-0,059	Platicúrtica	0,715
100	Muito mal calibrado	4,474	Grosseiramente assimétrica	0,123	Muito platocúrtica	0,624
110	Muito mal calibrado	5,054	Muito finamente assimétrica	-0,381	Muito platocúrtica	0,654
120	Muito mal calibrado	5,582	Finamente assimétrica	-0,238	Muito platocúrtica	0,592
130	Muito mal calibrado	6,932	Muito finamente assimétrica	-0,513	Muito platocúrtica	0,599
140	Muito mal calibrado	4,231	Grosseiramente assimétrica	0,226	Platicúrtica	0,785
150	Muito mal calibrado	8,262	Simétrica	0,078	Muito platocúrtica	0,528
160	Mal calibrado	3,676	Grosseiramente assimétrica	0,240	Mesocúrtica	1,082
170	Muito mal calibrado	4,018	Grosseiramente assimétrica	0,167	Platicúrtica	0,819
180	Muito mal calibrado	4,515	Simétrica	0,095	Platicúrtica	0,786
190	Muito mal calibrado	5,374	Simétrica	-0,033	Platicúrtica	0,716
200	Muito mal calibrado	4,111	Grosseiramente assimétrica	0,156	Platicúrtica	0,879
210	Mal calibrado	3,680	Grosseiramente assimétrica	0,165	Mesocúrtica	0,939
220	Muito mal calibrado	4,655	Muito finamente assimétrica	-0,816	Leptocúrtica	1,252
258	Mal calibrado	3,180	Grosseiramente assimétrica	0,111	Leptocúrtica	1,252
290	Muito mal calibrado	4,936	Muito finamente assimétrica	-0,901	Muito leptocúrtica	2,902

5.2. Os rácios geoquímicos das sondagens

5.2.1. Sondagem AA88

A análise das FIGURAS 5.1 e 5.2 evidencia a existência de quatro grandes fases de desenvolvimento do registo sedimentar da sondagem AA88, compreendidas, respetivamente, entre os 200–140 cm, 140–100 cm, 100–60 cm e 60–0 cm.

Entre os 200 e os 140 cm de profundidade, as amostras de sedimento apresentam uma elevada percentagem de cascalho (27,6 a 11,3 % – TABELA 5.1). Além disso, de forma geral, há uma tendência para o aumento da percentagem de argilas e siltes, o que também   expresso pelo rácio Al_2O_3/SiO_2 , que atinge o seu valor máximo aos 150 cm de profundidade (0,186), e pelo decréscimo dos rácios TiO_2/Al_2O_3 (0,077) e TiO_2/Zr (10,251)   mesma profundidade. Tal indica que estes sedimentos se depositaram neste local através de um evento mais energético. Os  ndices de meteoriza o $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)$ e $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)$ (FIGURA 5.1), co-variam ao longo da sondagem, e apresentam os valores mais baixos entre os 200 e os 140 cm de profundidade [$Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)$ – 38,886 a 78,932; $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)$ – 35,493 a 65,313] indicando, uma baixa remo o de elementos móveis. Da mesma forma, os  ndices $(SiO+CaO)/(FeO+TiO+Al_2O_3)$ e $(SiO+Ca)/(FeO+TiO)$ (FIGURAS 5.1 e 5.2) mostram que entre os 200 e os 170 cm de profundidade os sedimentos sofreram menos meteoriza o (4,893–4,227 e 12,4–10,805, respetivamente). Entre os 170 e os 140 cm de profundidade registam-se os valores baixos destes índices (4,227 – 3,797 e 10, 805–9,532, respetivamente) o que   coincidente com o aumento da percentagem de argilas e siltes.

O rácio $(CaO+MgO)/Al_2O_3$ regista, entre os 200 e 140 cm, os seus valores mais elevados indicando acumula o de elementos alcalinos comparativamente ao Al_2O_3 , através de processos de pedog nese. Adicionalmente, os baixos valores do rácio SiO_2/CaO (4,463 a 34,958), são indicativos da forma o de calcretos   mesma profundidade. O rácio Ba/Sr, indicativo de lixivia o (Sr mais solúvel que Ba), apresenta os valores mais baixos neste intervalo de amostragem (3,703 a 5,77), tal como o rácio SiO_2/CaO (4,463 a 34,958). Aos 150 cm de profundidade regista um decréscimo acentuado (3,481), coincidentes com a diminui o do rácio TiO_2/Al_2O_3 . Também o aumento do rácio

$(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3$ (0,406) aos 150 cm de profundidade, indica que os elementos alcalinos solúveis não foram removidos destas amostras de sedimento, indicando que as argilas travaram a percolação da água.

Entre os 140 e os 100 cm de profundidade, o registo sedimentar continua a ser indicativo de um ambiente deposicional energético (através de um novo aumento da percentagem de cascalho – atingido os 21,9 %). Os valores mais elevados do rácio Al_2O_3/SiO_2 , encontram-se associados, mais uma vez, à ocorrência de uma maior percentagem de cascalho e argilas e siltes (1,17 e 0,158 respetivamente aos 130 e 100 cm de profundidade). O aumento da percentagem de argilas e siltes aos 120 cm de profundidade é também associado ao decréscimo dos rácios TiO_2/Al_2O_3 (0,079) e TiO_2/Zr (9,692) a esta mesma profundidade. Os índices de meteorização $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)$ e $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)$ mantêm-se relativamente constantes e elevados, indicando elevada remoção dos elementos móveis pela meteorização entre os 140 e 100 cm de profundidade [$Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)$ – 78,932 a 81,941; $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)$ – 65,313 a 67,222]. O mesmo sinal dado pelo rácio $(CaO+MgO)/Al_2O_3$ que indica, através dos seus baixos valores (0,233 a 0,170, respetivamente), que os elementos alcalinos se perderam através de processos de pedogénese. No geral, os índices $(SiO+CaO)/(FeO+TiO+Al_2O_3)$ e $(SiO+Ca)/(FeO+TiO)$ apresentam valores mais baixos dos 140 aos 100 cm do que dos 200 aos 140 cm de profundidade (3,797–3,833 e 9,532–9,467, respetivamente), indicando uma maior intensidade de meteorização. O rácio Ba/Sr apresenta uma tendência crescente (5,768 e 6,34, respetivamente aos 140 e 100 cm de profundidade), tal como o rácio SiO_2/CaO (34,958 – 52,954), indicando uma crescente remoção dos elementos mais solúveis até aos 100 cm de profundidade. Aos 120 cm de profundidade registou-se um decréscimo do rácio Ba/Sr (4,252), coincidentes com o aumento da percentagem de cascalho e a diminuição do rácio TiO_2/Al_2O_3 . Também o aumento aos 120 cm do rácio Na_2O/K_2O (0,415) indicam que os elementos alcalinos solúveis não foram removidos destas amostras de sedimento por pedogénese, indicando que as argilas travaram a percolação da água, tal como ocorreu aos 150 cm de profundidade.

Entre os 100 e os 60 cm de profundidade, há uma transição para um ambiente sedimentar menos energético. Esta transição de energia no ambiente deposicional é indicada pelo decréscimo da elevada percentagem de cascalhos aos 100 cm de profundidade (5,6 %). Os índices de meteorização $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)$ e $Al_2O_3*100/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)$ continuam a manter-se relativamente constantes e

elevados, indicando elevada remoção dos elementos móveis pela meteorização entre os 100 e 60 cm de profundidade [$Al_2O_3 \cdot 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O) = 81,941$ a $84,534$; $Al_2O_3 \cdot 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O) = 67,222$ a $68,191$]. O mesmo sinal é dado pelos índices $(SiO + CaO) / (FeO + TiO + Al_2O_3)$ e $(SiO + Ca) / (FeO + TiO)$ ($3,833-3,958$ e $9,467-9,605$, respetivamente). Também o rácio $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ continua a indicar que os elementos alcalinos se perderam através de processos de pedogénese. O rácio Ba/Sr continua a apresentar uma tendência crescente ($6,34$ e $7,386$, entre os 100 e 60 cm de profundidade), tal como o rácio SiO_2 / CaO ($52,954-83,687$), indicando uma crescente remoção dos elementos mais solúveis até aos 60 cm de profundidade.

Entre os 60 cm de profundidade e a superfície verifica-se um decréscimo do rácio Al_2O_3 / SiO_2 ($0,150-0,133$), como consequência do aumento da percentagem de areia e diminuição da percentagem de argila. Os índices de meteorização $Al_2O_3 \cdot 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$, $Al_2O_3 \cdot 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$, $(SiO + CaO) / (FeO + TiO + Al_2O_3)$ e $(SiO + Ca) / (FeO + TiO)$ apresentam todos valores relativamente constantes e indicativos de uma elevada intensidade de meteorização. O rácio $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ continua a apresentar valores baixos ($0,126-0,127$) nestas profundidades, continuando a indicar a perda dos elementos alcalinos através de processos de pedogénese. Da mesma forma, o rácio Ba/Sr indica a remoção de Sr por lixiviação, pelos valores constantes e elevados ($7,386-8,189$), tal como o rácio SiO_2 / CaO ($83,687-88,309$) indica a remoção do CaO relativamente ao SiO_2 .

O rácio P_2O_5 / CaO apresenta uma tendência crescente da base para o topo da sondagem ($0,007$ a $0,160$, respetivamente), registando o valor máximo aos 10 cm de profundidade ($0,279$), em função da formação de calcretos.

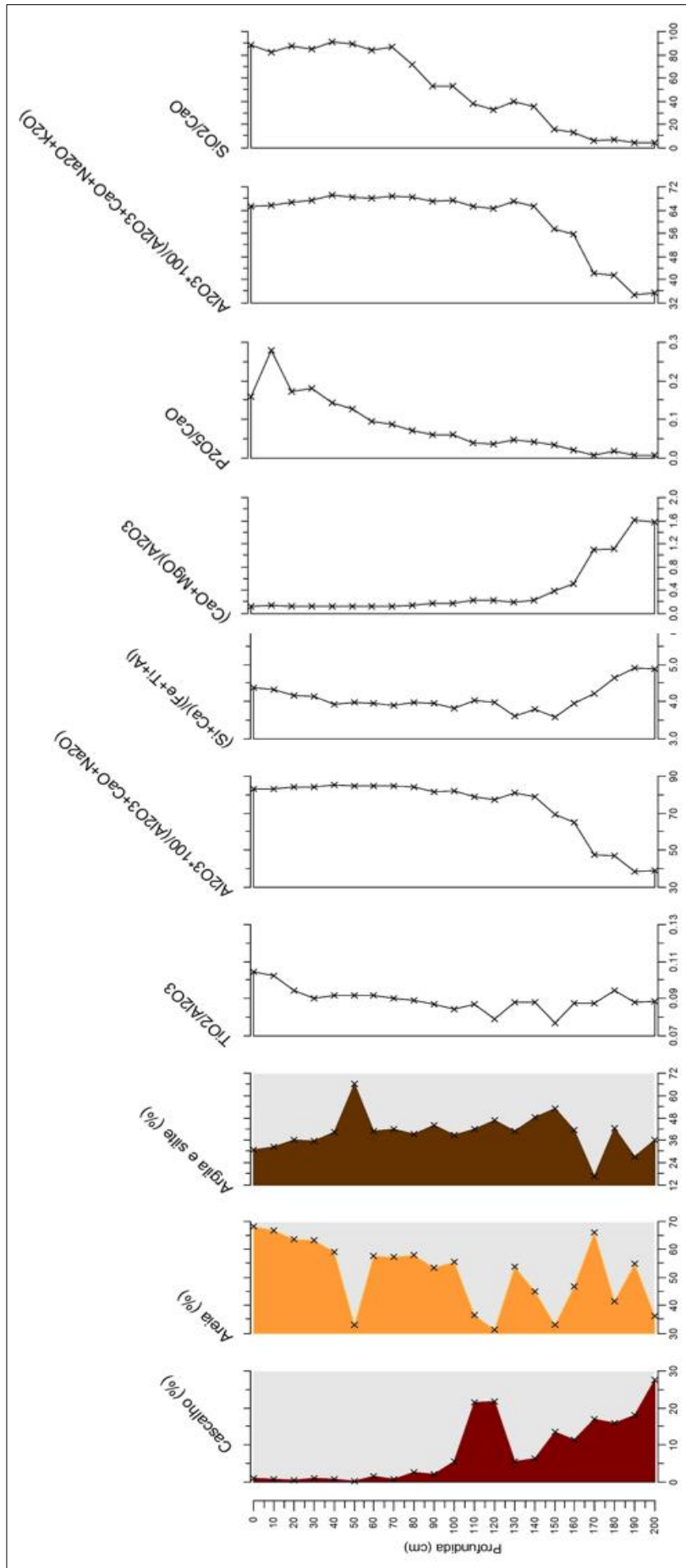


FIGURA 5.1. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem AA88, (direita), bem como da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

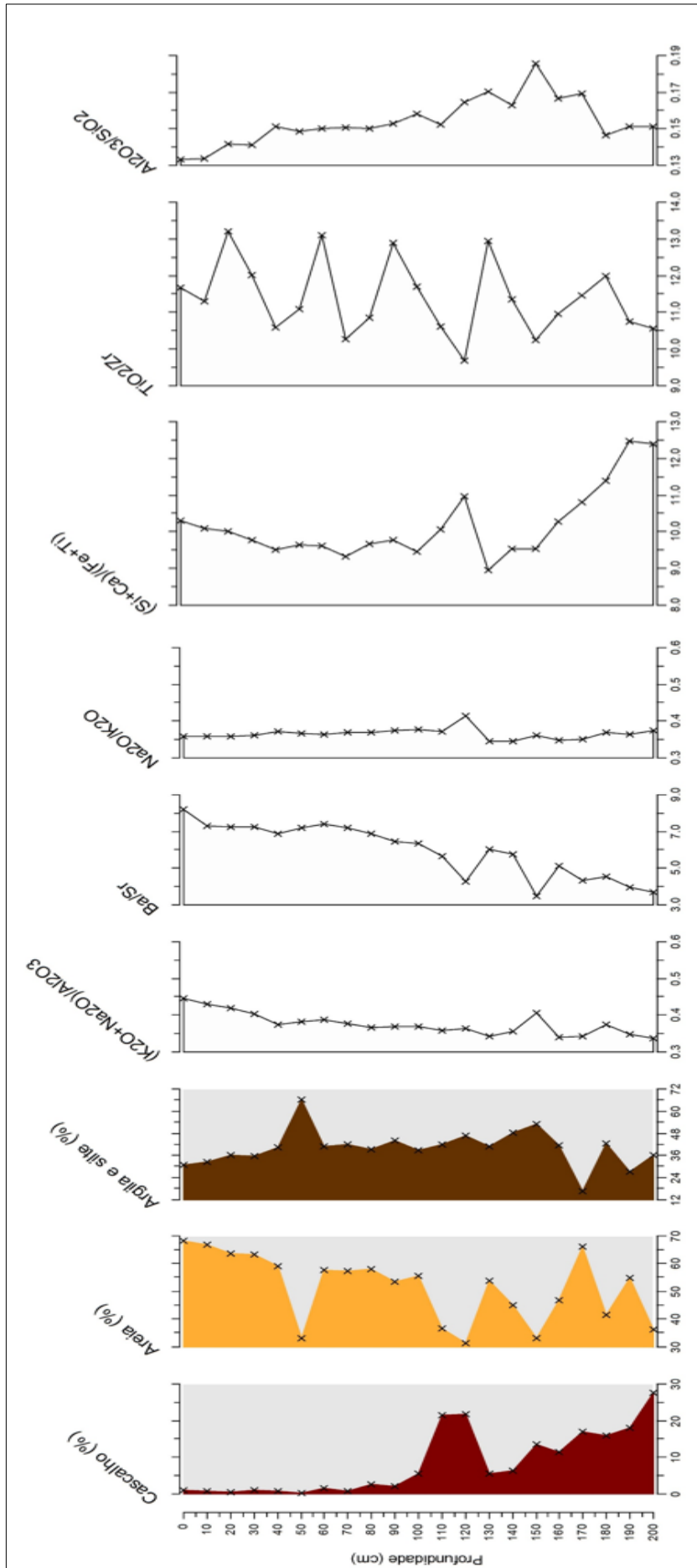


FIGURA 5.2. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos raios da sondagem AA88 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

5.2.2. Sondagem X108

A análise das FIGURAS 5.3 e 5.4 evidencia a existência de quatro grandes fases de desenvolvimento do registo sedimentar da sondagem X108, compreendidas, respetivamente, entre os 100–80 cm, 80–50 cm, 50–30 cm e 30–0 cm.

Entre os 100 e os 80 cm de profundidade a sondagem X108 apresenta uma elevada percentagem de cascalho, indicando que estes sedimentos se depositaram como resultado de um evento mais energético. Os índices de meteorização $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$ e $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ (FIGURA 5.3) covariam da mesma forma ao longo da sondagem, tal como em AA88. Em particular, dos 100 aos 80 cm de profundidade registam-se valores baixos destes índices (22,82–28,523 e 21,663–26,762, respetivamente), indicando uma baixa remoção dos elementos móveis pela meteorização. Os índices $(SiO + CaO) / (FeO + TiO + Al_2O_3)$ e $(SiO + Ca) / (FeO + TiO)$ (FIGURAS 5.3 e 5.4), tal como os índices $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$ e $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$, mostram que entre os 100 e os 80 cm de profundidade os sedimentos sofreram pouca meteorização (6,997–6,121 e 18,729–15,915, respetivamente). Além disso, os baixos valores dos rácios SiO_2 / CaO (2,392–3,145) e P_2O_5 / CaO (0,008–0,007) dos 100 aos 80 cm de profundidade, são indicativos da formação de calcretos.

Dos 80 aos 50 cm verifica-se um aumento acentuado na percentagem de cascalho. Neste intervalo de profundidades, o valor máximo de cascalho é registado aos 70 cm (55,8 % – TABELA 5.2) e é coincidente com o valor mínimo da percentagem de argilas e siltes (23,6 % – TABELA 5.2), ao contrário do que se verificou em AA88, onde um aumento de cascalho está normalmente associado ao aumento da percentagem de argilas e siltes. Esta variação da composição textural reflete-se nas variações dos rácios Al_2O_3 / SiO_2 (0,126 aos 70 cm) e TiO_2 / Zr (12,604) sugerindo que estes sedimentos fazem parte de um depósito de deslizamento. Os índices de meteorização $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$ e $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ (FIGURA 5.3), tal como entre os 100 aos 80 cm de profundidade, registam os valores baixos (28,523–36,794 e 26,762–33,988, respetivamente), indicando uma baixa remoção dos elementos móveis pela meteorização. Os valores mais baixos de ambos os índices são registados aos 60 cm de profundidade (13,808 e 13,38, respetivamente), quando a percentagem de argila e silte começa a aumentar. Os índices $(SiO + CaO) / (FeO + TiO + Al_2O_3)$ e $(SiO + Ca) / (FeO + TiO)$ (FIGURAS 5.3 e 5.4),

também indicam que entre os 80 e os 50 cm de profundidade os sedimentos sofreram menos meteorização (6,121–5,465 e 15,915–14,033, respetivamente).

É também aos 60 cm de profundidade que se registam os valores mais elevados destes índices (8,493 e 21,98) indicando um enriquecimento em SiO₂ e CaO relativamente aumento FeO, TiO e Al₂O₃. Ainda aos 60 cm de profundidade, o rácio (CaO+MgO)/Al₂O₃ atinge o seu valor máximo (6,291) indicando que os elementos alcalinos acumularam-se comparativamente ao Al₂O₃, pela existência de uma barreira que trava a percolação da água. O mesmo sinal é dado pelos rácios Ba/Sr (1,927), Na₂O/K₂O (0,476) e (K₂O+Na₂O)/Al₂O₃ (0,341), que indicam, respetivamente, a menor remoção dos elementos mais solúveis. Os rácios SiO₂/CaO (3,145–4,54) e P₂O₅/CaO (0,007–0,011) continuam a ser indicativos da formação de calcretos entre os 80 e os 50 cm de profundidade.

Dos 50 aos 30 cm de profundidade percentagem de cascalho decresce muito e a percentagem de areias e argilas e siltes aumenta, sendo este ambiente de deposição sedimentar menos energético que o anterior, o que se reflete num aumento do rácio Al₂O₃/SiO₂ (0,136 aos 50 e 30 cm). Os valores crescentes dos índices Al₂O₃*100/(Al₂O₃+CaO+Na₂O) e Al₂O₃*100/(Al₂O₃+CaO+Na₂O+K₂O) (36,794–47,943 e 33,988–43,136) e decrescentes dos índices (SiO+CaO)/(FeO+TiO+Al₂O₃) e (SiO+Ca)/(FeO+TiO) (5,465–5,105 e 14,033–13,215) indicam um aumento da intensidade de meteorização. Tal é também demonstrado pelo decréscimo geral dos rácios Na₂O/K₂O (0,456–0,451) e (CaO+MgO)/Al₂O₃ (1,692–1,048), e os baixos, mas crescentes valores do rácio SiO₂/CaO (33,988–43,136) e o aumento do rácio Ba/Sr (3,392–4,318).

Dos 30 aos 0 cm de profundidade, em termos energéticos, mantiveram-se as condições de deposição num ambiente de baixa energia, contudo é a estas profundidades que os rácios geoquímicos são indicativos da maior intensidade de meteorização registada ao longo de toda sondagem: Al₂O₃*100/(Al₂O₃+CaO+Na₂O) (47,943–81,595); Al₂O₃*100/(Al₂O₃+CaO+Na₂O+K₂O) (43,136–67,611), (SiO+CaO)/(FeO+TiO+Al₂O₃) (5,105–4,683), (SiO+Ca)/(FeO+TiO) (13,215–11,489), SiO₂/CaO (7,481–68,425), Ba/Sr (4,318–7,636).

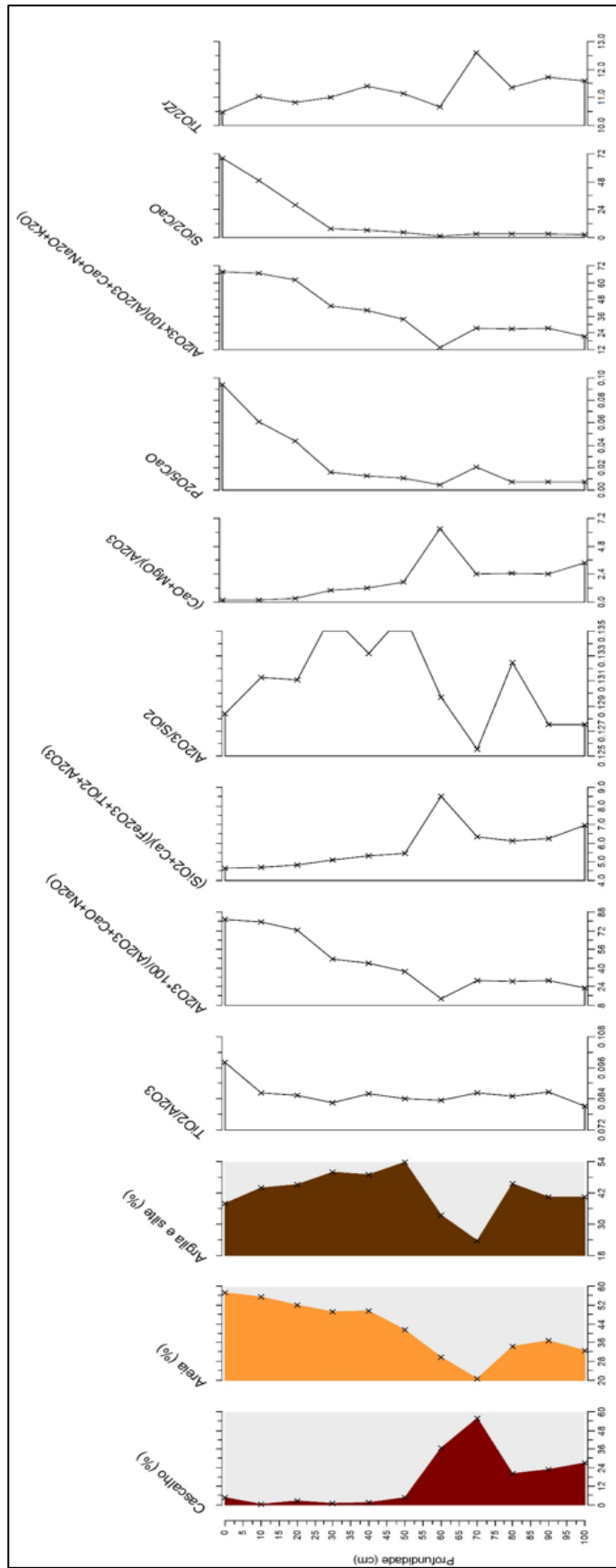


FIGURA 5.3. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

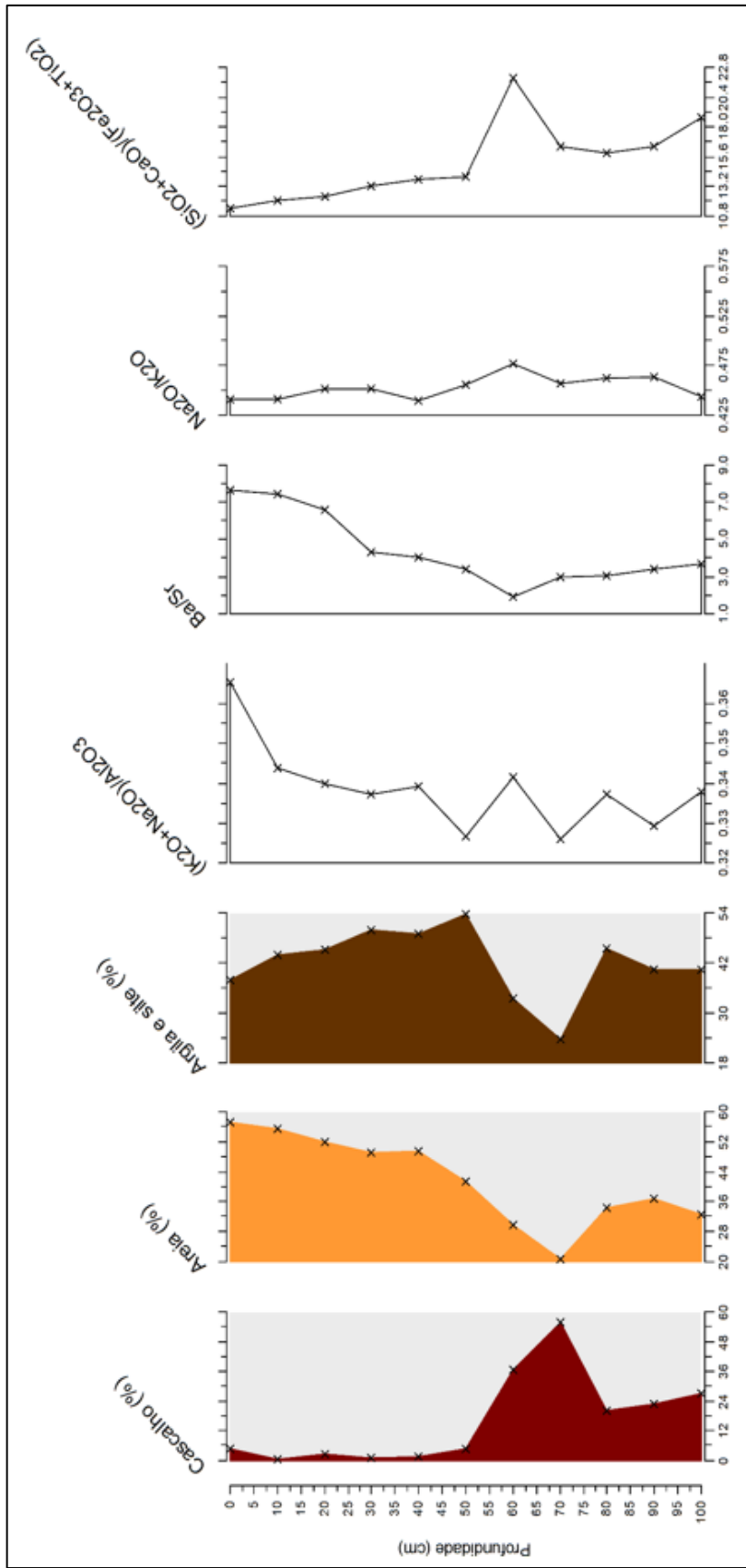


FIGURA 5.4. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da sondagem X108 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

5.2.3. Sondagem P70

A análise das FIGURAS 5.5 e 5.6 indica a existência de quatro fases de desenvolvimento do registo sedimentar da sondagem P70, compreendidas, respetivamente, entre os 130–120 cm, 120–80 cm, 80–50 cm e 50–0 cm. Contudo, é de notar que as transições entre as fases 120–80 cm, 80–50 cm e a fase entre os 50 e os 0 cm não é tão marcada como a primeira fase de transição desta sondagem e todas as outras definidas nas sondagens anteriores.

Entre os 130 e os 120 cm há uma transição de um ambiente de posição mais energético para um ambiente menos energético, o que é evidente pelo decréscimo da percentagem de cascalho (90,2–14,4 %) e aumento das percentagens de areia (6–52,9 %), argilas e siltes (3,8–32,7 %) e pelo aumento dos rácios $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (0,07–0,08), $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0,14–0,163) e TiO_2/Zr (8,65–9,284). Tanto o aumento dos índices $\text{Al}_2\text{O}_3 * 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (80,895–82,959) e $\text{Al}_2\text{O}_3 * 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (64,665–67,974) como o decréscimo do índice $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (4,168–3,847) mostram a transição entre sedimentos que sofreram menos meteorização para sedimentos que sofreram mais meteorização.

Aos 120 cm de profundidade, as argilas parecem atuar com uma barreira à percolação da água, provocando um aumento do rácio $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,125–0,156) e um decréscimo do rácio SiO_2/CaO (84,128–54,527) em função da acumulação dos elementos alcalinos. Dos 120 aos 80 cm a percentagem de cascalho (14,4 a 1,3 %) é baixa. Em relação à fase anterior, continua a verificar-se um aumento do índice $\text{Al}_2\text{O}_3 * 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (82,959–85,541).

O índice $\text{Al}_2\text{O}_3 * 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ mantêm-se elevado, embora com algumas oscilações (variando entre 67,254 e 69,647). Também o índice $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO})$ decresce ligeiramente (9,979–9,709) indicando que este sedimentos sofreram uma maior intensidade de meteorização. Verifica-se também um decréscimo do rácio $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,156–0,109) e um aumento do rácio SiO_2/CaO (54,527–103,928) provocada por uma maior remoção dos elementos alcalinos destes sedimentos.

Entre os 80 e os 50 cm de profundidade, verifica-se um aumento da percentagem de cascalho (atingindo um valor máximo de 9 % aos 50 cm) e um decréscimo da percentagem de areia (atingindo um valor mínimo de 51,6 % aos 60 cm), facto que é responsável pelo aumento do rácio TiO_2/Zr nesta fase (valor máximo igual a 13,239 aos 70 cm de profundidade). O índice $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$ (85,541–84,793) continua elevado, apesar de apresentar um ligeiro decréscimo relativamente à fase anterior. Também os índices $(SiO + CaO) / (FeO + TiO + Al_2O_3)$ (4,012–3,78) e $(SiO + CaO) / (FeO + TiO)$ (9,709–9,059) apresentam valores mais baixos nesta fase, indicando que estes sedimentos sofreram uma maior intensidade de meteorização. O rácio $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ continua a decrescer até atingir o seu valor mínimo aos 50 cm de profundidade (0,109–0,097) devido à remoção dos elementos alcalinos dos sedimentos, mas o rácio SiO_2 / CaO (103,928–109,185) mantêm-se relativamente constante e elevado.

Numa última fase (50 a 0 cm) os sedimentos tornam-se um pouco mais arenosos que na imediatamente anterior (66,3–69,3 % de areia), o que provocou um decréscimo no rácio Al_2O_3 / SiO_2 (0,156 – 0,134) e aumento dos rácios TiO_2 / Al_2O_3 (0,083–0,114) e TiO_2 / Zr (11,023–13,797). O índice $(SiO + CaO) / (FeO + TiO + Al_2O_3)$ (3,87–4,185) aponta para uma diminuição intensidade de meteorização relativamente à fase anterior e uma consequente diminuição da remoção dos elementos alcalinos, indicada pelo aumento do rácio $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ (0,097–0,126) e ligeiro decréscimo do rácio SiO_2 / CaO (109,185–87,877).

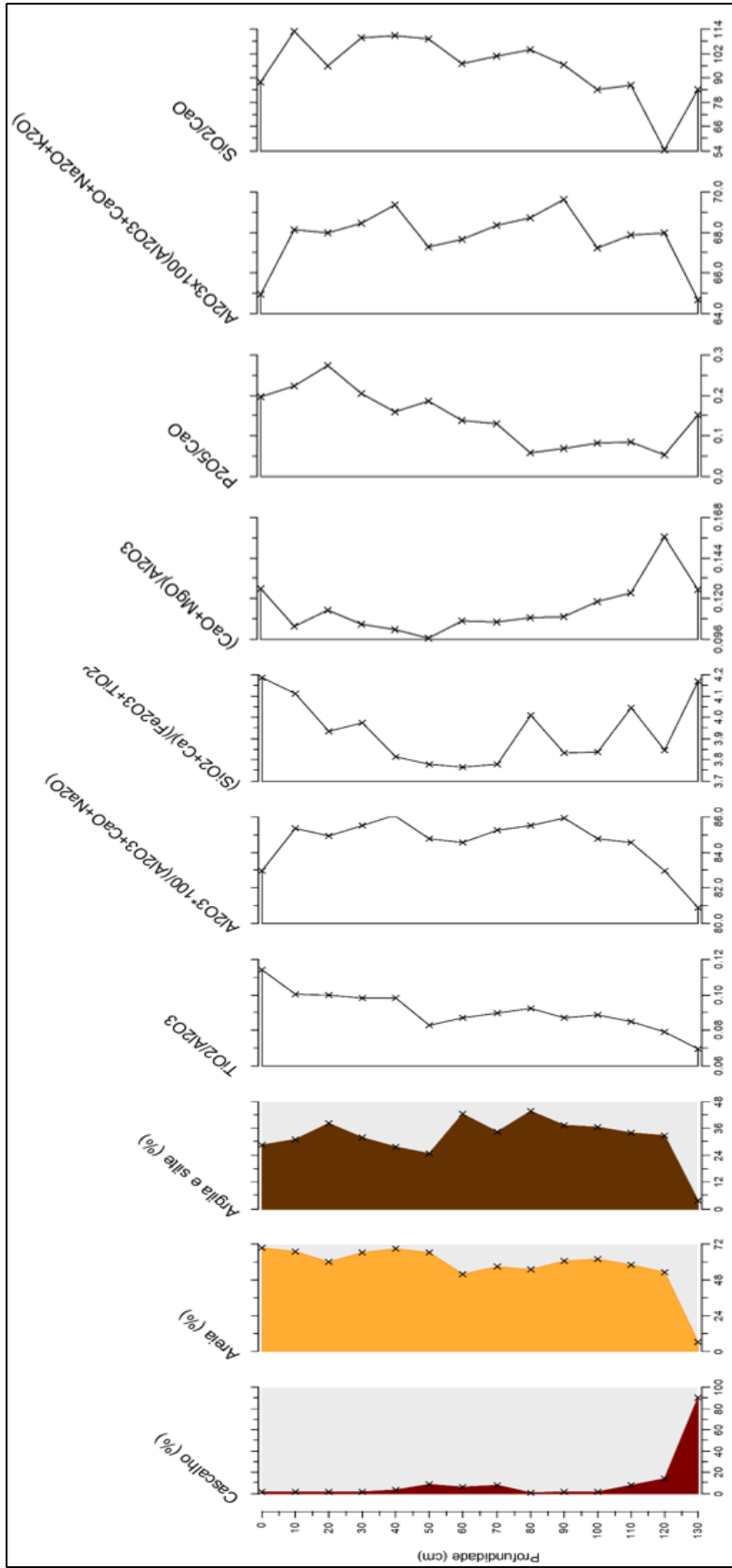


FIGURA 5.5. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

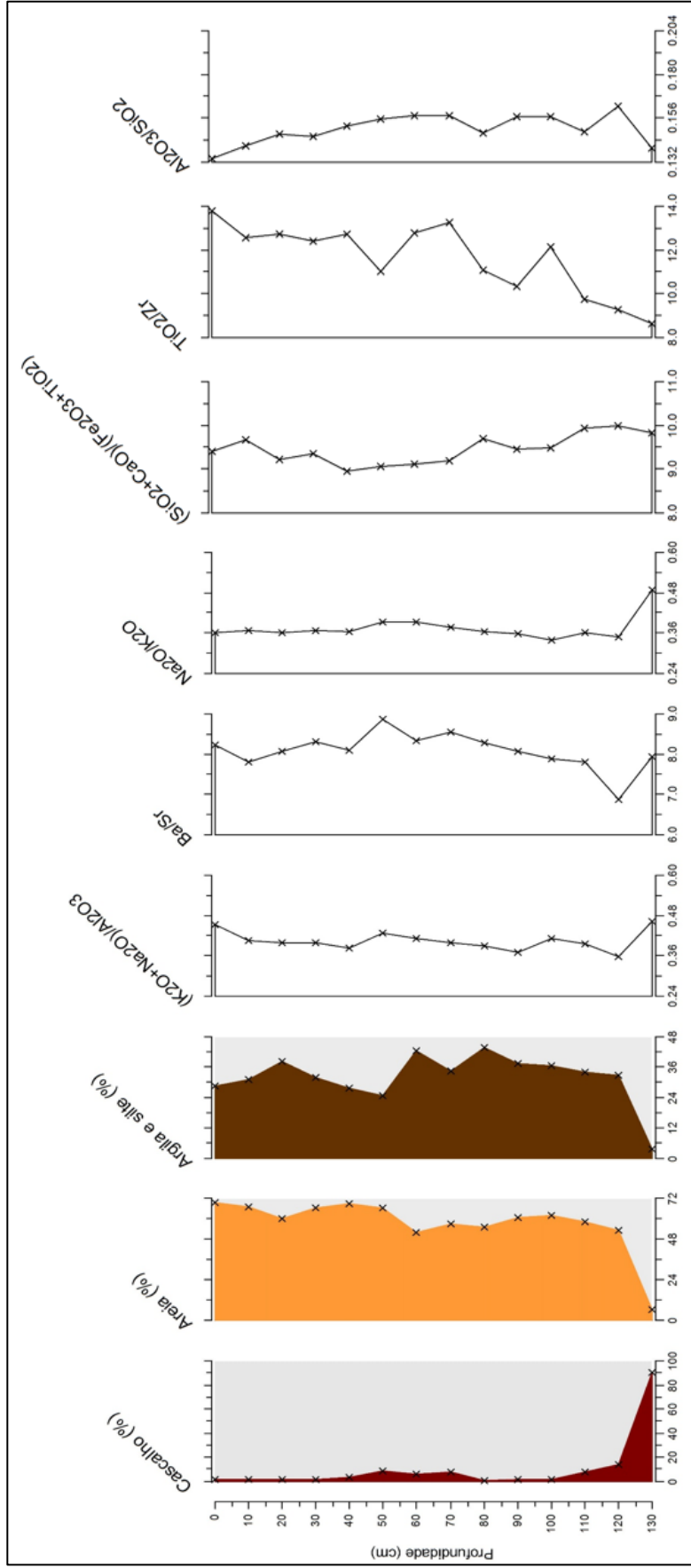


FIGURA 5.6. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos raios da sondagem P70 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

5.2.4. Perfil TT2

Na FIGURA 5.7 e 5.8 é possível observar nove fases do desenvolvimento do registo sedimentar a compreender, respetivamente, entre os 290–258 cm, 258–210 cm, 210–160 cm, 160–140 cm, 140–100 cm, 100–70 cm, 70–50 cm, 50–30 cm e 30–0 cm.

Entre os 290 e os 258 cm de profundidade verifica-se um decréscimo da percentagem de cascalho (81,3–8,1 %) e um aumento da percentagem de areia (17,2–76,1 %) e de argilas e siltes (1,5–15,8 %), o que é indicativo de uma transição de um ambiente deposicional mais energético para um ambiente menos energético. Esta alteração é acompanhada pelo aumento do rácio $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0,09–0,104). Os índices $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (78,564–82,049) e $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (65,712–69,323) apresentam valores elevados (sofrendo um ligeiro aumento) e os índices $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO})$ (19,752–17,98) e $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (7,148–6,299) decrescem, mostram a transição entre sedimentos que sofreram menos meteorização para sedimentos que sofreram mais meteorização. Também o rácio $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ é indicativo de um aumento da remoção dos elementos solúveis nesta fase (0,383–0,345). O aumento do rácio SiO_2/CaO é indicativo da diminuição do teor de CaO relativamente ao SiO_2 (79,444–98,278).

Entre os 258 e os 210 cm há um aumento da percentagem de cascalho (79,5 %) o que é indicativo de um novo aumento da energia do ambiente. Este aumento da percentagem de cascalho nesta fase de desenvolvimento do registo sedimentar reflete-se no aumento do rácio $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (0,075) e na diminuição do rácio $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0,081). Os índices $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (65,329) e $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (55,947) decrescem, apesar de apresentarem valores elevados e os índices $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO})$ (19,128) e $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (7,625) aumentam, mostram a transição entre sedimentos que sofreram mais meteorização para sedimentos que sofreram menos meteorização, em oposição ao que acontece na fase anterior. O mesmo se verifica com o aumento do rácio $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ que é indicativo de uma diminuição da remoção dos elementos solúveis nesta fase (0,387), tal como o decréscimo do rácio Ba/Sr (1,838). A diminuição do rácio SiO_2/CaO é indicativo do aumento do teor de CaO relativamente ao SiO_2 (30,697), tal como o rácio $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ aponta para a acumulação de elementos alcalinos nos sedimentos.

Dos 210 aos 160 cm de profundidade, verifica-se uma nova alteração na energia do ambiente de deposição, que se manifesta através da diminuição da percentagem de cascalho (13,4–0,8 %) e consequente diminuição do rácio TiO_2/Zr (14,365–12,209) e aumento do rácio $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0,108–0,112). Nesta fase os índices de meteorização $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (78,482–63,768) e $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (66,154–55,23), apesar de no geral serem elevados, tendem a decrescer (acompanhando uma diminuição da percentagem de argilas e siltes), atingindo valores mais baixos que na fase anterior. Os índices $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO})$ (16,501–15,534) e $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (6,006–5,853) diminuem relativamente à fase anterior, indicando que estes sedimentos sofreram uma meteorização mais intensa. Também da base para o topo desta fase, verifica-se um aumento do rácio $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,288–0,571) e uma diminuição do rácio SiO_2/CaO (59,756–20,074), indicando o aumento do teor de CaO nos sedimentos para valores superiores aos registados até esta fase. À mesma profundidade que estes últimos dois rácios atingem os seus valores máximo e mínimo, respetivamente, o rácio $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ atinge o valor máximo para todo o perfil (0,566 aos 180 cm de profundidade), indicando mais uma vez uma baixa remoção dos elementos mais solúveis, o que pode dever-se ao aumento da percentagem de argilas aos 190 cm, que por sua vez impede a percolação da água.

Entre os 160 e os 140 cm de profundidade verifica-se um novo aumento da energia do ambiente de deposição através do aumento da percentagem de cascalho (30,1 % aos 150 cm de profundidade) e respetivo aumento do rácio $\text{TiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (0,086). Além disso, de forma geral, há uma tendência aumento da percentagem de argilas e siltes, o que também é expresso pelo rácio $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0,123). Os índices de meteorização $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (47,44) e $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (42,557) diminuem, apontando para uma remoção dos elementos móveis ainda mais baixa que na fase anterior. Esta redução da remoção dos elementos móveis é também evidente através do decréscimo do rácio SiO_2/CaO (8,216) e o aumento dos rácios $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (1,131), $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,356) e Ba/Sr (3,31).

Entre os 140 e os 100 cm de profundidade, após um decréscimo aos 140 cm de profundidade, volta a haver um aumento da percentagem de cascalho (1,9–22,9 %) e de argilas e siltes (31,7–33,7 %), que se reflete no decréscimo do rácio TiO_2/Zr (12,637–11,25) e aumento do rácio $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ (0,121–0,143). Este aumento da percentagem de cascalho é acompanhado pelo decréscimo dos índices de meteorização

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (66,439–39,521) e
 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (57,359–36,148), que atingiram o valor mais baixo registado ao longo de todo o perfil aos 110 cm de profundidade (24,514 e 23,251, respectivamente), indicando que de todo o perfil, os sedimentos desta fase, foram os que sofreram menos meteorização. Da mesma forma, verificou-se um aumento dos índices $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO})$ (14,426–12,338) e $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (5,401–4,996). Nesta fase há a formação de calcretos, o que é indicado pelos baixos valores do rácio $\text{SiO}_2 / \text{CaO}$ (20,971–4,905) e pelos valores mais elevados do perfil do rácio $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,519–1,557; máximo de 3,336 aos 110 cm).

Dos 100 aos 70 cm de profundidade a percentagem de cascalho presente nas amostras sofre outro aumento (22,9–84,2 %), indicando que houve um aumento na energia do ambiente de deposição, com conseqüente decréscimo do rácio TiO_2 / Zr (11,25–9,712), que atinge o valor mínimo nesta fase. Aqui os índices de meteorização $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (39,521–54,905) e $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (36,148–47,277), continuam a apresentar valores baixos indicando uma baixa remoção dos elementos móveis pela meteorização. O mesmo é indicado pelo rácio $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,345–0,454), que aumenta, bem como pelo existência de calcretos evidente através dos baixos valores do rácio $\text{SiO}_2 / \text{CaO}$ (4,905–10,326) e elevados valores do rácio $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (1,557–0,727).

Entre os 70 e os 50 cm de profundidade, verifica-se uma diminuição da percentagem de cascalho (31,4 % aos 60 cm de profundidade) e um aumento das percentagens da areia (41,4 %), argilas e siltes (27,2 %), o que num aumento do rácio TiO_2 / Zr (12,997). Nesta fase os índices de meteorização $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (64,777) e $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (55,394) aumentam e os índices $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO})$ (10,679) e $(\text{SiO} + \text{CaO}) / (\text{FeO} + \text{TiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ (4,461) decrescem relativamente à fase anterior, apontando para um aumento da remoção dos elementos móveis pela meteorização. O mesmo é indicado pela diminuição dos rácios $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$ (0,427) e $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{Al}_2\text{O}_3$ (0,502) e pelo aumento do rácio $\text{SiO}_2 / \text{CaO}$ (50,956).

Dos 50 aos 30 cm de profundidade regista-se um aumento na percentagem de cascalho (66,1–92 %), atingindo-se o valor máximo para todo o perfil (aos 30 cm de profundidade), o que é acompanhado por um decréscimo do rácio TiO_2 / Zr (14,054–11,602). Os valores dos índices $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 100 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O})$ (78,763–82,591) e

$Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ (64,3–65,427) mantêm-se elevados e constantes e os índices $(SiO_2 + CaO) / (FeO + TiO_2)$ (9,01–9,482) e $(SiO_2 + CaO) / (FeO + TiO_2 + Al_2O_3)$ (4,077–4,006) registam os valores mais baixos do perfil indicando uma elevada remoção dos elementos móveis dos sedimentos, tal com o rácio Ba/Sr (8,941–10,202) e o aumento do rácio SiO_2 / CaO (50,956–95,945) e os baixos valores de $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ (0,196–0,116).

Entre os 30 cm de profundidade e a superfície as percentagens de areias (5,2–46 %) e argilas e siltes (2,8–17,1 %) aumentam e a de cascalho diminui, aumentando o rácio TiO_2 / Zr (11,602–12,793), o que indica que o ambiente deposicional é menos energético. Os valores dos índices $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O)$ (82,591–81,594) e $Al_2O_3 * 100 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)$ (65,427–65,499) mantêm-se elevados e semelhantes aos da fase sedimentar anterior, indicando uma elevada remoção dos elementos móveis, à semelhança do elevado valor do rácio Ba/Sr (10,202–9,204) e dos baixos valores de Na_2O / K_2O (0,438–0,413) e $(CaO + MgO) / Al_2O_3$ (0,116–0,15).

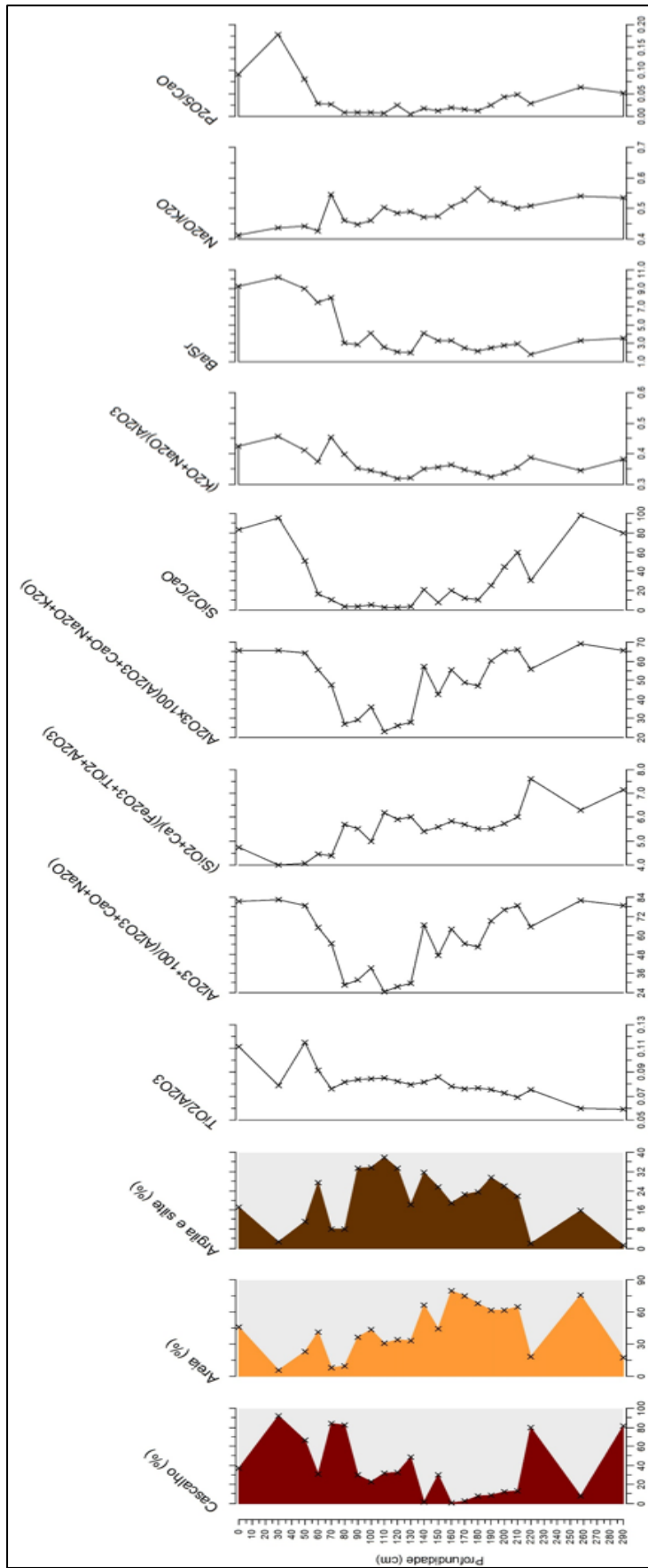


FIGURA 5.7. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos raios do perfil TT2 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

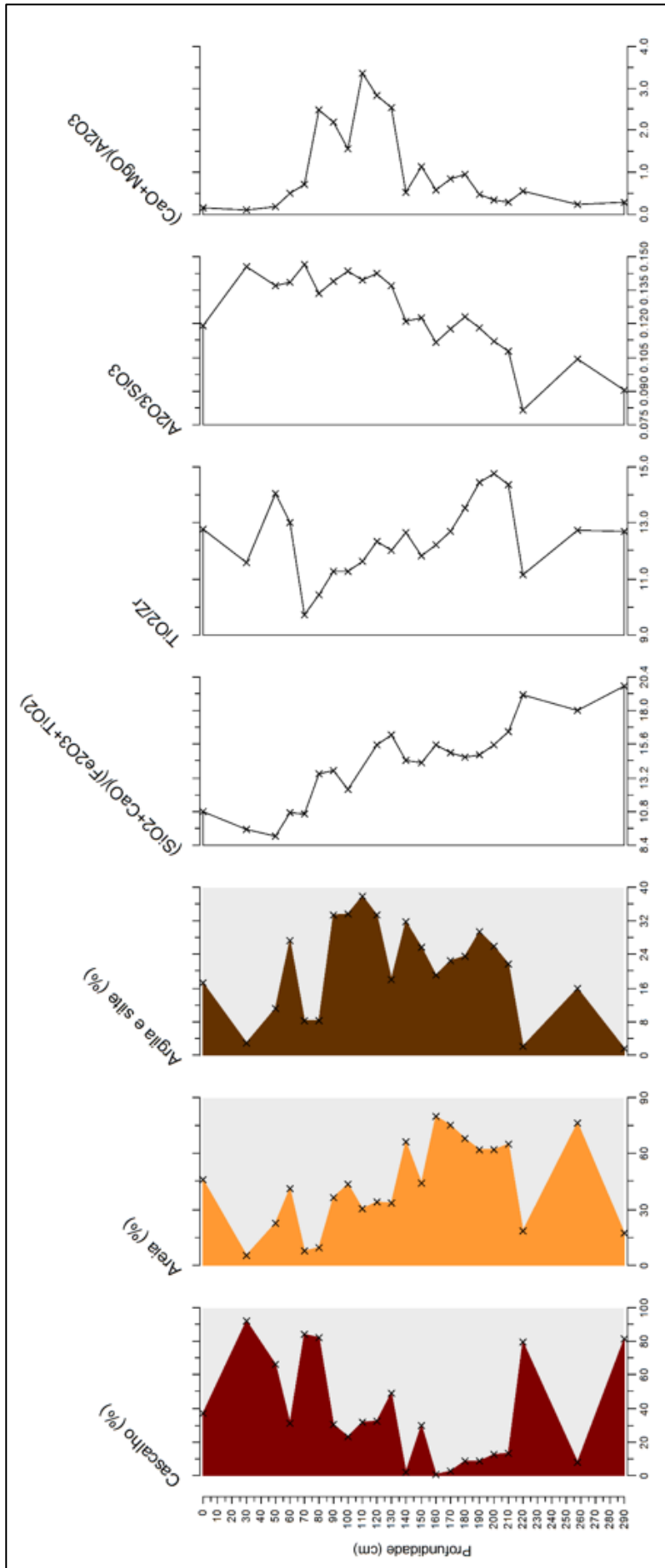


FIGURA 5.8. Apresentação gráfica dos resultados da análise dos rácios geoquímicos do perfil TT2 (direita) em função da composição textural dos sedimentos em relação à profundidade (esquerda)

5.3. Análise da Matéria Orgânica (MO)

Nesta subseção dos resultados da análise geoquímica, são apresentados os resultados da Matéria Orgânica (MO). A TABELA 5.9 mostra esses resultados, em percentagem e em função da profundidade. De um modo geral, as amostras de todas as sondagens apresentam valores mínimos de matéria orgânica que variam de 4 e 6 % e os valores máximos que variam entre 5 e 26%.

Na sondagem AA88, o valor máximo da MO situa-se à cota 190 cm com 14,11%, ao passo que o mínimo se situa à profundidade 10 cm (5,07%). Tal pode relacionar-se com o processo de formação do depósito sedimentar. Isto é, entre os 200 e os 100 cm de profundidade, as amostras contêm uma elevada percentagem de cascalho (TABELA 5.1 e FIGURA 5.2), indicando que estes sedimentos se depositaram neste local através de um evento mais energético que pode ter também sido o responsável pela maior acumulação de MO a estas profundidades.

Na sondagem X108, o valor máximo de MO é de 25,64% e encontra-se à profundidade 60, ao passo que o valor mínimo da MO é de 6,09 % e está à superfície. Da base da sondagem até aos 30 cm de profundidade, verifica-se que a percentagem de MO vai diminuindo (de 19,47 para 11,44 %), contudo é neste intervalo que se registam os valores mais elevados. No geral, tal coincide, mais uma vez, com as amostras que contêm uma percentagem mais elevada de cascalho e que indicam que os sedimentos se depositaram neste local através de um evento mais energético. É, ainda, de notar que o valor máximo de matéria orgânica foi registado é superior ao máximo registado em AA88.

O valor percentual máximo da MO da sondagem P70 situa-se na profundidade 120 cm com 5,49 %, ao passo que o mínimo se situa na profundidade 130 cm com 3,67 %. Comparativamente com os valores máximos e mínimos registados em AA88 e X108, a diferença entre ambos (máximo e mínimo) é muito inferior nas amostras da sondagem P70. Contudo, as percentagens de MO registadas em P70 são da mesma ordem de valores que as registadas nas sondagens anteriormente descritas, nas profundidades em que predominam areias, argilas e siltes (i.e., ambiente de deposição sedimentar menos energético).

O valor percentual máximo da MO no perfil TT2 situa-se aos 110 cm com uma percentagem de 20,46, e o mínimo situa-se na profundidade 290 com 4,43%. Tal como a sondagem X108, o perfil TT2 apresenta valores altos do teor da MO entre os 150 e os 80 cm de profundidade, mais uma vez, quando a percentagem de cascalho é elevada, indicam que os sedimentos

se depositaram neste local através de um evento mais energético. Além disso, este teor mais elevado de MO é também coincidente com a presença de calcreto.

TABELA 5.9. Resultados da determinação do teor de Matéria Orgânica das amostras das sondagens (AA88, P70, X108) e do perfil TT2

Profundidade (Cm)	Sondagens			Perfil
	AA88	X108	P70	TT2
0	5,26	6,09	4,99	7,37
10	5,07	6,86	4,84	-
20	5,23	7,34	5,08	-
30	5,43	11,44	4,89	4,96
40	5,09	12,2	4,74	-
50	5,14	14,37	4,15	6,72
60	5,13	25,64	4,53	8,66
70	5,14	16,23	4,68	9,02
80	5,4	17,17	4,7	17,03
90	5,64	16,51	5,13	16,49
100	5,78	19,47	4,82	14,16
110	5,96	-	5,01	20,46
120	6,36	-	5,49	18,83
130	6,35	-	3,67	17,62
140	6,32	-	-	7,00
150	7,34	-	-	11,3
160	8,94	-	-	7,23
170	12,07	-	-	8,74
180	11,57	-	-	9,51
190	14,11	-	-	7,24
200	13,94	-	-	6,13
210	-	-	-	5,36
220	-	-	-	5,37
258	-	-	-	4,9
290	-	-	-	4,43
Valor mínimo	5,07	6,09	3,67	4,43
Valor máximo	14,11	25,64	5,49	20,46

5.4. Análise de Componentes Principais: Elementos químicos

Nesta subseção, são apresentados os resultados estatísticos com recurso à Análise de Componentes Principais (ACP) dos elementos químicos constantes nas amostras de sedimentos coletadas ao longo das sondagens e perfil. A apresentação da ACP é por sondagem.

5.4.1. Sondagem AA88

Os resultados obtidos através da ACP (respetivas percentagens da variância e valores próprios) estão expostos na TABELA 5.10 e representados em diagramas nas FIGURA 5.9 e 5.10.

Na TABELA 5.10, verificou-se que a variância explicada pelos três primeiros eixos é de 86,34 %. O primeiro eixo compreende a maior parte da variância (54,3 %), mas as contribuições do segundo (19,4%) e do terceiro (12,6%) eixos, também, são significantes.

TABELA 5.10. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 23 amostras e 16 elementos químicos)

PC	Valor próprio	Variância (%)
1	8.6828	54.267
2	3.11045	19.44
3	2.02055	12.628
4	1.34683	8.4177
5	0.476287	2.9768
6	0.193172	1.2073
7	0.12003	0.75019
8	0.0179872	0.11242
9	0.0173807	0.10863
10	0.00599147	0.037447
11	0.00456171	0.028511
12	0.00171924	0.010745
13	0.00106775	0.0066734
14	0.000909411	0.0056838
15	0.00017494	0.0010934
16	8.13421E-05	0.00050839

Os resultados que constam na FIGURA 5.9 (Diagrama A) mostram uma correlação direta do eixo 1 com TiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , MgO , MnO , Sc , e V e uma correlação inversa com o Zr . O eixo 1 mostra que as amostras recolhidas aos 0-120, 150, 160, 190 e 200 cm de profundidade são mais ricas em Zr e mais pobre em TiO_2 , P_2O_5 , Fe_2O_3 , MgO , MnO , Sc e V do que as amostras recolhidas aos 130, 140, 170 e 180 cm, o que faz com que estas últimas amostras tenham uma composição química um pouco mais próxima aos basaltos de Movene (atravessados pelo Machampane a montante de Txina-Txina) comparativamente com as restantes, sugerindo que estes sedimentos são aluviões, tal como a sua composição textural indica.

O eixo 2, FIGURA 5.9, relaciona-se diretamente com Y , SiO_2 , K_2O , Al_2O_3 e NaO e inversamente com CaO . A relação do eixo 2 com estes elementos mostra que as amostras 160–200 cm estão enriquecidas em CaO , o que se deve à formação de calcretos. O mesmo foi anteriormente evidenciado pelos rácios SiO_2/CaO e $(\text{CaO}+\text{MgO})/\text{Al}_2\text{O}_3$. Além disso, a relação com o eixo 2 indica que as amostras recolhidas aso 140 e 130 cm são ricas em Al_2O_3 , enquanto as amostras recolhidas aos 150 e 120 cm são ricas em SiO_2 . Isto está de acordo com a variação do rácio $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ e com a composição textural destas amostras.

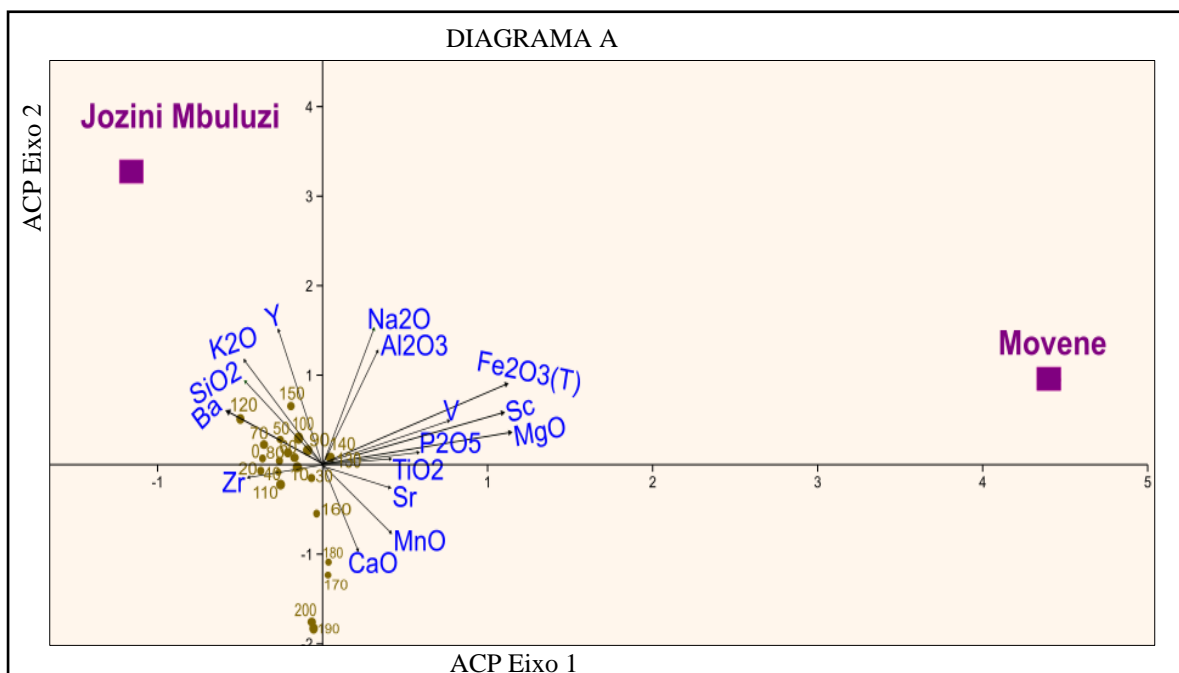


FIGURA 5.9. Diagrama A resultante da ACP da sondagem AA88 Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos (cor de rosa) representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 – veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.1; JM = Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul.

O diagrama B (FIGURA 5.10) é possível verificar que o eixo 3 tem uma relação direta com Ba, Sr e CaO e uma relação inversa com SiO₂. Assim, verificou-se que as amostras recolhidas aos 120, 150, 170–200 cm são as mais ricas Ba, Sr e CaO, o que está de acordo com os baixos valores do rácio Ba/Sr neste intervalo de amostragem, tal como o rácio SiO₂/CaO. Também neste diagrama é possível evidenciar que as amostras 0–110 são muito ricas em SiO₂, tal como expresso pelo rácio Al₂O₃/SiO₂.

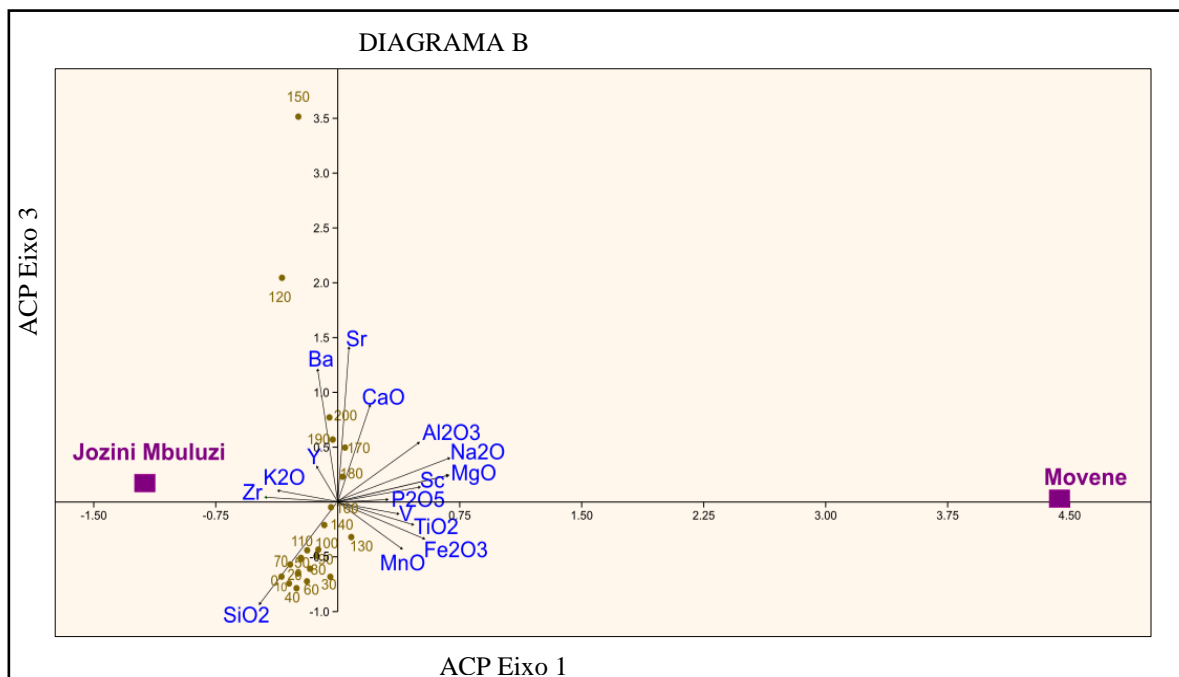


FIGURA 5.10. Diagrama B resultante da ACP da sondagem AA88. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 3. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.1; JM = Jozini- Jozini- Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul.

5.4.2. Sondagem X108

Na sondagem X108, a ACP indica que a variância explicada pelos três primeiros eixos é de 87,98 % (onde apenas os contributos dos eixos 1 e 2 são significantes: 51,13 e 36,85 %, respetivamente; TABELA 5.11).

TABELA 5.11. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 13 amostras e 16 elementos químicos)

PC	Valores próprios	Variância (%)
1	8.18136	51.134
2	5.77354	36.085
3	1.40221	8.7638
4	0.312828	1.9552
5	0.244338	1.5271
6	0.0529729	0.33108
7	0.0237337	0.14834
8	0.00564293	0.035268
9	0.00222709	0.013919
10	0.000734394	0.00459
11	0.000308367	0.0019273
12	0.000102041	0.00063776

O eixo 1 relaciona-se diretamente com Fe_2O_3 , Sc, MnO, P_2O_5 , TiO_2 , V e MgO. O eixo 2 da FIGURA 5.11 tem uma relação diretamente com Ba, Y, K_2O , Zr, SiO_2 e uma relação inversa com Sr e CaO. Assim, os sedimentos das amostras recolhidas entre os 0 e 20 cm de profundidade são mais ricas em Ba, Y, K_2O , Zr e SiO_2 (sendo as que contêm uma maior percentagem de areia), enquanto as amostras entre os 50 e os 100 cm de profundidade são mais ricas em Sr e CaO (especialmente as amostras 60 e 70) como evidenciado pelos rácios $(\text{CaO}+\text{MgO})/\text{Al}_2\text{O}_3$, Ba/Sr e Si/CaO. As amostras recolhidas aos 30 e 40 cm de profundidade apresentam características composicionais intermédias relativamente aos dois grupos de amostras anteriores.

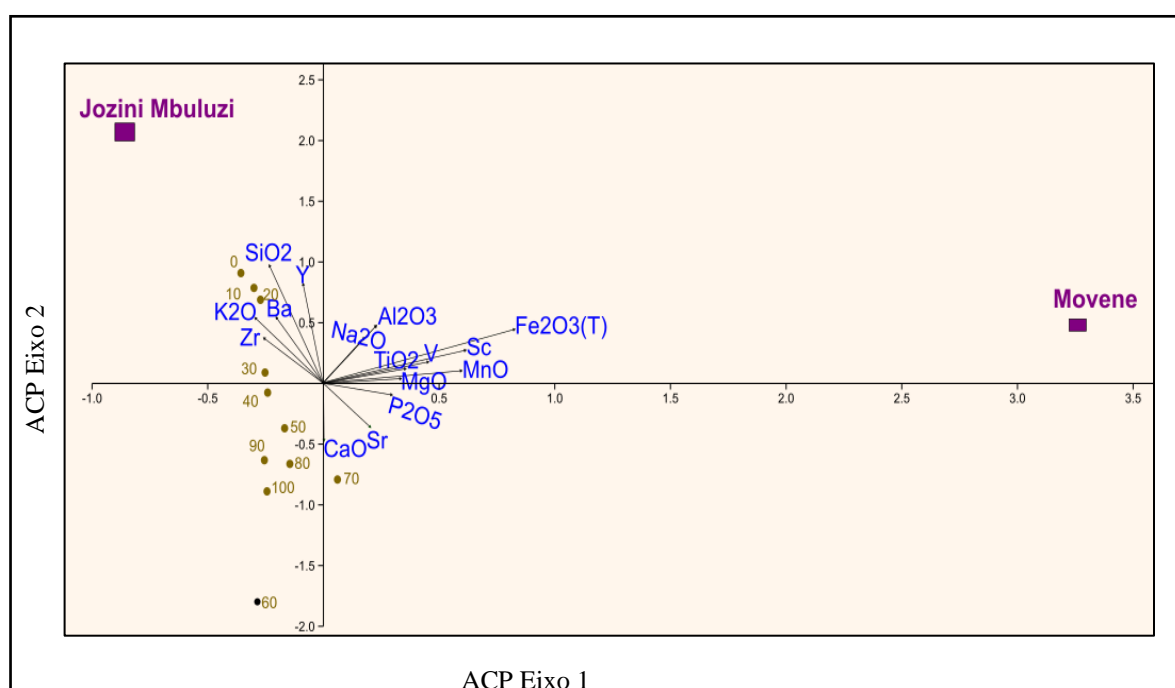


FIGURA 5.11. O diagrama, resultante da ACP da sondagem X108. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.2; JM = Jozini- Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul.

5.4.3. Sondagem P70

Na TABELA 5.12 e o Diagrama (FIGURA 5.12) estão representados os resultados da ACP da sondagem P70. Os dois primeiros eixos explicam, respetivamente, 79.15 % e 13.45 % da variância (totalizando 92,6 %).

TABELA 5.12. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 16 amostras e 16 elementos químicos)

PC	Valores próprios	Variância (%)
1	12.6654	79.159
2	2.15344	13.459
3	0.523961	3.2748
4	0.390206	2.4388
5	0.103891	0.64932
6	0.0738783	0.46174
7	0.0568242	0.35515
8	0.015538	0.097112
9	0.0103497	0.064686
10	0.00323362	0.02021
11	0.00139532	0.0087208
12	0.00122258	0.0076411
13	0.000565944	0.0035371
14	8.86177E-05	0.00055386
15	4.06263E-06	2.5391E-05

O eixo 1 relaciona-se diretamente com CaO, TiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃, MgO, Sc, Sr e V e inversamente com SiO₂. Isto pode indicar que os sedimentos desta sondagem apresentam percentagens mais elevadas de SiO₂ do que CaO, TiO₂, P₂O₅, Fe₂O₃, MgO, Sc, Sr e V. Além disso, o eixo 2 relaciona-se de forma direta com o Y e K₂O, Na₂O, Al₂O₃ e de forma inversa com MnO, Ba e Zr, indicando que todas as amostras são mais ricas em Ba e Zr do que em Na₂O, e Al₂O₃. Além disso, todas as amostras têm uma composição química muito semelhante, o que está de acordo com os resultados obtidos pelos rácios geoquímicos.

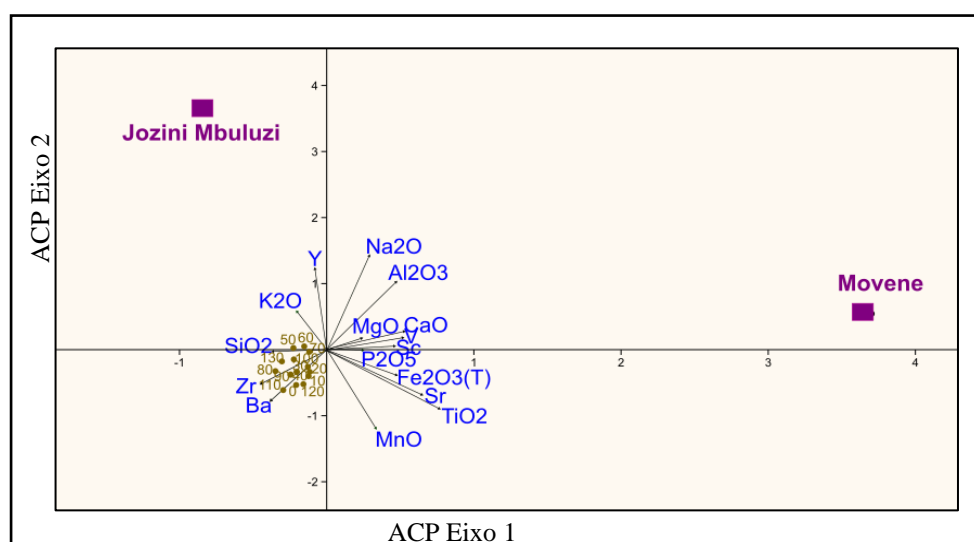


FIGURA 5.12. O diagrama, resultante da ACP da sondagem P70. Na figura está representado o dia-grama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 na TABELA 3.3; JM = Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul.

5.4.4. Perfil TT2

Os resultados da ACP do perfil TT2 revelaram que os 3 primeiros eixos explicam 89,967 % da variância (eixo 1 = 43,18 %; eixo 2 = 29,49 % e eixo 3 = 17,29 %; TABELA 5.13 e FIGURAS 5.13 e 5.14).

TABELA 5.13. Resultados da análise dos componentes principais (ACP; para 22 amostras e 16 elementos químicos)

PC	Valores próprios	Variância (%)
1	6.90988	43.187
2	4.71845	29.49
3	2.76641	17.29
4	0.837709	5.2357
5	0.307154	1.9197
6	0.184372	1.1523
7	0.109127	0.68204
8	0.080048	0.5003
9	0.0412727	0.25795
10	0.0264435	0.16527
11	0.010175	0.063594
12	0.00430219	0.026889
13	0.00255969	0.015998
14	0.00121314	0.0075821
15	0.000614868	0.0038429
16	0.000262512	0.0016407

O eixo 1 (Diagrama A, FIGURAS 5.13) relaciona-se diretamente com MgO, P₂O₅, Fe₂O₃, TiO₂, Sc e V e mostra que as amostras recolhidas aos 120–100 cm, 90–50 cm e 30 cm, de profundidade são mais ricas nestes elementos do que as restantes amostras do perfil. A análise do Diagrama A (FIGURAS 5.13), evidencia ainda que a composição química destas amostras é um pouco mais próxima à dos basaltos de Movene, sugerindo que estes sedimentos são aluviões, tal como a sua composição textural indica.

O eixo 2, do Diagrama A, tem uma relação diretamente com K₂O, Zr, Na₂O e Al₂O₃ e inversa com Sr e CaO. Isto indica que as amostras recolhidas aos 70–30 cm e 0 cm de profundidade são mais ricas em K₂O, Zr, Na₂O e Al₂O₃, o que está de acordo com os resultados obtidos para os rácios Al₂O₃/SiO₂, TiO₂/Zr e (K₂O+Na₂O)/Al₂O₃. Além disso, as amostras 80–130 cm são as mais ricas em Sr e CaO, o que também está de acordo com a formação de calcretos sugerida pelos resultados dos rácios SiO₂/CaO, (CaO+MgO)/Al₂O₃ e Ba/Sr.

O eixo 3 (Diagrama B, FIGURA 5.14) relaciona-se diretamente com Ba, Y e MnO e inversamente com SiO₂. Assim, as amostras 110–30 cm são as mais enriquecidas em Ba e Y, o

que está de acordo com os valores obtidos para o rácio Ba/Sr, e a amostra recolhidas aos 120 cm de profundidade é a mais rica em MnO. Além disso, as amostras recolhidas aos 290–130 e 0 cm de profundidade são ricas em SiO₂, o que está de acordo com a sua composição textural (elevada percentagem de cascalho e areia) e por consequência com os valores do rácio Al₂O₃/SiO₂ neste intervalo de profundidades.

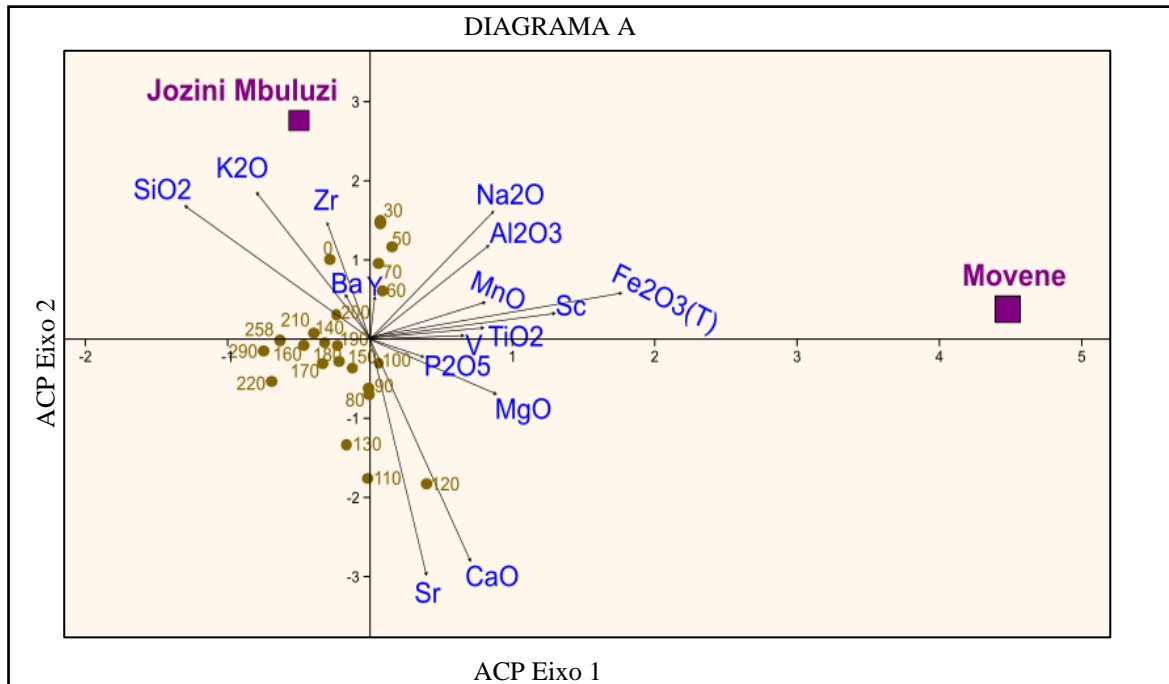


FIGURA 5.13. O Diagrama A, resultante da ACP da sondagem TT2. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 nas TABELAS 3.4 e 3.5; JM= Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul.

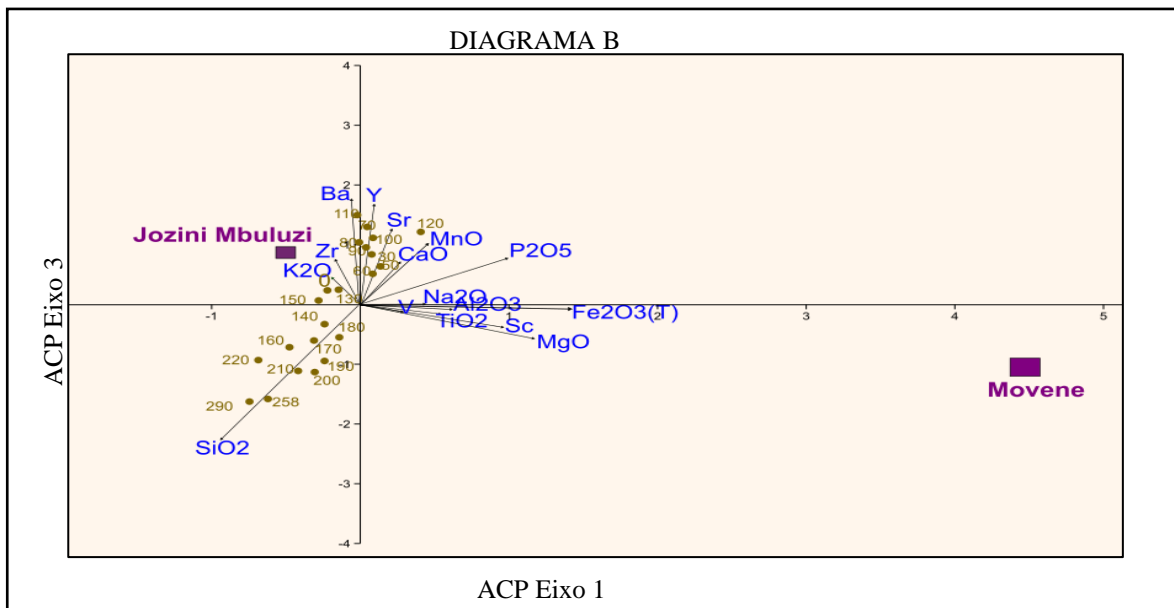


FIGURA 5.14. O diagrama B, resultante da ACP da sondagem TT2. Na figura está representado o diagrama com os eixos 1 e 2. Os quadrados coloridos representam as rochas vulcânicas de Karoo (Melluso et al., 2008 - veja o APÊNDICE 3 nas TABELAS 3.4 e 3.5 JM Jozini-Mbuluzi e Movene), que são as formações rochosas que circundam o sítio. Os pontos amarelos-torrados são representações das amostras recolhidas às diferentes profundidades. Os elementos químicos estão representados no diagrama através dos vetores de cor azul

5.5. Análises de agrupamento de amostras com base na composição química

As análises de agrupamento estabelecem semelhanças (agrupa) entre amostras recolhidas ao longo de cada sondagem e perfil de Txina-Txina com base na sua composição química. Estes grupos de amostras serviram de base para definir unidades estratigráficas, juntamente com os dados granulométricos e MO.

5.5.1. Sondagem AA88

Nesta sondagem as amostras foram agrupadas em 8 grupos (FIGURA 5.15). O grupo 1 a 8 é formado pelas amostras que foram recolhidas, respetivamente, entre os: 200 e 190 cm (grupo 1); 180 cm (grupo 2); 170 cm (grupo 3); 160 e 150 cm (grupo 4); 140 e 130 cm (grupo 5); 120 e 100 cm (grupo 6); 100 e 60 (grupo 7) e 50 e 0 cm de profundidade (grupo 8). Anteriormente, através dos rácios geoquímicos já tinha sido possível estabelecer quatro fases de desenvolvimento do registo sedimentar, sendo que a primeira fase engloba os grupos 1 a 4, a segunda fase engloba os grupos 5 e 6, a terceira fase coincide com o grupo 7 e a quarta fase corresponde ao grupo 8. Além disso, no ACP também foi possível verificar a separação entre

as amostras que compõem os grupos 1 a 4, mas verificou-se que tinham características em comum, tal como os rácios evidenciaram.

O grupo 1 e o grupo 2, distinguem-se pela amostra do grupo 2 apresentar percentagens superiores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , Ba, Sc e V relativamente às amostras que compõem o grupo 1 (TABELA 3.1 do APÊNDICE 3). As amostras do grupo 1 apresentam ainda uma percentagem de CaO superior à amostra do grupo 2. Adicionalmente é de referir que a amostra do grupo 2 é areia fina e tal como as do grupo 1 (sendo que a amostra recolhida aos 200 cm de profundidade apresenta a maior concentração de cascalho comparativamente com todas as restantes).

A amostra do grupo 3 distingue-se da amostra do grupo 2 por terem um teor mais elevado de Al_2O_3 , MnO e Zr e mais baixo de SiO_2 e P_2O_5 . A amostra do grupo 3 é uma areia média.

O grupo 4 é constituído por amostras com percentagens de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO, Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , Y, Sc, Zr e V superiores à amostra do grupo 3 e de MgO, CaO e Sr inferiores à do grupo 3. Este grupo de amostras é ainda caracterizado pela presença de sedimentos arenosos muito finos.

O grupo 5 é formado por amostras que apresentam semelhanças quanto às percentagens de SiO_2 , MnO, TiO_2 (superiores às percentagens presentes no grupo 4), MgO, CaO e P_2O_5 (inferiores às percentagens presentes no grupo 4). Este grupo de amostras são areias muito finas (ver a TABELA 5.1).

O grupo 6 é formado por amostras que apresentam semelhanças quanto à sua composição em SiO_2 (superiores às percentagens presentes no grupo 5), MnO e MgO (inferiores às percentagens presentes no grupo 5). As amostras do grupo 6 têm uma textura arenosa muito fina e fina (aumento da percentagem de cascalho aos 120 e 110 cm) e a esta profundidade foi ainda possível encontrar blocos de riólito (ver ficha de descrição de campo, FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1).

As amostras do grupo 7 distinguem-se das amostras do grupo 6 por terem percentagens de SiO_2 superiores às do grupo 6 e por ser constituído apenas por amostras com textura arenosa muito fina.

As amostras do grupo 8 apresentam semelhanças nas percentagens de SiO_2 , P_2O_5 e K_2O (superiores às percentagens presentes no grupo 7), e de Al_2O_3 , MnO, MgO, CaO e Sc (inferio-

res às percentagens presentes no grupo 7) (TABELA 3.1 do APÊNDICE 3). Este grupo é caracterizado por apresentar sedimentos arenosos muito finos e siltosos muito grosseiros com bioturbação. Aos 45 cm de profundidade foi ainda possível encontrar blocos de rochas (ver ficha de descrição de campo, FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1).

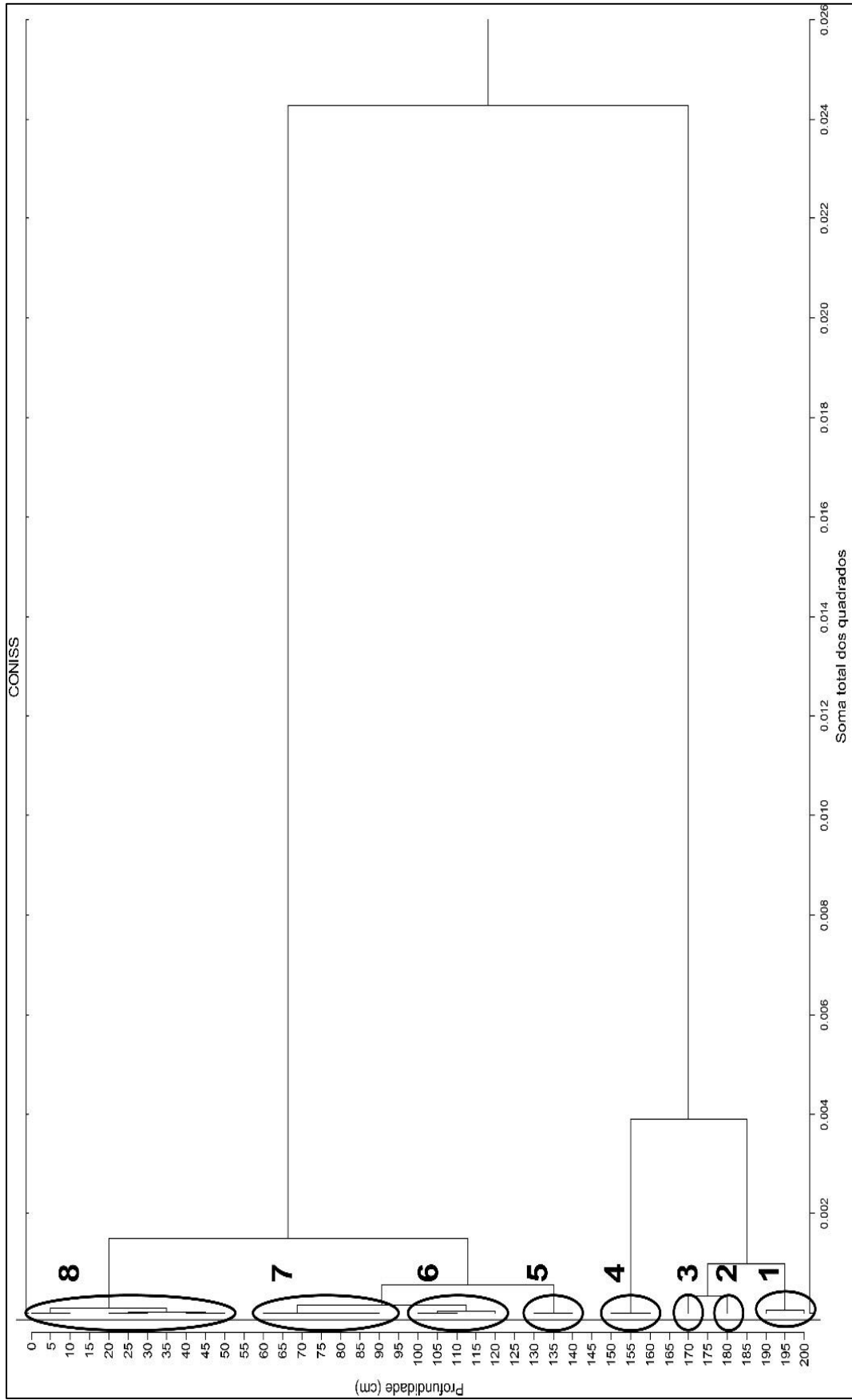


FIGURA 5.15. Dendrograma obtido da análise de agrupamento de amostras da sondagem AA88 e grupos estabelecidos (elipses) em função das semelhanças das amostras quanto à sua composição química ao longo da profundidade.

5.5.2. Sondagem X108

Na sondagem X108, a análise de agrupamento estabeleceu 4 grupos de amostras com as seguintes características (FIGURA 5.16). Os grupos 1 a 4, são constituídos pelas amostras que foram recolhidas, respetivamente, entre os: 100 e 70 cm (grupo 1); 60 cm (grupo 2); 50 a 30 cm (grupo 3); e 20 e 0 cm (grupo 4). Aquando da análise dos rácios geoquímicos, identificaram-se quatro fases de desenvolvimento do registo sedimentar, que no geral, estão de acordo com estes agrupamentos. A única diferença é a segunda fase juntar uma amostra do grupo 1 com a amostra do grupo 2, amostra mais enriquecida em CaO e Sr, como mostram os rácios, mas como a análise de agrupamento mostra, com uma composição química mais próxima ao grupo 1 do que ao grupo 3. Também, através da ACP, foi possível constatar as semelhanças existentes entre as amostras do grupo 1 e 2 e distinguir as amostras do grupo 4. No que diz respeito ao grupo 3, a ACP também mostrou que as amostras recolhidas aos 30 e 40 cm têm uma composição mais próxima que a amostra recolhida aos 50 cm.

As amostras do grupo 1 são separadas da amostra do grupo 2 porque esta apresenta percentagens mais baixas de todos os elementos químicos com exceção do CaO e Sr (com percentagens superiores; TABELA 3.2 do APÊNDICE 3). A média granulométrica da amostra do grupo 2 é areia média e as das amostras do grupo 1 variam entre areia fina e areia muito grosseira (amostra aos 70 cm de profundidade, com a maior percentagem de cascalho) (TABELA 5.2). A amostra do grupo 2 é também a que apresenta um maior conteúdo de MO (TABELA 5.9).

As amostras do grupo 3 têm percentagens superiores de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, Na₂O, K₂O, TiO₂, Zr e V e inferiores de MgO, CaO, Sr e V às dos grupos 1 e 2 (TABELA 3.2 do APÊNDICE 3). A média granulométrica das amostras que compõem este grupo é silte muito grosseiro (ver TABELA 5.2).

As amostras do grupo 4 apresentam percentagens superiores de SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, Na₂O, K₂O, TiO₂, Ba, Y, Zr e V e inferiores de CaO, P₂O₅ e Sr relativamente ao grupo 3 (TABELA 3.2 do APÊNDICE 3). Em termos granulométricos, o grupo 4 é caracterizado por uma média granulométrica de areia muito fina. Além disso, à profundidade que estas amostras foram recolhidas havia sinais de bioturbação (FIGURA 1.2 do APÊNDICE 1).

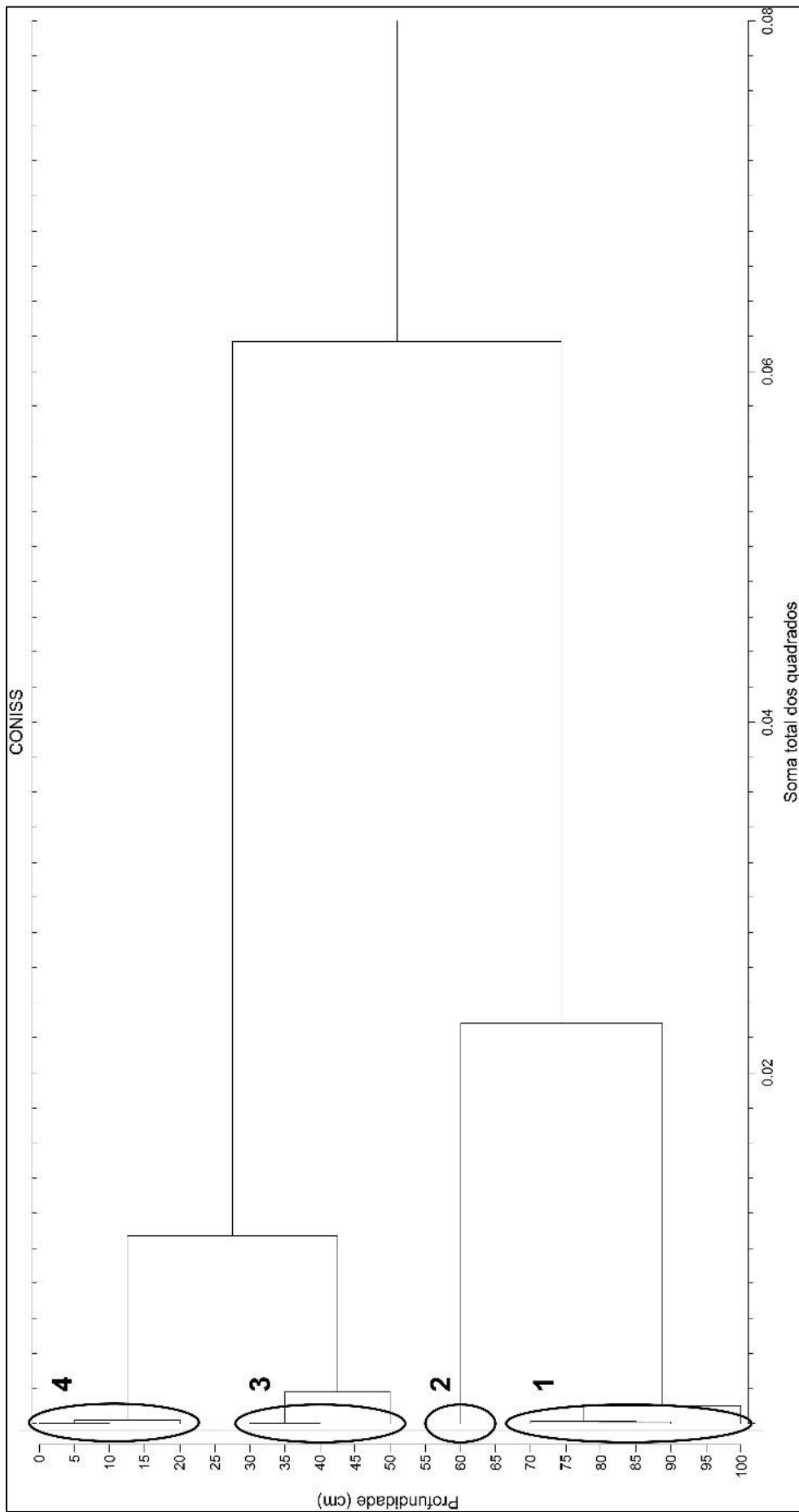


FIGURA 5.16. Dendrograma obtido da análise de elementos químicos da sondagem X108 e distribuição dos grupos em função das semelhanças das amostras ao longo da profundidade

5.5.3. Sondagem P70

A sondagem P70 apresenta 6 grupos (FIGURA 5.17). Os grupos 1 a 6, são constituídos pelas amostras que foram recolhidas, respetivamente, aos: 130 cm (grupo 1); 120–90 cm (grupo 2); 80 cm (grupo 3); 70 e 60 cm (grupo 4); 50–20 cm (grupo 5); e 20–0 cm (grupo 6). O grupo 1 está de acordo com a primeira fase de desenvolvimento do registo sedimentar evidenciada pela análise dos rácios geoquímicos e pelas granulometrias. Adicionalmente, a análise dos rácios geoquímicos e das granulometrias permitiu identificar mais três fases de desenvolvimento do registo sedimentar, que no geral, se encontra de acordo com estes agrupamentos. Assim, a segunda fase de desenvolvimento do registo sedimentar engloba os grupos 2 e 3, a terceira fase corresponde ao grupo 4, e a quarta fase junta as amostras dos grupos 5 e 6. No entanto, com a ACP mostra todas as amostras desta sondagem têm uma composição química muito semelhante, resultando as diferenças registadas pelos rácios geoquímicos de processos pedogénicos.

A amostra do grupo 1 separa-se das amostras do grupo 2, pois esta apresenta percentagens superiores de SiO_2 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , P_2O_5 e Ba e inferiores de Al_2O_3 , MnO, MgO, TiO_2 e V (TABELA 3.3 do APÊNDICE 3). A amostra do grupo 1 é a amostra com maior percentagem de cascalho (90,2 %) (média granulométrica de cascalho médio – TABELA 5.3).

As amostras do grupo 2 distinguem-se da amostra do grupo 3 por terem percentagens mais elevada de MnO, MgO, CaO, P_2O_5 , Sr e Y e mais baixas de SiO_2 (TABELA 3.3 do APÊNDICE 3). Estas amostras têm uma média granulométrica de areia fina a muito fina.

O grupo 3 tem apenas uma amostra que se distingue das amostras do grupo 4 por ter uma percentagem mais elevada de SiO_2 , MnO, Zr e V e uma percentagem mais baixa de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O e P_2O_5 (TABELA 3.3 do APÊNDICE 3). Esta amostra tem uma média granulométrica de areia muito fina.

As amostras do grupo 4 são diferentes das amostras do grupo 5, por terem mais Na_2O , menos SiO_2 , P_2O_5 , Zr e V (TABELA 3.3 do APÊNDICE 3). Apesar da média granulométrica das amostras do grupo 4 ser areia muito fina, nestas amostras há um aumento da percentagem de cascalho comparativamente com as amostras dos grupos 3 e 5.

O grupo 5 diferencia-se do grupo 6 por apresentar percentagens de SiO_2 inferiores e Al_2O_3 , Fe_2O_3 e MgO superiores (TABELA 3.3 do APÊNDICE 3). As amostras do grupo 5 tem uma média granulométrica de areias finas a areias muito finas e as do grupo 6 são areias muito

finas. De acordo com dados de campo (FIGURA 1.3 do APÊNDICE 1), há sinais de bioturbação nas profundidades em que foram recolhidas as amostras do grupo 2 a 6, contudo está é mais intensa nas profundidades que compreendem as amostras dos grupos 5 e 6.

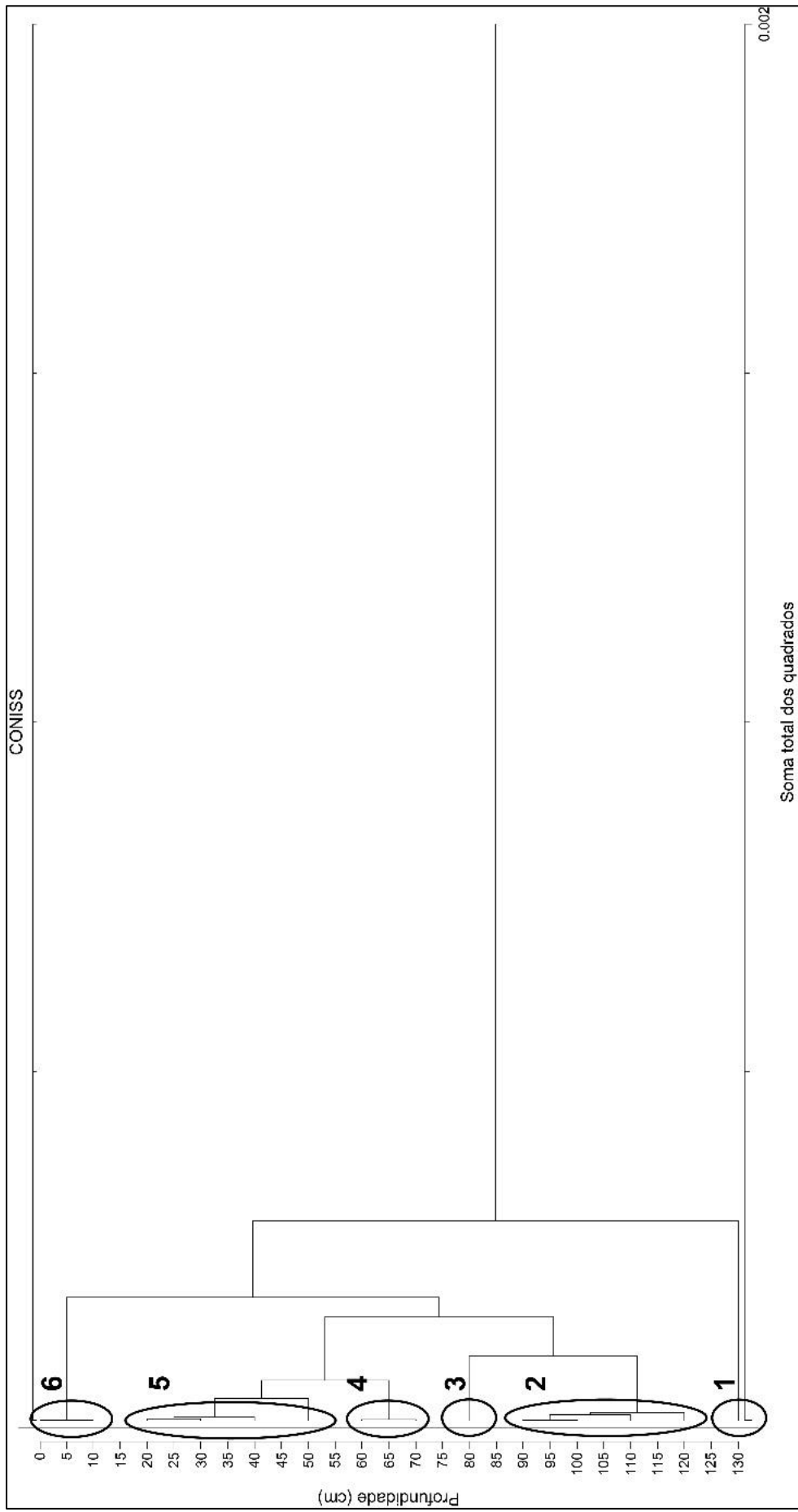


FIGURA 5.17. Dendrograma obtido da análise de elementos químicos da sondagem P70 e distribuição dos grupos em função das semelhanças das amostras ao longo da profundidade

5.5.4. Perfil TT2

O perfil TT2 apresenta 14 grupos (FIGURA 5.18). Os grupos 1 a 14, são constituídos pelas amostras recolhidas entre as seguintes profundidades: 290 e 210 cm (grupo 1); 200 e 190 cm (grupo 2); 180 e 170 cm (grupo 3); 160 cm (grupo 4); 150 cm (grupo 5); 140 cm (grupo 6); 130 cm (grupo 7); 120 cm (grupo 8); 110 cm (grupo 9); 100 cm (grupo 10); 90 e 80 cm (grupo 11); 70 e 60 cm (grupo 12); 50 e 30 cm (grupo 13); e 0 cm (grupo 14). A análise dos rácios geoquímicos (conjuntamente com a análise granulométrica), permitiu identificar nove fases de desenvolvimento do registo sedimentar. O grupo 1 engloba a primeira e a segunda fases de desenvolvimento do registo sedimentar. No entanto, como a ACP evidencia, as amostras correspondentes à primeira fase de desenvolvimento do registo sedimentar são mais ricas em SiO_2 , o que está intimamente relacionado com as suas texturas, e justifica a sua distinção relativamente às amostras que fazem parte da segunda fase de desenvolvimento do registo sedimentar.

A terceira e quarta fases de desenvolvimento do registo sedimentar junta as amostras dos grupos 2 a 4 e 5 a 6, respetivamente. A ACP também mostra que estes grupos de amostras têm um elevado teor de SiO_2 e uma composição química semelhante entre elas, que está de acordo com as fases estabelecidas através dos rácios geoquímicos e variações granulométricas. As quinta e sexta fases de desenvolvimento do registo sedimentar reúnem, respetivamente, as amostras dos grupos 7 a 9 e 10 a 11.

Através da ACP também é possível distinguir a separação existente entre as amostras dos grupos 7 a 11 dos restantes grupos de amostras, bem como verificar que as amostras dos grupos 7 a 9 são mais ricas em Sr e CaO do que as dos grupos 10 e 11, como resultado de processos pedogénicos. Os grupos 12, 13 e 14 correspondem, respetivamente, às sétima, oitava e nona fases de desenvolvimento do registo sedimentar estabelecidas através dos rácios geoquímicos e variações granulométricas, apesar de apresentarem características composicionais em comum como a ACP evidencia.

As amostras do grupo 1 separam-se das amostras do grupo 2 por apresentarem percentagens superiores de SiO_2 (como anteriormente referido), inferiores de Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 , Zr e V (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). As amostras do grupo 1 têm uma média granulométrica que varia entre o cascalho médio (com orientação no sentido do fluxo do Machampane e Chifati – TABELA 5.4) e a areia grosseira.

O grupo 2 distingue-se do grupo 3 pelas suas amostras terem teores mais elevados de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 e mais baixos de CaO , TiO_2 e V (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). As amostras do grupo 2 têm uma média granulométrica de cascalho muito fina a areia muito grosseira.

O grupo 3 diferencia-se do grupo 4 por ter percentagens de SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , P_2O_5 e Sr superiores e Al_2O_3 , K_2O , Ba, Zr e de V inferiores às do grupo 4 (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). O grupo 3 tem uma média granulométrica de areia muito grosseira a areia grosseira.

A amostra do grupo 4 separa-se da amostra do grupo 5 por ter mais SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O e V e menos Fe_2O_3 , MnO, MgO , CaO , Na_2O , TiO_2 , P_2O_5 , Ba, Sr, Y, Sc e Zr (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). O grupo 4 tem uma média granulométrica de areia grosseira.

O grupo 5 distingue-se do 6 por apresentar percentagens inferiores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , TiO_2 e V e superiores de MnO, Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Ba e Sr (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). A amostra do grupo 5 é uma areia muito grosseira e apresenta uma elevada percentagem de MO.

O grupo 6 apresenta diferenças relativamente ao grupo 7 quanto aos elementos SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO, Na_2O , K_2O , TiO_2 , Ba, Y, Sc, Zr e V (percentagens superiores) e MgO , CaO , P_2O_5 e Sr (percentagens inferiores) (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). A amostra do grupo 6 é uma areia grosseira.

A amostra do grupo 7 distingue-se da do grupo 8, uma vez que tem percentagens superiores de SiO_2 , Al_2O_3 , Zr e V, e inferiores de Fe_2O_3 , MnO, MgO , CaO , P_2O_5 , Ba, Sr e Y (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). A média granulométrica da amostra do grupo 7 é cascalho muito fino e a amostra tem uma elevada percentagem de MO. De acordo com os rácios geoquímicos, esta amostra é um calcreto.

A amostra do grupo 8 tem uma percentagem superior de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , Y, Sc e V e inferior de MnO, MgO , CaO , Ba, Sr e Zr relativamente à amostra do grupo 9 (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). É uma areia muito grosseira com uma elevada percentagem de MO. Os rácios geoquímicos para a ocorrência de calcreto a esta profundidade.

Relativamente à amostra do grupo 10 a amostra do grupo 9 tem uma percentagem superior de MgO , CaO , P_2O_5 , Ba, Sr, e inferior de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO, Na_2O , K_2O , TiO_2 ,

Y, Sc, Zr e V (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). A amostra do grupo 9 é uma areia muito grosseira com uma elevada percentagem de MO e é um calcreto.

O grupo 10 distingue-se do grupo 11 por ser mais rico em SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , Ba, Sc, Zr e V e mais pobre em CaO e P_2O_5 (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). A amostra do grupo 10 é uma areia grosseira com uma elevada percentagem de MO e também é um calcreto.

O grupo 11 apresenta diferenças do grupo 12 ao nível das percentagens de MgO, CaO e Sr (superiores), e SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , TiO_2 , Ba, Y, Sc e Zr (inferiores) (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). A média granulométrica do grupo 11 varia entre cascalho médio e areia muito grosseira com uma elevada percentagem de MO e é um calcreto.

As amostras do grupo 12 são diferentes das amostras do grupo 13 uma vez que têm percentagens mais elevadas de MgO, CaO e Sr, e mais baixas de SiO_2 , Al_2O_3 e Fe_2O_3 (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). O grupo 12 são cascalhos grosseiros a areias muito grosseiras.

O grupo 13 difere da amostra do grupo 14 por ter percentagens superiores Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO, MgO, Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Ba, Sr, Y e Sc, e inferior de SiO_2 (TABELAS 3.4 e 3.5 do APÊNDICE 3). O grupo 13 tem uma média granulométrica que varia entre cascalho fino e grosseiro e a amostra do grupo 14 é uma areia muito grosseira.

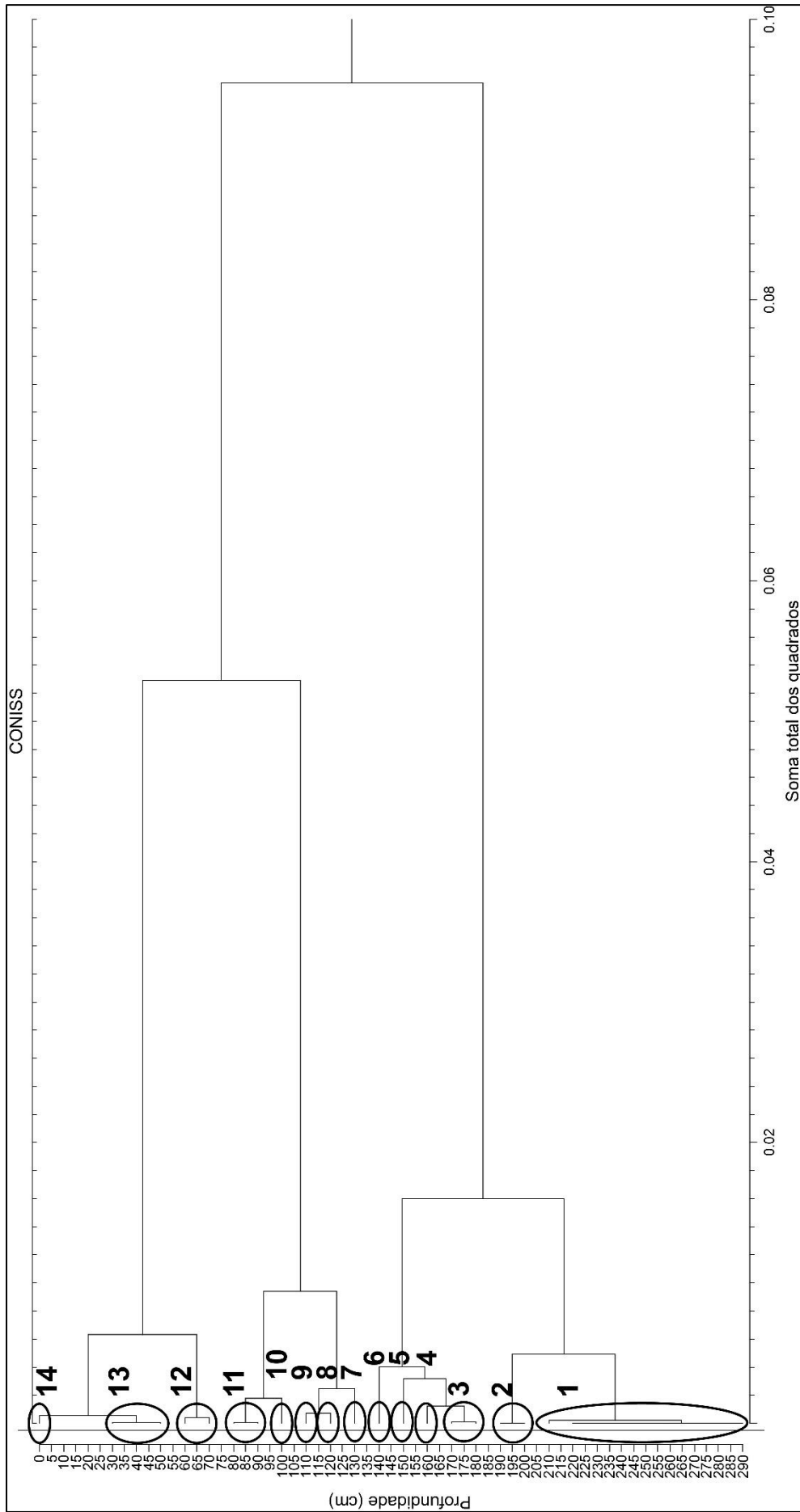


FIGURA 5.18. Dendrograma obtido da análise de elementos químicos do perfil TT2 e distribuição dos grupos em função das semelhanças das amostras ao longo da profundidade.

5.6. Estratigrafia

A presente seção estabelece a estratigrafia das sondagens e perfil com base nos dados recolhidos no campo e analisados no laboratório.

5.6.1. Sondagem AA88

Nesta sondagem foram estabelecidas 3 unidades estratigráficas (FIGURAS 5.19 e 5.20):

UNIDADE I (200–140 cm) – Nesta unidade, os sedimentos apresentam a cor 10YR 4/4 (escala de Munsel – FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1), têm uma média granulométrica de areia muito fina a areia média, onde a percentagem de cascalho varia entre 27,6 a 11,3 % (TABELA 5.1). De forma geral, há uma tendência aumento da percentagem de argilas e siltes da base para o topo da unidade. São sedimentos extremamente mal calibrados, muito grosseiramente assimétricos a simétricos e muito platicúrticos a leptocúrticos. Estes sedimentos depositaram-se neste local através de um evento mais energético que pode ter também sido o responsável pela maior acumulação de MO a estas profundidades. As idades obtidas para esta unidade (entre os 170 e 180 cm de profundidade) foram $25440,5 \pm 223,5$ e 29075 ± 375 cal BP (TABELA 5.14). Esta unidade é um calcreto, que se formou através de processos pedogénicos.

UNIDADE II (140 – 100 cm) – Os sedimentos desta unidade têm a mesma cor dos da unidade I (10 YR 4/4 – FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1) e uma média granulométrica que varia entre a areia muito fina e a areia fina. Entre os 110 e os 120 cm de profundidade há uma elevada percentagem de cascalho (21,9 e 21,5 %) e no campo registou-se também a ocorrência de blocos de riólito (FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1). Os sedimentos da unidade são extremamente mal calibrados, muito grosseiramente assimétricos a simétricos, platicúrticos a mesocúrticos. Esta unidade caracteriza-se por uma crescente remoção dos elementos móveis pela meteorização, da base para o topo.

UNIDADE III (100 – 60 cm) – Os sedimentos desta unidade têm a mesma cor dos da unidade I e II (10 YR 4/4 – FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1) e uma média granulométrica de areia muito fina. O decréscimo da percentagem de cascalho a partir dos 100 cm de profundidade, marca a transição de um ambiente mais energético (que vem na

continuação do ambiente das unidades I e II) para um ambiente sedimentar menos energético. Os sedimentos da unidade são extremamente mal calibrados, simétricos a finamente simétricos, platicúrticos a mesocúrticos. Esta unidade caracteriza-se por uma crescente remoção dos elementos móveis pela meteorização, da base para o topo.

UNIDADE IV (60–0 cm) – Os sedimentos da unidade III apresentam uma cor diferente dos restantes (10YR 3/4 – FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1). Os sedimentos são siltes muito grosseiros e areias muito finas, aumentando a percentagem de areia e diminuindo a de argila e silte da base para o topo da unidade. Aos 45 cm de profundidade foi ainda possível encontrar blocos de rochas (ver ficha de descrição de campo, FIGURA 1.1 do APÊNDICE 1). Os sedimentos são extremamente mal calibrados, grosseiramente assimétricos a muito finamente assimétricos, platicúrticos a mesocúrticos. Os sedimentos sofreram perda dos elementos alcalinos através de processos de pedogénese (sendo os que apresentam maior intensamente de meteorização ao longo de toda a sondagem). No topo da unidade (40–0 cm) há sinais de bioturbação. Nesta unidade obteve-se uma datação de 765 ± 45 cal BP aos 30 cm de profundidade (TABELA 5.14).

5.6.2. Sondagem X108

Nesta sondagem foram estabelecidas, mais uma vez, 3 unidades estratigráficas que estão representadas na FIGURAS 5.19 e 5.20:

UNIDADE I (100–80 cm) – Os sedimentos desta unidade têm uma cor correspondente à 7.5YR 4/3 (FIGURA 1.2 do APÊNDICE 1) da escala de Munsell e apresentam uma média granulométrica de areia fina, são extremamente mal calibrados, grosseiramente assimétricos a simétricos e muito platicúrticos a platicúrticos. Estes sedimentos sofreram uma baixa remoção dos elementos móveis através de processos de pedogénese e formou-se um calcreto. Entre os blocos de rocha (130 a 120 cm de profundidade) que se encontram na base desta unidade foi recolhido material para datação que indica que estes depósitos de formaram à 32465 ± 674 cal BP.

UNIDADE II (80–50 cm) – Os sedimentos desta unidade têm a mesma cor dos sedimentos da unidade I e apresentam uma média granulométrica que varia entre a areia média e a areia muito grosseira, são extremamente mal calibrados, grosseiramente assi-

métricos a muito finamente assimétricos e muito platicúrticos. O valor máximo de cascalho é registado aos 70 cm (55,8 % – TABELA 5.2) e é coincidente com o valor mínimo da percentagem de argilas e siltes (23,6 %–TABELA 5.2), sugerindo que estes sedimentos fazem parte de um depósito de deslizamento, o que está de acordo com a ocorrência de blocos de rocha (riolítos) angulosos na base desta sondagem (FIGURA 5.20). É também nesta unidade que se registam os valores mais elevados de MO (25,64% aos 60 cm de profundidade), o que também pode ser indicativo da deposição de sedimentos através de um evento mais energético. Estes sedimentos sofreram uma baixa remoção dos elementos móveis através de processos de pedogénese e são um calcreto.

UNIDADE III (50–30 cm) – Com sedimentos de cor 7.5YR4/3 (FIGURA 1.2 do APÊNDICE 1), apresenta uma média granulométrica de silte muito grosseiro, extremamente mal calibrado, grosseiramente assimétrico a simétrico e platicúrtico. Nesta unidade a percentagem de cascalho decresce muito e a percentagem de areias e argilas e siltes aumenta, relativamente à unidade anterior, sendo este ambiente de deposição sedimentar menos energético. Ao longo da unidade verifica-se um aumento da intensidade de meteorização. Na base da unidade (50 cm de profundidade) obteve-se uma datação de 14005 ± 155 cal BP e no topo (30 cm de profundidade) 7620 ± 50 cal BP (TABELA 5.14).

UNIDADE IV (30–0 cm) – Unidade com sedimentos de cor 5YR 3/2 (FIGURA 1.2 do APÊNDICE 1) e média granulométrica areia muito fina, extremamente mal calibrada, finamente assimétrica a simétrica, platicúrtica a mesocúrtica. Em termos energéticos, mantiveram-se as condições de deposição num ambiente de baixa energia, mas é a unidade em que se registam os valores mais elevados de intensidade de meteorização e evidências de bioturbação (ex. raízes).

5.6.3. Sondagem P70

Nesta sondagem foram identificadas 3 unidades estratigráficas descritas aqui e representadas na FIGURAS 5.19 e 5.20:

UNIDADE I (120–130 cm) – Esta unidade com sedimentos de cor 7.5 YR 3/4 (FIGURA 1.3 do APÊNDICE 1) tem uma média granulométrica de cascalho médio (ambiente de deposição energético). Os sedimentos são muito mal calibrados, muito finamente assimétricos e muito leptocúrticos. Os índices de meteorização sugerem que estes

sedimentos sofreram uma baixa remoção dos elementos móveis através de processos de pedogênese. A deposição de argilas aos 120 cm de profundidade, funciona como uma barreira à percolação da água, favorecendo a acumulação de elementos alcalinos a esta profundidade.

UNIDADE II (120–80 cm) – À semelhança da unidade I os sedimentos desta unidade têm uma cor 7.5 YR 3/4 (FIGURA 1.3 do APÊNDICE 1), mas são areias muito finas (ambiente de deposição menos energético do que o da unidade anterior). São extremamente mal calibrados, finamente assimétricos a simétricos, platicúrticos a mesocúrticos. É uma das unidades da sondagem em que os sedimentos sofreram uma elevada intensidade de meteorização (maior remoção dos elementos alcalinos).

UNIDADE III (80–50 cm) – Os sedimentos desta unidade têm a mesma cor dos sedimentos da unidade anterior, mas são areias muito finas. Contudo, relativamente à unidade anterior, verifica-se um aumento da percentagem de cascalho nesta unidade, o que revela que o ambiente de deposição destes sedimentos foi ligeiramente mais energético. São extremamente mal calibrados, finamente assimétricos a simétricos, platicúrticos a leptocúrticos. É a unidade da sondagem em que os sedimentos sofreram a maior intensidade de meteorização.

UNIDADE IV (50–0 cm) – Unidade com sedimentos de média granulométrica de areia muito fina e cor 7.5 YR 3/3 (FIGURA 1.3 do APÊNDICE 1). Os sedimentos são extremamente mal calibrados, finamente assimétricos e platicúrticos a mesocúrticos. Sedimentos onde houve uma menor remoção dos elementos alcalino por processos de pedogênese, relativamente à unidade anterior. Apresenta sinais de bioturbação (ex., presença de raízes e formigueiros).

5.6.4. Perfil TT2

Este perfil subdivide-se em 9 unidades estratigráficas descritas a seguir (FIGURAS 5.21 e 5.22):

UNIDADE I (290–258 cm) – os sedimentos desta unidade têm uma média granulométrica que varia entre cascalho médio (com orientação no sentido da escorrência das linhas de água) e areia grosseira, é indicativo de uma transição de um ambiente depo-

sicional mais energético para um ambiente menos energético. A coloração destes sedimentos é a 10 YR 6/4 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1). Os sedimentos são muito mal calibrados a mal calibrados, muito finamente assimétricos a grosseiramente assimétricos e muito leptocúrticos a leptocúrticos. Ao longo da unidade também se verifica uma transição entre sedimentos que sofreram menos meteorização para sedimentos que sofreram mais meteorização.

UNIDADE II (258–210 cm) – na unidade II os sedimentos têm a cor 10 YR 6/4 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1) e uma média granulométrica de cascalho médio (o que é indicativo de um novo aumento da energia do ambiente) a areia grosseira, muito compactado à semelhança da unidade anterior e em oposição às restantes unidades. Tal como na unidade I, os sedimentos variam entre muito mal calibrado e mal calibrados, muito finamente assimétricos e grosseiramente assimétricos, e leptocúrticos a mesocúrticos. Aquando do aumento da percentagem de cascalho, verifica-se um decréscimo da intensidade de meteorização.

UNIDADE III (210–160 cm) – a unidade III é constituída por sedimentos cuja média granulométrica é areia muito grosseira, cascalho muito fino e areia grosseira (o que aponta para uma nova alteração na energia do ambiente de deposição, que se manifesta através da diminuição da percentagem de cascalho). A coloração dos sedimentos varia entre 7.5 YR 5/4 e 7.5 YR 5/6 (da base para o topo; FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1). Os sedimentos desta unidade variam entre muito mal calibrados e mal calibrados, grosseiramente assimétricos e simétricos, platicúrticos a mesocúrticos. Nesta unidade os índices de meteorização indicam que os sedimentos sofreram uma meteorização mais intensa que na unidade anterior.

UNIDADE IV (160–140 cm) – os sedimentos desta unidade, com a coloração de 7.5 YR 5/6 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1), têm uma média granulométrica de areia muito grosseira a areia grosseira. O aumento da percentagem de cascalho aos 150 cm de profundidade marca um novo aumento da energia do ambiente de deposição. Os sedimentos são muito mal calibrados, grosseiramente assimétricos a simétricos, muito platicúrticos a platicúrticos e, apresentam uma elevada percentagem de MO. Nesta unidade a remoção dos elementos móveis é ainda mais baixa que na fase anterior.

UNIDADE V (140–100 cm) – esta unidade apresenta sedimentos com uma média granulométrica de cascalho muito fino a areia grossa, com uma variação de cor de 7.5

YR, 5/4 para 7.5 YR, 6/4 (da base para o topo da unidade; FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1). Nesta unidade verifica-se um aumento da percentagem de cascalho e logo de energia do ambiente de deposição. Os sedimentos são muito mal calibrados, muito finamente assimétricos a finamente assimétricos e muito platicúrticos, com uma elevada percentagem de MO e com a presença de raízes. Esta unidade é a que apresenta menores sinais de meteorização e nela formaram-se calcretos.

UNIDADE VI (100–70 cm) – os sedimentos desta unidade são areias muito grosseiras a cascalhos médios (que indicam que indicando que houve um aumento na energia do ambiente de deposição) de cor 7.5YR 4/3 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1), muito mal calibrados a mal calibrados, grosseiramente assimétricos a muito finamente assimétricos, muito platicúrticos a extremamente leptocúrticos. Esta unidade continua a caracterizar-se por uma baixa remoção dos elementos móveis e pela existência de calcretos. A unidade apresenta uma percentagem elevada de MO.

UNIDADE VII (70–50 cm) – é uma unidade que apresenta sedimentos com uma média granulométrica de cascalho grosseira a areia muito grosseira (diminuição da energia do ambiente), com coloração 7.5 YR 3/3 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1). Os sedimentos são mal calibrados a muito mal calibrados, muito finamente assimétricos a muito grosseiramente assimétricos, extremamente leptocúrticos a muito platicúrticos. Nesta unidade verifica-se um aumento da remoção dos elementos móveis pela meteorização.

UNIDADE VIII (50–30 cm) – os sedimentos desta unidade, em termos de média granulométrica, são cascalhos finos e grosseiros (aumento da energia do ambiente) com a coloração 7.5YR 3/3 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1) e depositados sem uma orientação preferencial. São muito mal calibrados a mal calibrados, muito finamente assimétricos, platicúrticos a extremamente leptocúrticos. Esta unidade sofreu a mais elevada remoção dos elementos móveis dos sedimentos de todo o perfil.

UNIDADE IX (30–0 cm) – esta unidade tem sedimentos com uma média granulométrica de areia muito grosseira (ambiente menos energético), de cor 7.5YR 3/3 (FIGURAS 1.4–1.6 do APÊNDICE 1), muito mal calibrados, muito grosseiramente assimétricos e muito platicúrticos. À semelhança da unidade anterior, apresenta uma elevada remoção dos elementos móveis dos sedimentos.

5.7. Correlações das unidades estratigráficas com base nos indicadores sedimentológicos, geoquímicos e a cronologia

As FIGURAS 5.19 e 5.20 ilustram as correlações existentes entre as unidades das diferentes sondagens (AA88, X108 e P70) e do perfil TT2:

UNIDADES I das sondagens AA88 e X108 – média granulométrica que varia entre a areia muito fina e a areia média, são extremamente mal calibrados, muito grosseiramente assimétricos a simétricos, muito platicúrticos a leptocúrticos. As elevadas percentagens de cascalho registadas nestas unidades indicam que os sedimentos se depositaram através de eventos energéticos (que sendo distintos são contemporâneos – ver datações na FIGURAS 5.19 e 5.20) que terão sido responsáveis pela acumulação de uma elevada percentagem de MO. Em ambas as sondagens, estas unidades são calcretos.

UNIDADES II das sondagens AA88 e X108 e UNIDADES I e II da sondagem P70 – com médias granulométricas que variam entre areia muito fina e cascalho médio (ambiente de deposição energético), extremamente mal calibrados a muito mal calibrados, muito grosseiramente assimétricos a muito finamente assimétricos e muito platicúrticos a muito leptocúrticos. Estas unidades diferem quanto ao grau de remoção dos elementos móveis através de processos de pedogénese, à percentagem de MO, e há formação (ou não) de calcretos. As unidades II da sondagem AA88 e I e II da sondagem P70 encontram-se a uma elevação semelhante.

UNIDADES III das sondagens AA88, X108 e P70 – as unidades III destas sondagens apresentam sedimentos com médias granulométricas que variam entre siltes muito grosseiros e areias muito finas (mantendo-se as condições de deposição num ambiente de baixa energia em todas as sondagens). Os sedimentos são extremamente mal calibrados, grosseiramente assimétricos a finamente assimétricos, platicúrticos a leptocúrticos. Estas unidades sofreram perda dos elementos alcalinos através de processos de pedogénese (com intensidades de meteorização diferentes). As unidades III das sondagens P70 e AA88 encontram-se aproximadamente às mesmas cotas. Apenas foram obtidas datações para a sondagem X108 (FIGURAS 5.19 e 5.20). Na base da unidade (50 cm de profundidade) obteve-se uma datação de 14005 ± 155 cal BP e no topo (30 cm de profundidade) 7620 ± 50 cal BP (TABELA 5.14).

UNIDADES IV das sondagens AA88, X108 e P70 – estas unidades são constituídas por sedimentos com médias granulométricas de siltes muito grosseiros e areias muito finas (ambiente de baixa energia), são extremamente mal calibrados, grosseiramente assimétricos a muito finamente assimétricos, platicúrticos a mesocúrticos. Também nestas unidades verifica-se a perda dos elementos alcalinos através de processos de pedogénese. Todas estas unidades apresentam evidências de bioturbação. Na sondagem AA88 obteve-se uma datação de 765 ± 45 cal BP aos 30 cm de profundidade (TABELA 5.14).

TABELA 5.14. Apresentação dos níveis que foram datados por radiocarbono no sítio de Txina-Txina (Sondagens: X108 e AA88). O material datado e o código do laboratório correspondente a cada material, com iniciais WK. Também, no lado direito da tabela, encontra-se a datação em BP e Cal BC (Before Present - Antes do Presente)

Sondagem	Nível	Amostra	Código	Resultado BP	Cal BP*
X108	3	Casca de ovo de avestruz	Wk-44419	6,791±20	7,670-7,570
X108	5	<i>Achatina</i> sp.	Wk-44420	12,190±30	14,160-13,850
X108	13	Casca de ovo de avestruz	Wk-45795	28,571±170	33,130-31,800
AA88	3	Osso de mamífero	Wk-49192	905±21	810-720
AA88	18	<i>Chambardia petersi</i>	WK-45796	21,146±74	25,217-25,664
AA88	18	<i>Achatina</i> sp.	Wk-45797	25,064±110	29,450-28,700

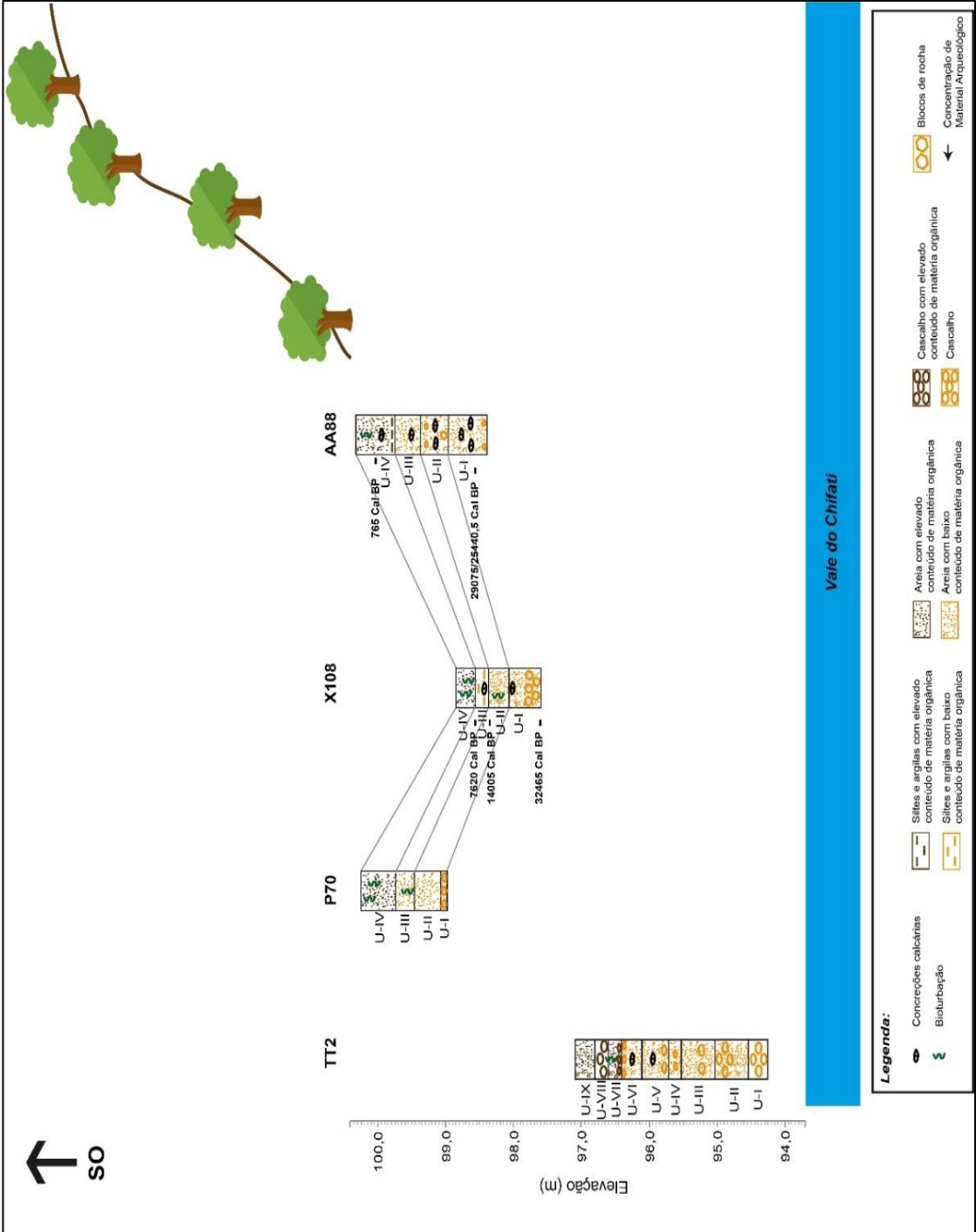


FIGURA 5.19. Representação das unidades em estratigrafia por sondagens e elevação. Vista a partir do Vale do Chifati

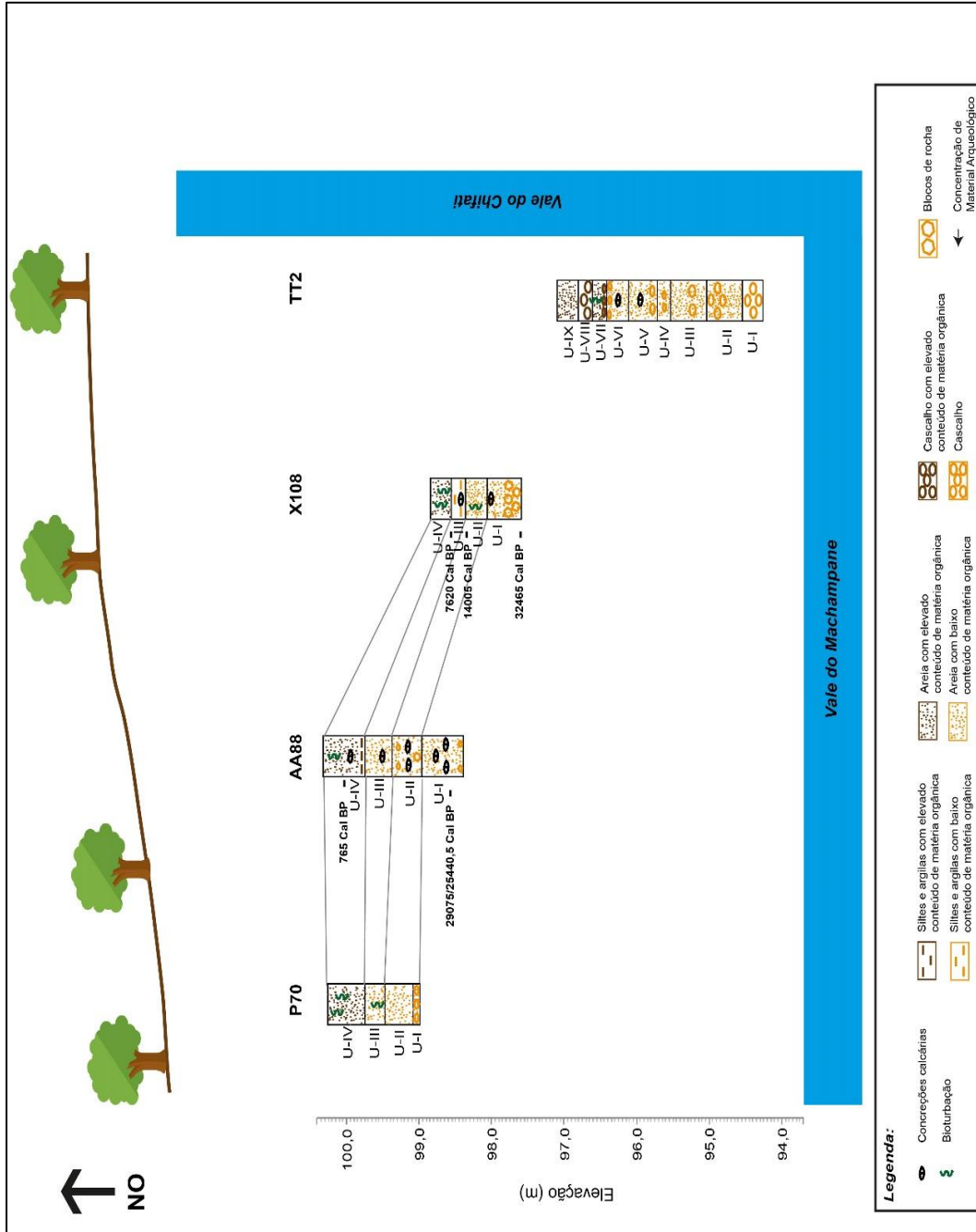


FIGURA 5.20. Representação das unidades em estratigrafia por sondagens e elevação. Vista a partir do Vale do Machampane

CAPÍTULO 6. INTEGRAÇÃO GEOARQUEOLÓGICA

Este capítulo trata dos resultados analíticos da componente de arqueologia, provindo dos dados das sondagens AA88, X108 e P70, procurando integrá-los com a informação das análises geoquímicas e sedimentológicas.

6.1. Os vestígios arqueológicos das sondagens de Txina-Txina

Nesta secção são apresentados os resultados das análises dos materiais líticos e orgânicos de natureza arqueológica provenientes das sondagens AA88, X108 e P70, que totalizam 9 935 artefactos em pedra, compostos por várias classes: lascas (FIGURA 6.1); produtos alongados; utensílios retocados; esquirolas; fragmentos (FIGURA 6.2); e núcleos (FIGURA 6.3), que se distribuem pelas sondagens e cotas amostradas, cujos resultados se apresentam na TABELA 6.1.

Quanto aos materiais orgânicos de natureza arqueológica, foram analisados um total de 548 peças provenientes das sondagens AA88 e X108.



FIGURA 6.1. Lascas feitas em todas as matérias-primas, desde quartzo, quartzito, cristal de rocha, riólito grosso



FIGURA 6.2. Crescentes (a – e) e micro burís (f – g) de Txina-Txina – (Fonte: BICHO et al., 2018 - foto por João Cascalheira).

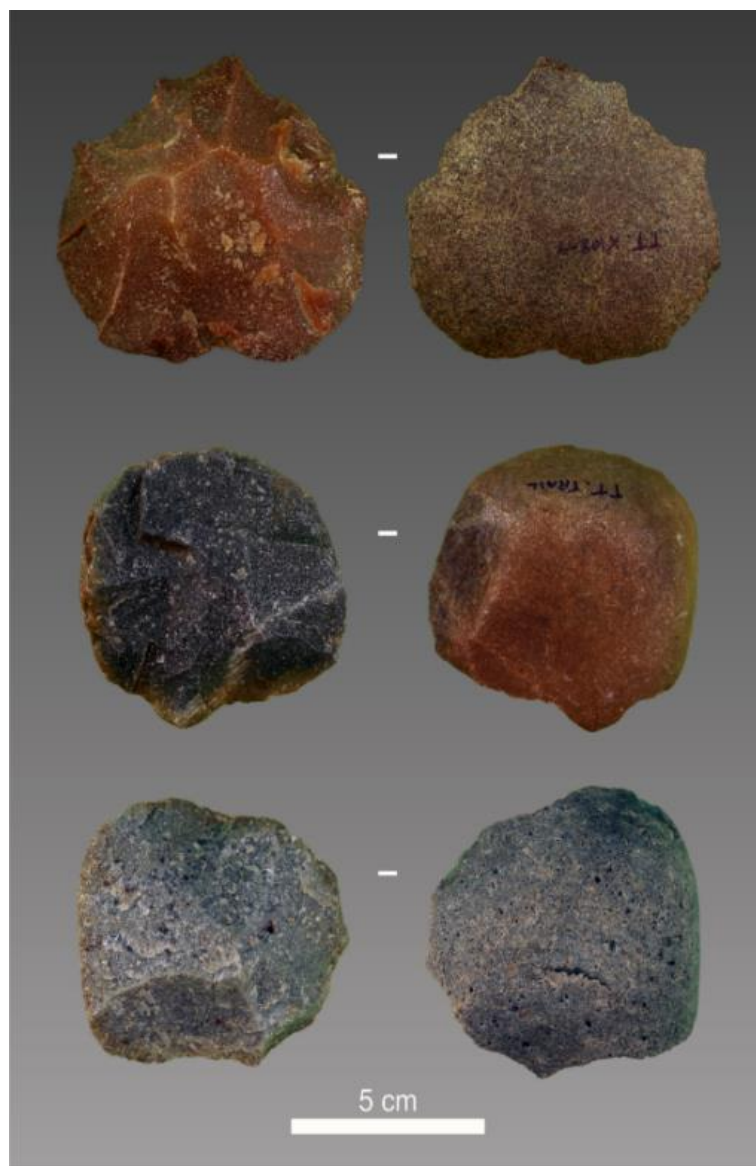


FIGURA 6.3. Núcleos radiais, feitos através das matérias-primas quartzo e quartzito (BICHO et al., 2018).

TABELA 6.1. Distribuição das classes tipológicas do material lítico por sondagem AA88; X108 e P70

Sondagem	Lascas	Produtos alongados	Núcleos	Utensílios re-tocados	Esquírolas	Frag-mentos	Outros	Total
AA88	493	30	40	36	985	247	5	1836
X108	1330	113	120	107	3944	712	66	6392
P70	462	35	7	21	1141	40	4	1707

6.1.1. Sondagem AA88

Esta sondagem resultou num total de 1836 peças de artefactos em pedra (TABELA 6.2) e 16 peças de material orgânico de natureza arqueológica (TABELA 6.3). Os materiais líticos foram feitos em diferentes tipos de matérias-primas apresentadas na TABELA 6.4)

A FIGURA 6.4, mostra a distribuição destes materiais ao longo dos níveis arqueológicos escavados. Nesta sondagem há duas fases principais de frequência de materiais líticos, nomeadamente entre os 200 cm e os 90 cm de profundidade, e entre os 90 cm e a superfície. De acordo com a TABELA 6.2 e FIGURA 6.4, na primeira fase, é possível observar vários picos de frequência de materiais líticos, aos 180, 150 e entre os 130-100 cm. Na cota dos 180-170 cm, a classe das lascas apresenta valores altos, sendo a coleção, também, caracterizada pela presença de produtos alongados, núcleos e vários utensílios líticos.

TABELA 6.2. Distribuição percentual dos materiais líticos ao longo das profundidades, sondagem AA88.

Profundidade (cm)	Lascas		Produtos alongados		Núcleos		Utensílios retocados		Esquírolas		Fragmentos		Outros		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10	1	20	0	0	0	0	0	0	4	80	0	0	0	0	5	100
20	0	0	1	7,7	0	0	0	0	10	76,9	2	15,4	0	0	13	100
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	4	7,8	1	2	0	0	1	2	41	80,4	4	7,8	0	0	51	100
50	12	25	2	4,2	2	4,2	2	4,2	25	52,1	5	10,4	0	0	48	100
60	18	19,4	2	2,2	0	0	2	2,2	63	67,7	8	8,6	0	0	93	100
70	52	48,1	3	2,8	1	0,9	4	3,7	37	34,3	11	10,2	0	0	108	100
80	10	25	1	2,5	1	2,5	1	2,5	24	60	2	5	1	2,5	40	100
90	18	43,9	1	2,4	2	4,9	0	0	19	46,3	1	2,4	0	0	41	100
100	53	25,7	5	2,4	5	2,4	2	1	89	43,2	52	25,2	0	0	206	100
110	20	19,2	3	2,9	0	0	3	2,9	71	68,3	6	5,8	1	1	104	100
120	57	28,1	1	0,5	12	5,9	4	2	90	44,3	39	19,2	0	0	203	100
130	98	34,8	4	1,4	7	2,5	2	0,7	107	37,9	62	22	2	0,7	282	100
140	26	29,9	1	1,1	0	0	1	1,1	55	63,2	4	4,6	0	0	87	100
150	30	18,8	2	1,3	0	0	5	3,1	117	73,1	6	3,8	0	0	160	100
160	14	22,6	0	0	2	3,2	2	3,2	40	64,5	4	6,5	0	0	62	100
170	60	37,7	3	1,9	7	4,4	4	2,5	54	34	31	19,5	0	0	159	100
180	16	11	0	0	1	0,7	3	2,1	115	78,8	10	6,8	1	0,7	146	100
190	2	11,1	0	0	0	0	0	0	16	88,9	0	0	0	0	18	100
200	2	20	0	0	0	0	0	0	8	80	0	0	0	0	10	100
Total	493	26,9	30	1,6	40	2,2	36	2	985	53,6	247	13,5	5	0,3	1836	100

Quanto às matérias-primas, em termos percentuais, o quartzo representa 56,8% da coleção, seguindo-se o riólito de grão grosso (21,2%), cherte (19,9%) e quartzito com 12,0% (ver TABELA 6.3).

TABELA 6.3. Apresentação de material orgânico na profundidade 180 da sondagem AA88

Profundidade (cm)	Fauna	Completas	Fragmentos	Total
180	Melanoides tuberculata	2	-	2
180	Chambardia petersi	-	14	14
Total		2	14	16

TABELA 6.4. Distribuição percentual da matéria-prima por profundidade na sondagem AA88

Profundidade (cm)	Calcedónia		Cherte		Cristal de rocha		Quartzito		Quartzito		Riólito grosso		Riólito fino		Outros		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10	0	0	0	0	0	0	1	33,3	0	0	1	33,3	1	33,3	0	0	3	100
20	0	0	1	7,7	0	0	2	15,4	0	0	10	76,9	0	0	0	0	13	100
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	6	11,8	0	0	18	35,3	4	7,8	21	41,2	2	3,9	0	0	51	100
50	0	0	12	29,3	0	0	12	29,3	10	24,4	5	12,2	2	4,9	0	0	41	100
60	0	0	11	11,8	0	0	6	6,5	3	3,2	70	75,3	3	3,2	0	0	93	100
70	0	0	11	10,2	1	0,9	9	8,3	3	2,8	76	70,4	8	7,4	0	0	108	100
80	0	0	14	35	0	0	5	12,5	5	12,5	10	25	6	15	0	0	40	100
90	0	0	15	30,6	0	0	4	8,2	5	10,2	18	36,7	7	14,3	0	0	49	100
100	30	14	21	9,8	17	7,9	27	12,6	16	7,5	77	36	4	1,9	22	10,3	214	100
110	0	0	22	21,2	0	0	46	44,2	10	9,6	22	21,2	4	3,8	0	0	104	100
120	35	17,2	21	10,3	0	0	22	10,8	91	44,8	11	5,4	10	4,9	13	6,4	203	100
130	20	7,1	26	9,2	11	3,9	64	22,7	70	24,8	65	23	14	5	12	4,3	282	100
140	0	0	13	14,6	0	0	28	31,5	28	31,5	9	10,1	11	12,4	0	0	89	100
150	0	0	13	8,1	2	1,2	69	42,9	46	28,6	27	16,8	4	2,5	0	0	161	100
160	0	0	12	19,4	0	0	4	6,5	44	71	0	0	2	3,2	0	0	62	100
170	0	0	40	25,3	12	7,6	61	38,6	19	12	21	13,3	2	1,3	3	1,9	158	100
180	0	0	29	19,9	0	0	83	56,8	31	21,2	0	0	3	2,1	0	0	146	100
190	0	0	3	16,7	0	0	7	38,9	8	44,4	0	0	0	0	0	0	18	100
200	0	0	1	10	0	0	7	70	2	20	0	0	0	0	0	0	10	100

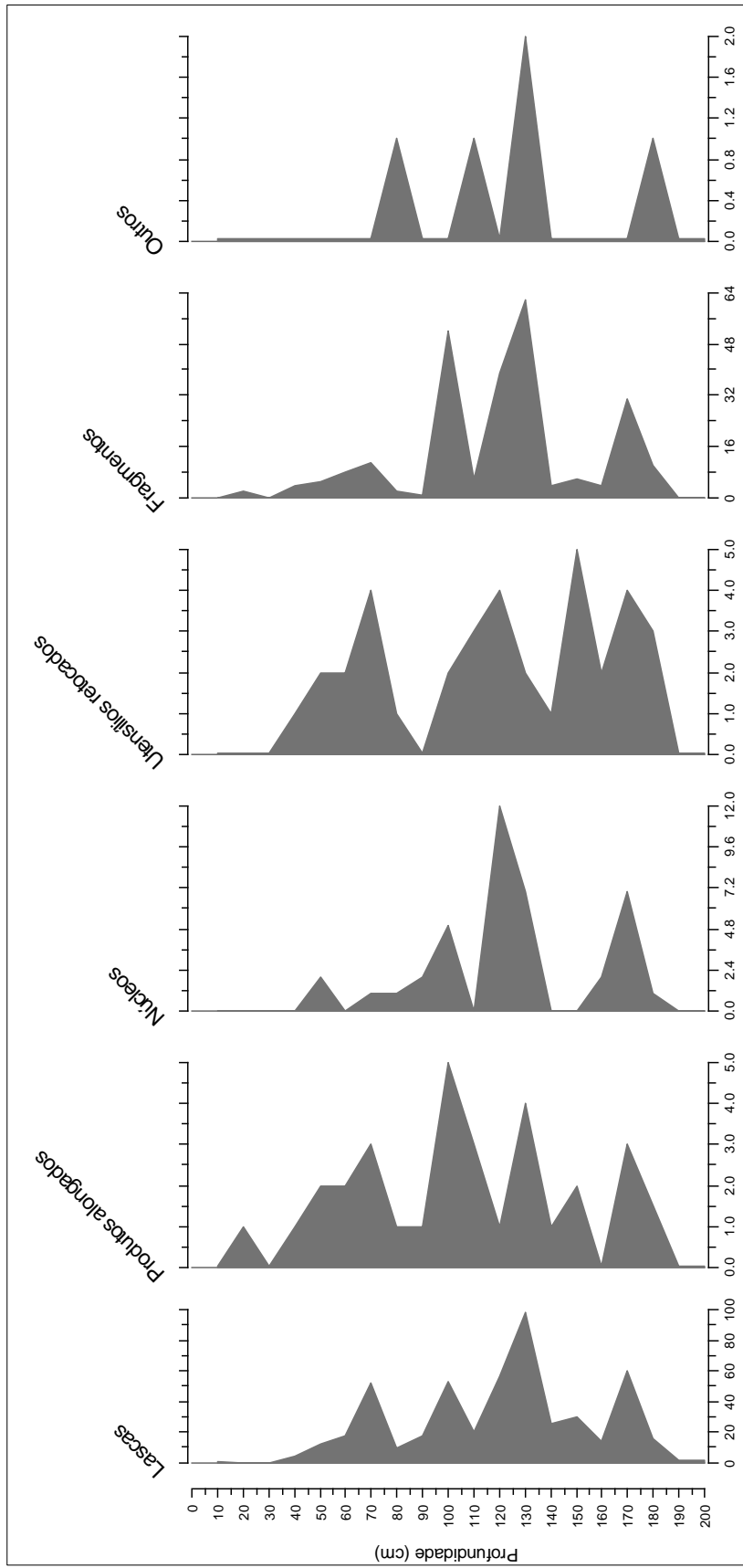


FIGURA 6.4. Frequência de classes de material lítico na sondagem AA88

Na mesma cota (180 cm), é possível registrar uma presença de material faunístico, composta por 2 peças completas de *Melanoides tuberculata* e 14 fragmentos de *Chambardia petersi* (ver a TABELA 6.4).

Aos 150 cm de profundidade, a indústria lítica é marcada pela presença abundante de esquirolas com 73,1%, seguidas por lascas (18,8%), fragmentos (3,8%) e alguns utensílios retocados (3,1%) (ver a TABELA 6.2). A matéria-prima mais frequente é o quartzo com 42,9%, seguindo-se do quartzito com 28,6%, riólito de grão grosso com 16,8% (ver a TABELA 6.3).

Entre os 130 e os 120 cm de profundidade são registados alguns valores elevados de materiais líticos. Aos 130 cm, observa-se a presença abundante de lascas (34,8%), alguns produtos alongados, núcleos, e utensílios retocados, sendo os fragmentos e as esquirolas os mais comuns (22 e 37,9%, respetivamente). Há que registar que esse material é maioritariamente feito de quartzito (24,8%), seguindo-se o riólito de grão grosso, o quartzo e cherte. Ao contrário das outras cotas inferiores, há que destacar nesta uma presença de materiais feitos em calcedónia (7,1%). Nesta profundidade não foram registados materiais de natureza orgânica.

Aos 100 cm de profundidade parece haver um pequeno pico de materiais, claramente inferior aos picos de cotas inferiores, indicando a tendência que se observa a partir dessa cota até à superfície, com uma diminuição evidente da frequência de materiais. As esquirolas é a classe mais comum, seguida dos fragmentos, lascas, havendo ainda alguns núcleos, peças alongadas e utensílios retocados. A matéria-prima predominante é o riólito de grão grosso com 36%, seguindo-se da calcedónia com 14%, o quartzo com 12,6%, o cherte (9,8%), cristal de rocha (7,9%) e o quartzito (7,5%). Tal como na cota 130, não há registo de materiais orgânicos de natureza arqueológica.

Acima dos 90 cm, parece haver um pico de frequência principal entre os 60 e 40 cm abaixo da superfície, sendo a classe das lascas a mais representada, seguida pelas esquirolas e fragmentos, mas havendo também algumas peças alongadas, núcleos e utensílios retocados. Em termos da matéria-prima, o riólito de grão grosso é o mais representado com mais do que 70%, seguido do cherte com 10,2%, quartzo com 8,3%, riólito de grão fino (7,4%) e quartzito (2,8%). Não foram registados materiais orgânicos de natureza arqueológica.

6.1.2. Sondagem X108

A sondagem X108 parece apresentar três momentos de frequência de materiais líticos e faunísticos, nomeadamente, às profundidades 80, 60 e entre os 40–20 cm. Poderá haver um pequeno pico de frequência de material na base da sondagem. Nesta sondagem foram registadas 6392 peças de artefactos em pedras.

As TABELAS 6.5 e 6.6 mostram a ocorrência das classes tipológicas e dos tipos de matérias-primas, respetivamente, que ocorrem ao longo das profundidades amostradas, enquanto que na FIGURA 6.5 pode ver-se a representação das frequências dos materiais líticos ao longo da sequência.

O primeiro pico de material lítico situa-se aos 80 cm de profundidade, onde as esquirolas perfazem uma parte significativa da coleção com mais de c. 60%. A segunda classe mais abundante é a das lascas, seguindo-se os fragmentos, os núcleos, as peças alongadas e os utensílios retocados. Há um predomínio de quartzito com mais de c. 30%, seguindo-se o quartzo com c. 25,0%, riólito de grão grosso com c. 15%, cherte 12%, riólito fino com 8%, cristal de rocha 4%, e presença vestigial de calcedónia c. (0,7%). De facto, nesta sondagem, este tipo de artefactos foi apenas encontrado na base da sondagem, aos 130 cm, associado aos fragmentos de casca de ovo de avestruz (FIGURA 6.6 e TABELA 6.7) e 2 contas, também no mesmo conjunto de material.

Aos 60 cm observa-se o valor mais elevado de lascas, de entre todos os níveis escavados nesta sondagem, estando presentes 13 peças de produtos alongados, 23 núcleos, 29 utensílios retocados, e ainda 390 esquirolas e 157 fragmentos. Em termos das matérias-primas há que destacar o quartzito com 34,9%, seguindo-se de quartzo com c. 27,5 %, riólito de grão grosso e fino com c. 10,9% e 7,6% respetivamente, cristal de rocha com c. 5,6%, calcedónia com c. 3% e cherte com c. 7,7% (ver a TABELA 6.6).

TABELA 6.5. Distribuição percentual dos materiais líticos ao longo das profundidades, sondagem X108.

Profundidade (cm)	Lasca		Produtos Alongados		Núcleo		Utensílios Retocados		Esquirolas		Fragmentos		Outros		Total	
	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n
10	92	14	4,2	2	0,6	10	3,02	181	54,7	32	9,7	0	0,00	331	100	100
20	134	16	2,3	6	0,9	6	0,87	495	71,5	34	4,9	1	0,14	692	100	100
30	167	21	2,4	11	1,2	12	1,36	637	72,1	33	3,7	2	0,23	883	100	100
40	158	12	1,7	8	1,1	10	1,41	492	69,5	24	3,4	4	0,56	708	100	100
50	48	3	0,7	3	0,7	10	2,21	362	80,1	21	4,6	5	1,11	452	100	100
60	228	13	1,5	23	2,7	29	3,40	390	45,7	157	18,4	14	1,64	854	100	100
70	174	10	1,4	12	1,7	9	1,28	376	53,5	115	16,4	7	1,00	703	100	100
80	151	10	1,1	26	3,0	13	1,48	534	60,9	129	14,7	14	1,60	877	100	100
90	85	12	2,5	20	4,2	2	0,42	254	53,5	84	17,7	18	3,79	475	100	100
100	30	0	0,0	2	1,8	0	0,00	68	60,2	13	11,5	0	0,00	113	100	100
110	46	1	0,4	2	0,8	3	1,27	129	54,7	54	22,9	1	0,42	236	100	100
120	6	0	0,0	4	23,5	3	17,65	0	0,0	4	23,5	0	0,00	17	100	100
130	7	1	2,3	1	2,3	0	0,00	26	59,1	9	20,5	0	0,00	44	100	100
140	4	0	0,0	0	0,0	0	0,00	0	0,0	3	42,9	0	0,00	7	100	100
Total	1330	113	1,8	120	1,9	107	1,67	3944	61,7	712	11,1	66	1,03	6392	100	100

TABELA 6.6. Distribuição percentual da matéria-prima por profundidade na sondagem X108.

Profundidade (cm)	Calcedônia		Cherte		Cristal de ro- cha		Quartzo		Quartzito		Riólito grosso		Riólito fino		Outros		Total	
	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10	0	0,0	75	22,1	34	10	83	24,4	59	17,4	76	22,4	13	3,8	0	0	440,1	100
20	0	0,0	76	11	96	13,9	270	39	149	21,5	88	12,7	13	1,9	0	0	792	100
30	0	0,0	95	10,8	124	14,1	394	44,7	230	26,1	28	3,2	11	1,2	0	0	982,1	100
40	0	0,0	63	8,9	69	9,7	331	46,8	205	29	26	3,7	14	2	0	0	808,1	100
50	0	0,0	66	14,6	46	10,2	155	34,4	134	29,7	29	6,4	21	4,7	0	0	551	100
60	25	3,0	65	7,7	47	5,6	232	27,5	295	34,9	92	10,9	64	7,6	25	3	942,2	100
70	5	0,7	85	12,2	41	5,9	174	25	212	30,5	115	16,5	64	9,2	0	0	796	100
80	56	6,5	99	11,5	28	3,2	273	31,6	225	26	106	12,3	63	7,3	14	1,6	962,4	100
90	5	1,1	25	5,4	1	0,2	147	32	103	22,4	152	33,1	15	3,3	11	2,4	556,5	100
100	2	1,8	2	1,8	1	0,9	37	32,7	32	28,3	37	32,7	2	1,8	0	0	213	100
110	0	0,0	5	2,1	4	1,7	70	29,8	71	30,2	80	34	2	0,9	3	1,3	333,7	100
120	0	0,0	0	0	0	0	3	17,6	7	41,2	4	23,5	3	17,6	0	0	116,9	100
130	0	0,0	0	0	0	0	23	52,3	10	22,7	9	20,5	2	4,5	0	0	144	100
140	0	0,0	0	0	0	0	1	14,3	1	14,3	5	71,4	0	0	0	0	107	100

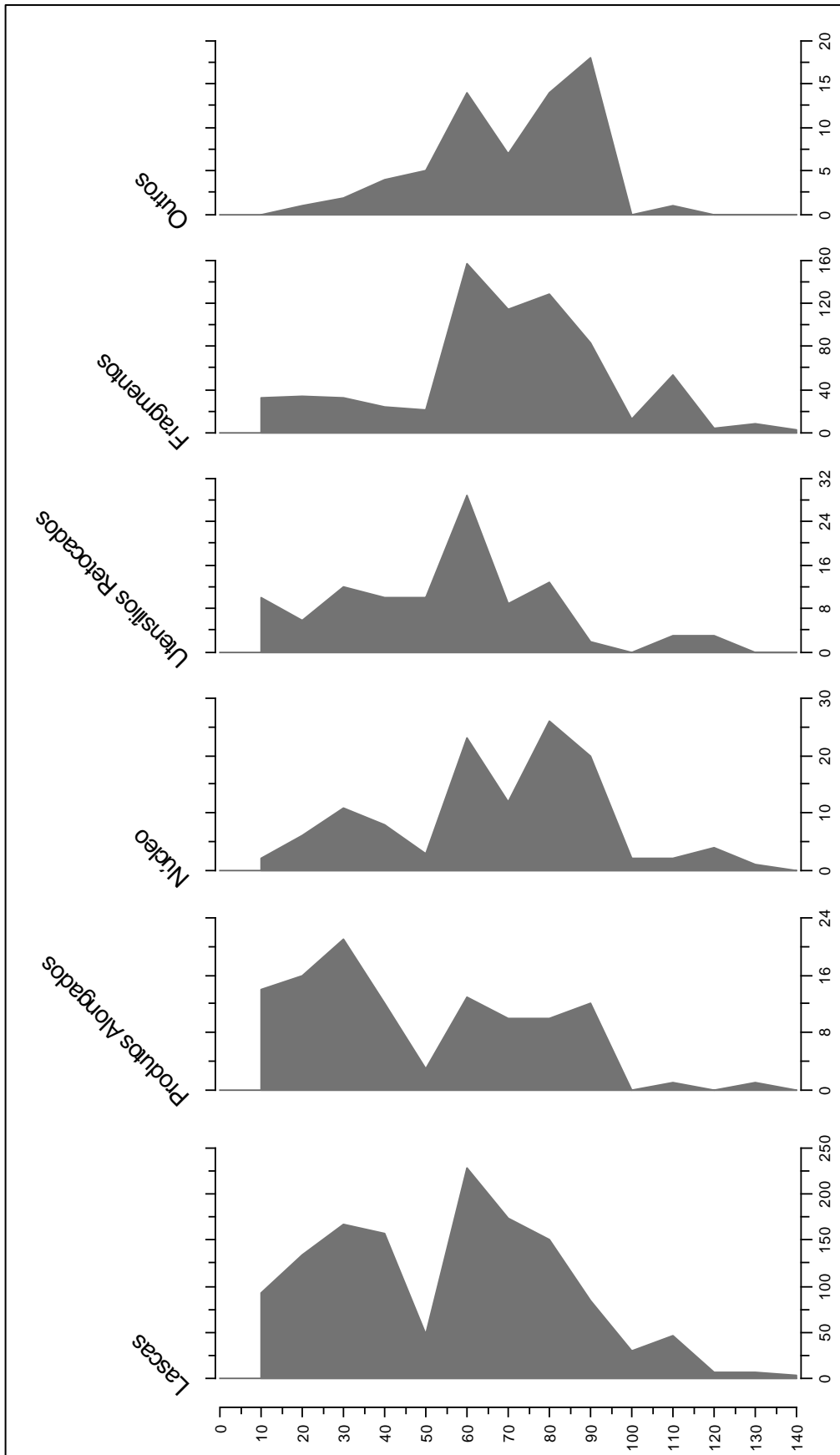


FIGURA 6.5. Frequência de classes de material lítico na sondagem X108.

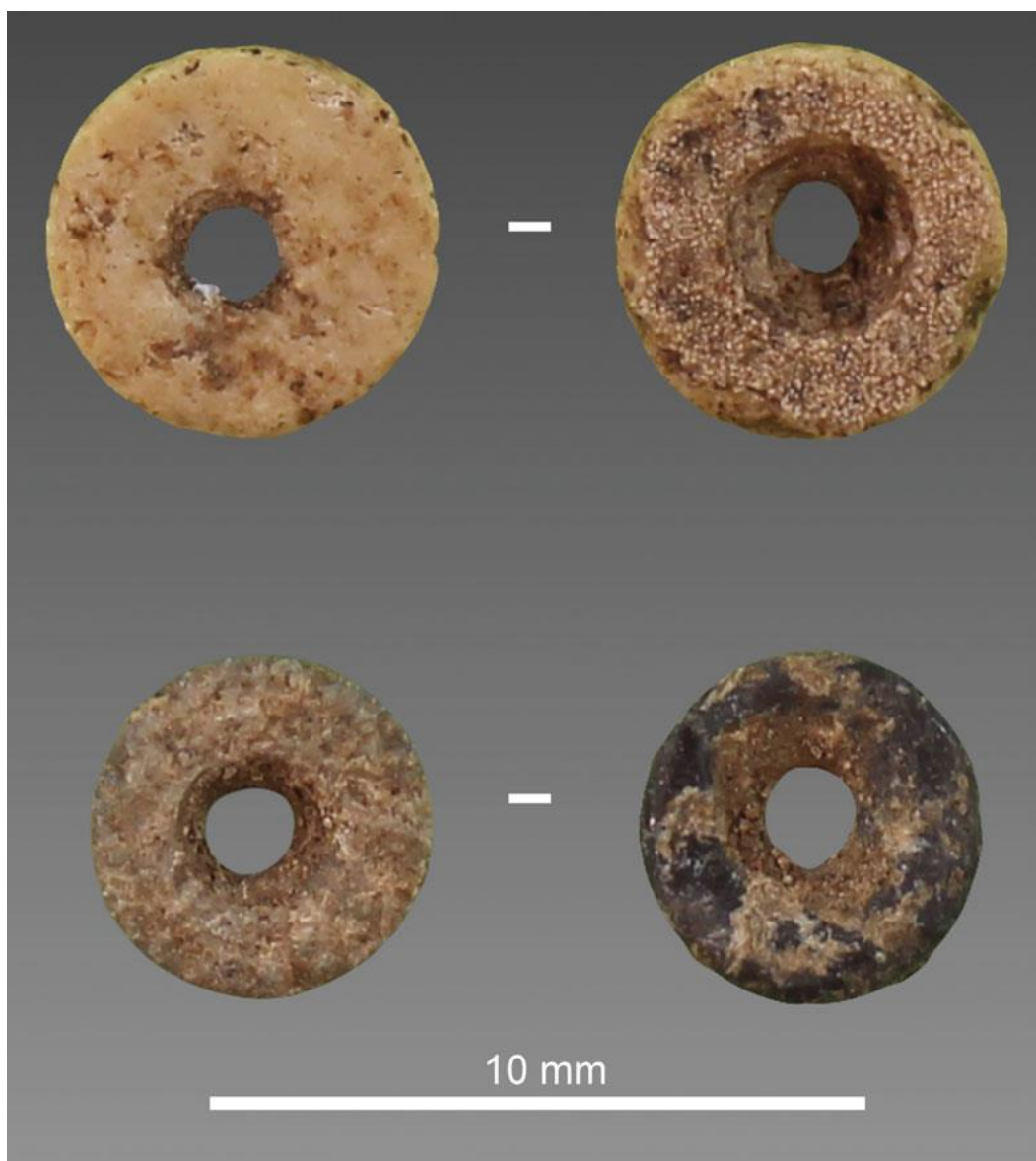


FIGURA 6.6. Contas feitas em casca de ovo de avestruz de Txina-Txina (BICHO et al., 2018)

O terceiro grande momento de frequência de materiais líticos é entre os 40 e os 20 cm abaixo da superfície. Este parece estar associado a um pico de frequência na indústria lítica e a vários fragmentos de ossos e cascas de gastrópode (*Achatina sp.*) (ver a TABELA 6.7 e FIGURA 6.5). A classe mais representada é a das esquírolas, com mais do que 60% da coleção seguida das lascas, fragmentos, produtos alongados e utensílios retocados. Quanto ao tipo das matérias-primas, o quartzo é mais comum com mais do que 40%; seguindo-se o quartzito com c. 25%, o cristal de rocha com c. 12%, e o cherte com c. 10%. Há ainda algumas peças em riólito quer de grão grosso, quer de grão fino.

TABELA 6.7. Distribuição de material orgânico em função das profundidades, sondagem X108

Profundidade (cm)	Fauna	Completas	Fragmentos	Contas	Material decorado	Total
30	Ossos	-	133	-	-	133
50	Achatina sp.	1	367	-	1	369
130	Casca de ovo	-	28	2	-	30
Total		1	528	2	1	532

6.1.3. Sondagem P70

De acordo com a TABELAS 6.8 e 6.9 e FIGURA 6.7, a sondagem P70 apresenta um total de 1707 materiais líticos distribuídos ao longo dos 12 níveis escavados. Podem observar-se 3 picos principais de materiais líticos, respetivamente na base da sondagem, aos 120 cm, entre os 70 e 50 cm e aos 30 cm observa-se que há um momento de frequência de materiais líticos.

A base da sondagem é marcada pela presença principal de esquirolas e lascas, com presença vestigial das outras classes. No que respeita a matérias-primas, o cherte é mais importante, com mais do que 40%, seguido do quartzo, riólito de grão grosso e do quartzito.

O pico dos materiais entre os 50 e 30 é marcado pela presença dominante de esquirolas e das lascas, respetivamente com uma percentagem superior a 65% e 25% da coleção. Há ainda algumas peças alongadas, bem como núcleos e utensílios retocados.

A matéria-prima dominante é riólito grosso com c. 80%, seguindo-se várias matérias-primas com frequência semelhantes, entre os 3 e os 5%, como riólito de grão fino, o cherte com 6%, o quartzo e o quartzito. Não se registou material orgânico de natureza arqueológica nestes níveis.

No pico superior, perto dos 30 cm abaixo da superfície, foram encontradas 155 peças líticas, marcadas pela presença dominante das esquirolas com mais do que 60% da coleção, seguidas pelas lascas e elementos vestigiais das outras classes. A matéria-prima dominante parece ser o riólito de grão grosso, seguido do quartzito, do quartzo e do sílex.

TABELA 6.8. Distribuição percentual dos materiais líticos ao longo das profundidades, sondagem P70.

Profundidade (cm)	Lascas		Produtos Alongados		Núcleos		Utensílios Retocados		Esquirolas		Fragmentos		Outros		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10	2	20,0	1	10,0	0	0,0	0	0,0	7	70,0	0	0,0	0	0,0	10	100
20	7	26,9	2	7,7	0	0,0	0	0,0	15	57,7	2	7,7	0	0,0	26	100
30	38	24,5	7	4,5	4	2,6	3	1,9	99	63,9	4	2,6	0	0,0	155	100
40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100
50	144	28,9	11	2,2	1	0,2	7	1,4	328	65,9	7	1,4	0	0,0	498	100
60	132	30,6	8	1,9	0	0,0	5	1,2	281	65,2	5	1,2	0	0,0	431	100
70	88	25,0	2	0,6	1	0,3	2	0,6	251	71,3	8	2,3	0	0,0	352	100
80	17	19,5	0	0,0	1	1,1	1	1,1	63	72,4	5	5,7	0	0,0	87	100
90	13	25,5	2	3,9	1	2,0	0	0,0	33	64,7	2	3,9	0	0,0	51	100
100	3	20,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	10	66,7	2	13,3	0	0,0	15	100
110	5	23,8	1	4,8	0	0,0	1	4,8	11	52,4	2	9,5	1	4,8	21	100
120	13	20,6	1	1,6	1	1,6	2	3,2	43	68,3	3	4,8	0	0,0	63	100
Total	462	27,1	35	2,1	7	0,4	21	1,2	1141	66,8	40	2,3	4	0,2	1707	100

TABELA 6.9. Distribuição percentual da matéria-prima por profundidade na sondagem P70.

Profundidade (cm)	Cherte		Cristal de rocha		Quartzito		Quartzito		Quartzito		Riolito grosso		Riolito fino		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
10	5	55,6	0	0	0	0	1	11,1	3	33,3	0	0	0	0	218	100
20	1	3,8	0	0	15	57,7	3	11,5	6	23,1	1	3,8	1	3,8	248	100
30	22	14,1	1	0,6	34	21,8	43	27,6	55	35,3	1	0,6	1	0,6	511,4	100
40	0	0	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-	0	0
50	15	3	4	0,8	41	8,2	16	3,2	409	82,1	13	2,6	13	2,6	996	100
60	27	6,3	0	0	24	5,6	7	1,6	351	82,4	17	4	17	4	1049,2	100
70	21	6	4	1,1	15	4,3	13	3,7	262	74,4	37	10,5	37	10,5	899,8	100
80	4	4,6	0	0	4	4,6	7	8	70	80,5	2	2,3	2	2,3	363,5	100
90	5	9,6	0	0	12	23,1	8	15,4	23	44,2	4	7,7	4	7,7	301,7	100
100	2	14,3	0	0	6	42,9	5	35,7	1	7,1	0	0	0	0	220,3	100
110	8	38,1	0	0	2	9,5	1	4,8	10	47,6	0	0	0	0	242	100
120	26	41,3	1	1,6	13	20,6	8	12,7	11	17,5	4	6,3	4	6,3	326	100

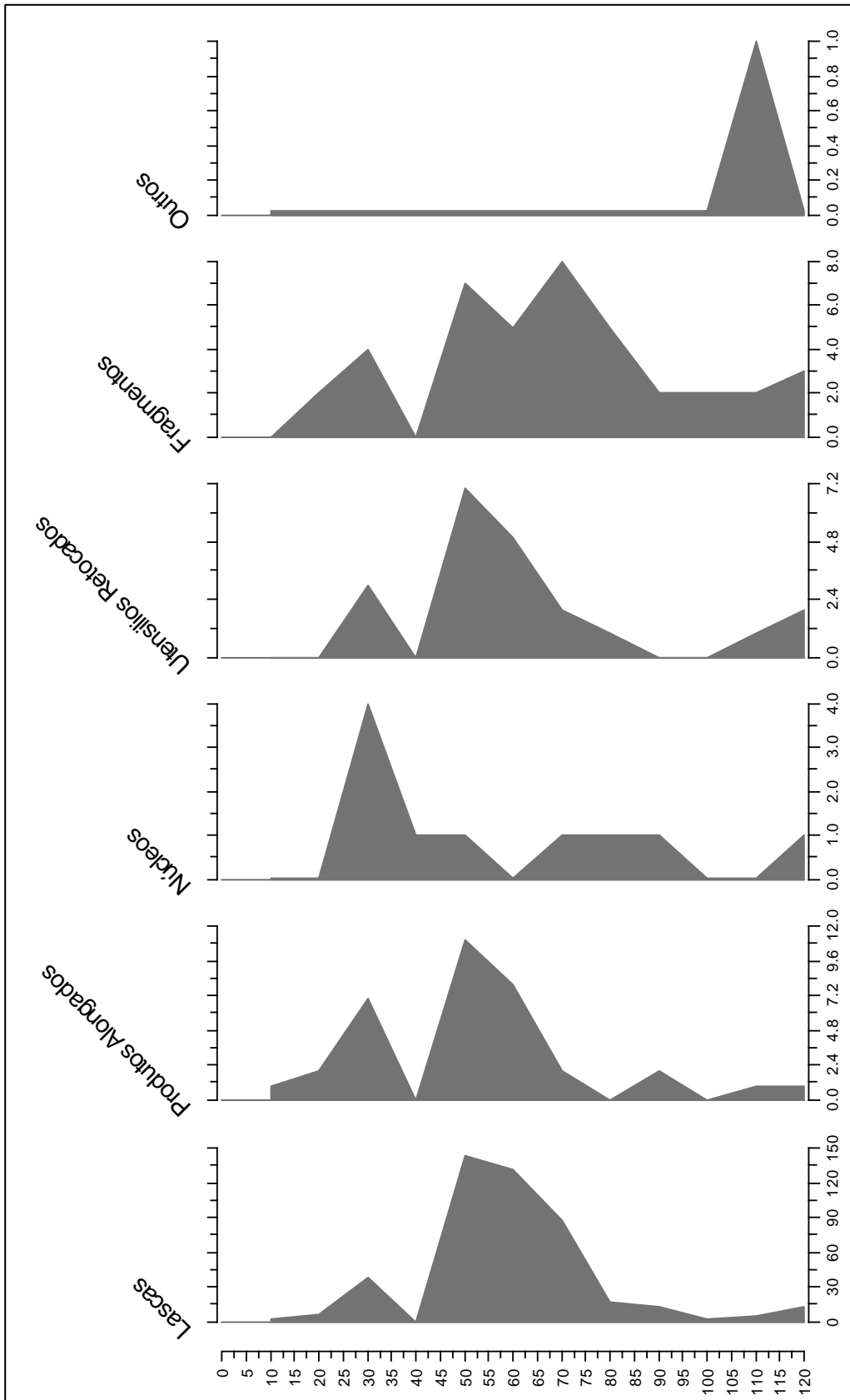


FIGURA 6.7. Frequência ao longo da sequência de classes de material lítico na sondagem P70

6.2. Integração das unidades geoarqueológica por sondagem

Nesta seção é feita uma correlação das unidades geoarqueológicas por sondagem tendo como base nos indicadores sedimentológicos, geoquímicos e arqueológicos. Estes dados são apresentados nas TABELAS 6.10, 6.11 e 6.12.

6.2.1. Sondagem AA88

Na tabela 6.10 são descritos os dados das correlações das características granulométricas e geoquímicas em relação aos picos de frequência arqueológicas ao longo das unidades. Nesta sondagem, entre as profundidades 200 e 140 cm registam-se sedimentos relativamente finos que se intercalam com os grosseiros, e uma presença notável de material orgânico. Esse material ocorre concomitantemente em cotas com presença de material arqueológico.

Tal como entre as profundidades 140 e 100 cm, nesta sondagem há uma presença de sedimentos finos e com uma tendência crescente de remoção dos elementos móveis e uma abundância de material arqueológico de diverso tipo.

Os materiais arqueológicos decrescem em termos de frequência para o topo, nas unidades III e IV (100-0). Nestas Unidades, são mais frequentes os sedimentos de textura fina e com uma intensa bioturbação.

Profundidade (cm)	Unidades Geológicas	Caraterísticas granulométricas e geoquímicas	Picos de frequência arqueológica
0-60	IV	<p>Caraterizada por sedimentos com uma textura de siltes muito grosseiros e areias muito finas, os sedimentos são extremamente mal calibrados, grosseiramente assimétricos a muito finamente assimétricos, platicúrticos a mesocúrticos.</p> <p>Os sedimentos sofreram perda dos elementos alcalinos através de processos de pedogénese (sendo os que apresentam maior intensamente de meteorização ao longo de toda a sondagem).</p> <p>Destacam-se, nesta unidade, sinais de bioturbação.</p> <p>Nesta unidade há uma datação de 765 ± 45 cal BP aos 30 cm de profundidade.</p>	<p>Caraterizada por uma presença enorme de material arqueológico em pedra, destacando-se as lascas, esquírolas e fragmentos.</p> <p>Todo esse material encontra-se concentrado entre os 60 e 40 cm.</p> <p>Quanto a matéria-prima, o riólito de grão grosso é o mais representado com mais do que 70%.</p>
60-100	III	<p>Caraterizada por areia muito fina, a diminuição de cascalho relativamente à unidade III, sedimentos extremamente mal calibrados, simétricos a finamente simétricos, platicúrticos a mesocúrticos.</p> <p>Esta unidade caracteriza-se por uma crescente remoção dos elementos móveis pela meteorização da base para o topo.</p>	<p>Carateriza-se por um pequeno pico de materiais arqueológicos com o domínio de esquírolas.</p> <p>A matéria-prima mais predominante é riólito de grão grosso com 36%.</p>
100-140	II	<p>Carateriza-se por areia muito fina e areia fina, mas com uma intercalação de cascalho entre os 110 e os 120 cm de profundidade.</p> <p>Os sedimentos da unidade são extremamente mal calibrados; muito grosseiramente; assimétricos a simétricos, platicúrticos a mesocúrticos.</p> <p>Em termos geoquímicos, caracteriza-se por uma crescente remoção dos elementos móveis pela meteorização, da base para o topo.</p>	<p>Caracteriza-se por uma presença de materiais arqueológicos em pedra em abundância, com mais destaque para as lascas, e alguns produtos alongados, núcleos, e utensílios retocados, sendo os fragmentos e as esquírolas os mais comuns.</p> <p>Quanto à matéria-prima, é possível registar uma presença frequente de quartzo com 42,9%.</p>

140-200	I	<p>Carateriza-se por areia muito fina a areia média imbricada com o cascalho. Os sedimentos são extremamente mal calibrados, muito grosseiramente assimétricos a simétricos e muito platicúrticos a leptocúrticos.</p> <p>Há uma acumulação de MO a estas profundidades, e a formação de calceto através de processos pedogénicos.</p> <p>As idades obtidas para esta unidade (entre os 170 e 180 cm de profundidade) foram $25440,5 \pm 223,5$ e 29075 ± 375 cal BP.</p>	<p>Esta unidade é caracterizada pela presença de esquirolas, seguidas por lascas, em que esta classe é notória aos 180-170 cm.</p> <p>A matéria-prima mais predominante é quartzo que representa 56,8 % seguindo-se o riólito de grão grosso (21,2%).</p> <p>Quanto à matéria orgânica foram encontradas 2 peças completas de <i>Melanoides tuberculata</i> e 14 incompletas de <i>Chambardia petersi</i>.</p>
---------	---	---	--

TABELA 6.10. Descrição das unidades geológicas com as respetivas características granulométricas sobre a frequência de material arqueológico.

6.2.2. Sondagem X108

Na TABELA 6.11 são apresentadas as características granulométricas e geoquímicas associadas aos picos de frequência arqueológica por cada unidade geológica. Na unidade I, entre a profundidade 100 e 80 cm, é mais frequente a areia muito fina e com baixa remoção de elementos móveis, e é notável uma presença significativa de material arqueológico de natureza lítica. Tal como na unidade I, a II apresenta uma diminuição de materiais grosseiros dando lugar a presença de sedimentos finos, com uma remoção de elementos móveis, e uma presença significativa de material arqueológico, com mais destaque as lascas.

Nas unidades III e IV (30–50; 0–30 cm) é possível registar uma presença de areia muito fina, num ambiente menos energético, com tendência de intensidade de meteorização. Na unidade obteve-se uma datação de 14005 ± 155 cal BP na base (aos 50 cm de profundidade) e no topo (30 cm de profundidade) 7620 ± 50 cal BP, como se pode observar na TABELA 6.11.

TABELA 6.11. Descrição das unidades geológicas com as respetivas características granulométricas sobre a frequência de material arqueológico

Profundidade (cm)	Unidades Geológicas	Características granulométricas e geoquímicas	Picos de frequência arqueológica
0-30	IV	<p>Caraterizada pela presença de areia muito fina, extremamente mal calibrada, finamente assimétrica a simétrica, platicúrtica a mesocúrtica.</p> <p>Em termos do ambiente de deposição, esta ocorre num ambiente de</p>	É caracterizada, entre os 40 e os 20 cm, por pico de

		baixa energia, onde os rácios geoquímicos são indicativos da maior intensidade de meteoriza�o e com evidências de bioturba�o (ex. raízes).	frequência da indústria lítica, da classe das esquirolas, com mais do que 60% da cole�o seguida das lascas, fragmentos, produtos alongados e utensílios retocados.
30-50	III	<p>Caraterizada por silte muito grosseiro, extremamente mal calibrado, grosseiramente assimétrico a simétrico e platicúrtico.</p> <p>Quanto ao ambiente de deposi�o sedimentar observa-se que é menos energético que o anterior, o que se reflete num aumento do rácio Al_2O_3/SiO_2 aos 50 e 30 cm.</p> <p>Na base da unidade (50 cm de profundidade) obteve-se uma data�o de 14005 ± 155 cal BP e no topo (30 cm de profundidade) 7620 ± 50 cal BP.</p>	<p>Quanto às matérias-primas, o quartzo é mais comum com mais do que 40%.</p> <p>Nestas unidades, IV e III observam-se vários fragmentos de ovo de avestruz, bem como de <i>Achantina sp.</i></p>
50-80	II	<p>Caraterizado por uma diminui�o de cascalho com o aumento da percentagem de areias e argilas e siltes, esta textura é maioritariamente extremamente mal calibrada, grosseiramente assimétricos a muito finamente assimétricos e muito platicúrticos.</p> <p>O valor máximo de cascalho � registado aos 70 cm, registam-se os valores mais elevados de MO de toda a sondagem.</p> <p>Estes sedimentos sofreram uma baixa remo�o dos elementos móveis através de processos de pedog�nese e são um calcreto.</p>	<p>� caraterizado por valores elevados de lascas de entre todos os níveis escavados nesta sondagem, estando presentes 13 peças de produtos alongados, 23 núcleos; 29 utensílios retocados.</p> <p>Há um predomínio de quartzito com 34,9%, seguindo-se de quartzo com 27,5 %.</p>
80-100	I	<p>Esta unidade � caraterizada por areia fina, extremamente mal calibrados, grosseiramente assimétricos a simétricos e muito platicúrticos a platicúrticos.</p> <p>Estes sedimentos sofreram uma baixa remo�o dos elementos móveis através de processos de pedog�nese e formou-se um calcreto.</p> <p>Nesses depósitos de formaram � 32465 ± 674 cal BP.</p>	<p>� caraterizado por uma enorme presença de esquirolas que perfazem uma parte significativa da cole�o, com mais de 60%, seguindo-se de lascas.</p> <p>A matéria-prima predominante é o quartzito com mais do que 30%, seguindo-se de quartzo com c. de 25,0%.</p>

6.2.3. Sondagem P70

A TABELA 6.12 apresenta características granulométricas e geoquímicas em relação aos picos de frequência arqueológica em unidades geológicas. Na unidade I (120–130) é notável uma presença de cascalho médio, com baixo índice de meteorização, e uma presença de material arqueológico de natureza lítica. Da unidade II à IV, é possível registrar uma presença de areia muito fina e com uma intensa atividade de meteorização e uma presença de um conjunto de materiais líticos.

TABELA 6.12. Descrição das unidades geológicas com as respectivas características granulométricas sobre a frequência de material arqueológico

Profundidade (cm)	Unidades Geológicas	Características granulométricas e geoquímicas	Picos de frequência arqueológica
0–50	IV	<p>É caracterizado por areia muito fina, extremamente mal calibrada, finamente assimétrica e platicúrtica a mesocúrtica.</p> <p>Observa-se uma menor remoção dos elementos alcalino por processos de pedogênese, relativamente à unidade anterior. Apresenta sinais de bioturbação (ex., presença de raízes e formigueiros).</p>	<p>Carateriza-se pela presença de um número maior, relativamente à unidade III, de esquirolas seguidas pelas lascas e elementos vestigiais das outras classes.</p> <p>A matéria-prima dominante é o riólito de grão grosso, seguido do quartzo, do quartzo e do sílex.</p>
50–80	III	<p>Esta unidade é caracterizada por sedimentos com textura de areias muito finas. Contudo, comparativamente à unidade anterior, nesta unidade verifica-se um aumento da percentagem de cascalho, o que revela que o ambiente de deposição destes sedimentos foi ligeiramente mais energético. São extremamente mal calibrados, finamente assimétricos a simétricos, platicúrticos a leptocúrticos.</p> <p>Esta unidade da sondagem em que os sedimentos sofreram a maior intensidade de meteorização.</p>	<p>É marcada pela presença dominante de esquirolas e de lascas, respetivamente, com uma percentagem superior a 65% e 25% da coleção. Há ainda algumas peças alongadas, bem como núcleos e utensílios retocados.</p> <p>A matéria-prima predominante é riólito grosso com c. 80%.</p>
80-120	II	<p>É caracterizada por areias muito finas, extremamente mal calibrados, finamente assimétricos a simétricos, platicúrticos a mesocúrticos.</p> <p>É uma das unidades da sondagem em que os sedimentos sofreram uma elevada intensidade de meteorização (maior remoção dos elementos alcalinos).</p>	<p>Desta profundidade até à base da sondagem é marcada pela presença principal de esquirolas e lascas, com presença vestigial das outras classes.</p>

120-130	I	<p>É caracterizado por cascalho médio, muito mal calibrados, muito finamente assimétricos e muito leptocúrticos.</p> <p>Os índices de meteorização sugerem que estes sedimentos sofreram uma baixa remoção dos elementos móveis através de processos de pedogênese.</p>	<p>É marcada pela presença de esquirolas e lascas, com presença vestigial das outras classes.</p> <p>Quanto às matérias-primas, o cherte é mais importante, com mais do que 40%, seguido do quartzo, riólito de grão grosso e do quartzito.</p>
---------	---	---	---

6.3. Resumo da integração Geoarqueológica

Na TABELA 6.13 pode verificar-se que os materiais arqueológicos se associam a todos os tipos de sedimentos, independentemente da sua textura. Os valores mais altos de materiais líticos nas unidades I e II das sondagens AA88, X108 e P70 correspondem a aumentos semelhantes em materiais orgânicos de natureza arqueológica (carvões, ossos e restos de fauna malacológica). Nessas unidades há um baixo nível de meteorização, bem como uma redução da intensidade de alteração química e de baixa lixiviação, coincidindo com o período menos árido. Há uma redução de material de calcretos e aumento da matéria orgânica: há pouca pedogênese; há pouca alteração do material a partir da fonte; e os sedimentos são de tipo muito platicúrticos, simétricos, extremamente calibrados, sempre muito ricos em carbonato de cálcio, SiO₂, e é assinalável uma diminuição do rácio da meteorização e alteração química. Nestas unidades obteve-se uma das datações mais antiga do sítio 33,130-31,800 (X108) e 25440,5±223,5 e 29075±375 cal BP (AA88).

A outra correlação observada na transição das unidades II para III, em todas as sondagens, é a variação entre frações de areia muito fina e cascalho médio e que concentra os maiores índices de energia do agente do transporte (Al₂O₃/SiO₂) e com diminuição dos rácios de proveniência (TiO₂/Al₂O₃ e TiO₂/Zr (10,251). Os teores de SiO₂ decrescem nas frações silte e argila e aumentam na areia; os de Al₂O₃ decrescem na areia (mas muito menos no caso do silte) e aumentam na argila. A mesma tendência é verificada, ainda que em proporções menores, do aumento dos materiais líticos na classe das lascas e esquirolas. Nesta unidade é possível deprender com a presença de 3 picos de elevados valores de materiais líticos. Essa tendência é comprovada com o aumento dos valores percentuais da MO e o da percentagem do índice P₂O₅/CaO.

Imediatamente abaixo da superfície observa-se uma presença notável da MO e quase na base da sondagem, com raízes de plantas que se entrecruzam (ver a seção de estratigrafia). Na mesma profundidade são observados grãos de cascalho e com uma tendência de aumento da razão $(CaO+MgO)/Al_2O_3$ (ver a FIGURA 5.1) e a diminuição do material arqueológico (ver adiante no Capítulo 6). Para a profundidade 10 cm é possível observar sedimentos argilosos com uma presença expressiva de raízes de plantas que se estendem em todo nível amostrado, associado à presença de pequenos animais roedores, tais como isópteros, formigas e traças. Contudo, na unidade III e IV verifica-se uma tendência quase nítida de aumento de materiais arqueológicos finos (micro buris, crescentes) em direção ao topo, denotando uma aparente transição de períodos mais energéticos para menos energéticos que se traduz na composição da textura de sedimentos. Isso sugere uma deposição relativamente contínua de sedimentos da atividade de baixa energia durante toda essa sequência, com o início da sedimentação eólica. Há estreita correlação entre todas as unidades das sondagens, há uma presença de microfauna e de uma quantidade elevada de lascas e esquirolas. Estas unidades são datadas de 14005 ± 155 cal BP na base, e 7620 ± 50 cal BP no topo das duas sondagens (X108 e AA88).

TABELA 6.1.3. Integração Geoarqueológica, tendo como referência os indicadores cronológicos, características granulométricas, geoquímicas sobre as unidades estratigráficas versus unidades Geoarqueológicas. Também são apresentados os eventos geológicos correspondentes aos indicadores, nomeadamente agentes de transporte, fases climáticas e o tipo de depósito

Unidades Geoarqueológicas	Sondagem /Perfil	Unidades Estratigráficas	Datações cal BP	Caraterísticas Arqueológicas	Caraterísticas granulométrica e geoquímica	Agentes de transporte	Fases climáticas	Tipo de depósito
A-E	TT2	I-IV	-	Sem estudo do material arqueológico	Os sedimentos desta unidade têm uma média granulométrica que varia entre cascalho médio (com orientação no sentido da escorrência das linhas de água) e areia grosseira.	Água Gravidade	Húmido	Aluvião Coluvião
B	AA88 X108 P70	I	29075±375 32465±674	Domínio de instrumentos líticos (elevadas percentagens de esquirolas e de lascas) e faunísticos	Carateriza-se por apresentar sedimentos grosseiros (o domínio de cascalho), indicando que esses se depositaram em ambiente de eventos energéticos e que terá sido responsável pela acumulação de uma elevada percentagem de MO. Para as duas sondagens, nesta unidade há uma formação de calcretos (Veja-se o capítulo 5).	Água Gravidade	Húmido e Quente	Aluvião Coluvião
C	AA88 X108 P70	II	14005±155	Domínio de materiais líticos (elevadas percentagens de esquirolas e de lascas) e há pouca quantidade de restos faunísticos	Os sedimentos variam entre grosseiros e finos, com uma tendência de diminuição de cascalho, no entanto está-se na fase de transição climática, caracterizada pela diminuição de cascalho e aumento de areia - ainda é o ambiente de deposição energético. Estas unidades diferem quanto ao grau de remoção dos elementos móveis através de processos de pedogénese, à percentagem de MO,	Água, Vento, gravidade	Húmido e Quente	Aluvião Coluvião

D	AA88 X108 P70	III	7620±50	Há uma diminuição dos materiais arqueológicos líticos	<p>e há formação (ou não) de calcetos. As unidades II da sondagem AA88 e I e II da sondagem P70 encontram-se a uma elevação semelhante (Veja-se o capítulo 5).</p> <p>Os sedimentos variam entre siltes muito grosseiros e areias muito finas. Esses sedimentos registam a perda de elementos alcalinos através de processos de pedogênese (com intensidades de meteorização diferentes) (Veja o capítulo 5).</p>	Vento Gravidade	Seco e Frio	Coluvião
E	AA88 X108 P70	IV	765±45	Há uma diminuição dos materiais arqueológicos líticos, com forte incidência da matéria orgânica, indícios de bio e geoturbação.	<p>Os sedimentos sofreram perda dos elementos alcalinos através de processos de pedogênese (sendo os que apresentam maior intensamente de meteorização ao longo de toda a sondagem).</p>	Vento Gravidade	Seco e Frio	Coluvião

CAPÍTULO 7. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Neste capítulo são discutidos os resultados das análises feitas nos capítulos anteriores, organizados em duas subsecções. A primeira seção dedica-se à interpretação dos ambientes de deposição sedimentares, ao passo que a segunda se dedica à componente de ocupação humana em Txina-Txina durante a Idade da Pedra Superior.

7.1. A interpretação do ambiente de deposição sedimentar do sítio de Txina-Txina

As três sondagens e o perfil revelam existir três principais classes sedimentares em todos os níveis amostrados, nomeadamente silte, areia e cascalho (ver o capítulo 5). O mesmo se pode verificar no que diz respeito às variáveis calibração, assimetria e curtose dos sedimentos, cujos teores principais variam de calibrado a extremamente mal calibrado, com assimetria positiva, platicúrtica a mesocúrtica, respetivamente. Este padrão pode estar associado à energia atuante no sítio.

De acordo com Folk e Ward (1957), a calibração é um dos medidores do nível de seleção de sedimentos e do nível energético associado à deposição deste, ao passo que a assimetria é um dos indicadores da mistura dos sedimentos provenientes de diferentes fontes como é defendido por Masselin e Hughes (2003) e Hassan (1978). No entanto, a topografia e geomorfologia de Txina-Txina (ver o capítulo 3) em função das profundidades das sondagens e do perfil TT2 podem ter condicionado o ordenamento e recebimento de sedimentos provenientes de diferentes fontes, além do suprimento dos sedimentos mais finos que se supõe terem tido duas origens principais, coluvial e aluvial. Os trabalhos de Boggs (2009) mostram que os sedimentos em ambientes de terraço podem ter duas fontes, podendo estar sob ação combinada de processos fluviais e gravitacionais, principalmente o fluxo de detritos e fluxos torrenciais.

Ao longo das unidades de todas as sondagens regista-se uma mistura e intercalação de sedimentos, ora finos, ora grosseiros. O predomínio de cascalhos, sobretudo na base da sondagem AA88, pode ter origem na vertente num momento de aumento do caudal do rio que pode ter aumentado a instabilidade da mesma.

O predomínio de materiais clásticos de quartzo e quartzito associado à abundância do SiO₂, como se pode observar no *cluster* (FIGURAS 5.15–5.18) pode estar relacionado com uma origem aluvional, diferentemente dos finos que são mais presentes nas sondagens AA88, X108 e P70 e que se presumem serem de origem coluvial.

O perfil TT2, devido à sua posição topográfica, por se localizar nas encostas do terraço, tem sedimentos finos que provavelmente, também, podem ter origem aluvial, por um lado, e por outro os materiais finos podem denunciar a origem coluvial associado à erosão das vertentes durante os períodos de mudança ambiental no sítio e que se observou de forma notável na redução de cobertura vegetal da região austral de África (McBREARTY e BROOK, 2000).

Esta assunção é consubstanciada com os resultados sobre os indicadores paleoambientais estudados neste trabalho que revelam períodos distintos relacionados com a deposição de sedimentos, nomeadamente períodos húmidos e quentes, e períodos marcados por frio e aridez.

Os dados sedimentares observados em Txina-Txina entre as cotas 200–140 cm (AA88), 100–50 cm (X108), 130–120 cm (P70) e 290–258 cm (TT2) parecem indicar um período húmido e quente. Contudo, a mistura de sedimentos grosseiros e finos pode ser indicativo não só da erosão dos solos, mas também da erosão das margens dos rios (Machampane e Chifati) aquando da subida do caudal destes, após um período mais frio e seco em que a vegetação esteve menos desenvolvida e assim terá propiciado a erosão dos solos.

Em Txina-Txina, entre 140–0 (AA88); 50–0 (X108); 50–0 (P70); 258–0 (TT2) essas unidades são caracterizadas pelos sedimentos mais finos, de textura argilo-siltosa sugerindo uma deposição coluvial e o acúmulo de sedimentos gerados durante toda a fase de transição climática. Esses dados confirmam a transição de um ambiente mais energético para menos energético e, portanto, de características mais áridas.

Esta transição de energia no ambiente deposicional é indicada pelo decréscimo da elevada percentagem de cascalhos, decréscimo de valores do índice Al₂O₃/SiO₂. Também é caracterizada por uma crescente remoção dos elementos móveis pela meteorização, da base para o topo.

Com base nas datações 32465±674 e 29075±375 cal. BP, na unidade estratigráfica I das três sondagens, regista-se um ambiente de eventos energéticos, indicando um período relativamente húmido e quente, tendo propiciado uma acumulação significativa de Matéria Orgânica.

O clima tem variado ao longo do tempo na região Austral de África, mas os dados de alguns autores (GASSE, 2000; PUECHA, 2017; BRAUN *et al.*, 2019) apontam para um período quente e húmido entre 65 000 e 61 000 BP e entre 52 500 e 50 500 BP; 37,500 e 33 000 BP com períodos muito húmidos.

Na região austral de África, as temperaturas diminuíram até atingir um nível mínimo durante o Último Máximo Glacial, entre 25 000 e 18 000 BP (CLARK e MIX, 2002; CLARK *et al.*, 2009). Pese embora se tenha registado, no aquífero de Letlhankeng (África do Sul), uma diminuição aparente de precipitação, apenas durante o verão, entre 24 000 e 16 000 BP, os trabalhos de Hurkamp *et al.* (2011) mostram que a partir dos registos eólicos e fluviais na confluência de Auob, Nossob, Molopo, rios Kuruman (Kalahari) as condições húmidas foram registadas nesse período.

Essa inferência corrobora as afirmações de Zielhofer *et al.*, (2009) quanto ao clima nas regiões tropicais, e é mais que evidente que os períodos de estabilidade pluvial podem favorecer a pedogénese e mais tarde os tais sedimentos podem depositar-se pela deposição fluvial ou de natureza eólica. No entanto, a deposição de sedimentos pode estar ligada não só ao agente de transporte (água ou vento), mas também à sua energia e topografia locais.

As unidades II da sondagem AA88 e I e II da sondagem P70 encontram-se a uma elevação semelhante. Estas unidades diferem quanto ao grau de remoção dos elementos móveis através de processos de pedogénese e formação de calcretos, ainda é o ambiente de deposição energético. Isto denuncia um período seco e árido.

No período seco e árido, a formação de calcretos num dado espaço está intimamente relacionado com o desaparecimento de águas subterrâneas sobressaturadas em CaCO_3 em sedimentos e pode indicar condições climáticas, por exemplo, para a região Austral de África. Os depósitos de calcretos podem ter duas origens nomeadamente através da deposição de carbonato no material hospedeiro sobre um lençol freático raso ou permanente (calcretos de águas subterrâneas); ou o processo de lixiviação, através de infiltração das águas da chuva (NETTERBERG, 1980, 1971; SCHOLZ, 1971; NESBITT e YOUNG, 1984; EZE e MEADOWS, 2015).

Há cerca de 21 000 BP, gradualmente, o clima começa a tornar-se mais seco (HOLMGREN *et al.*, 1995). Durante esse período, as condições semiáridas predominavam no sul da África, com intensa formação de calcretos e uma sedimentação esporádica (SINGH *et al.*, 2017; WATSON *et al.*, 1984; ACHYUTHAN *et al.*, 2012; BUTZER, 1973).

No período entre 16 000 e 13 000 BP toda a área do Kalahari sofreu uma súbita redução de água, como é defendido por Shaw e Thomas (1996), contrariamente ao que se verificou no Norte de África onde durante o MIS 2 (24 000 – 11,5 000 BP) havia disponibilidade de fontes de água, vegetação, fauna e abrigos, principalmente em cavidades cársticas (MICHEL e WENGLER, 1993).

Entre os 12 800 e os 11 500 cal BP, a região abaixo da Zona de Convergência Intertropical (ZCI) observou o evento mundial denominado Dryas Recente caracterizado por mudanças bruscas de temperatura. Durante esse período houve uma diminuição da atividade monsonal, registando-se uma diminuição de cobertura vegetal (LE BARRON *et al.*, 2011; SINGH *et al.*, 2017; WATSON *et al.*, 1984; ACHYUTHAN *et al.*, 2012).

Entre 7 000 e 2 000 BP, em Txina -Txina, há um conjunto de alterações do ecossistema que terá contribuído para atividades de pastagem, um dado que se pode verificar, também, na região de Mpumalanga, nordeste da África do Sul. Em contrapartida registam-se graves episódios de seca aos 4 600 e 4 200, 3 700 e 2 600, 2 100 e 1 400 e 850 e 550 BP.

7.2. A ocupação de Txina-Txina durante a Idade da Pedra Superior

Os fatores associados à formação do sítio de Txina-Txina são variados, desde aspetos naturais aos antropogénicos. Os fatores naturais integram os intervenientes climáticos e geomorfológicos (declive, a proximidade do rio), ao passo que os fatores antropogénicos incluem as influências das comunidades humanas na deposição de sedimentos arqueológicos (incluindo os materiais arqueológicos orgânicos e inorgânicos).

Esses fatores comprovam a possibilidade da ocupação de Txina-Txina durante a Idade da Pedra Superior africana pelas diversas fases quentes e húmidas, e frias e secas. Os dados arqueológicos sustentam essa assunção. Os instrumentos líticos de Txina-Txina correspondem à classificação tecnológica proposta por Clark (1977) do modo 4, caracterizada pela presença de crescentes, núcleos, lâminas, lamelas truncadas, lamelas de bordo abatido, micropontas, e no caso em particular, também do microburil. Esses instrumentos assemelham-se aos encontrados noutros sítios da África Austral, como por exemplo Kathu Pan (BEAUMONT, 1990); Border Cave (GRUN *et al.*, 1990; MILLER *et al.*, 1999); Equus Cave (LEE-THORP e BEAUMONT, 1995); Mumba Cave (BARHAM, 2002); White Paintings (ROBBINS *et al.*, 2000);

Sibudu (JACOBS *et al.*, 2008); Pinnacle Point (MAREAN *et al.*, 2010); Twin Rivers (MITCHELL, 2002).

O número de instrumentos formais é bastante baixo, embora existam algum microburis e geométricos, peças esquiroladas, entalhes e denticulados que se podem obter os detalhes nas TABELAS 6.1–6.10 (BICHO *et al.*, 2018), formando um conjunto de instrumentos diverso dentro da coleção lítica de Txina-Txina.

As unidades estratigráficas de todas as sondagens, sobretudo na unidade I e II de todas as sondagens são ricas sob ponto de vista arqueológico, quer em termos quantitativo, quer de diversidade tecnológica e de matérias-primas. Nessas unidades, o material lítico aparece associado ao material malacológico (ver o capítulo 5). A fauna malacológica está subdividida em dois grupos: a fauna terrestre o caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*) e a marinha *Chambardia petersi*. Tal como as cascas de avestruz e ossos, o material malacológico é marcado por uma razoável preservação, embora haja fragmentos de alguns desses materiais.

Os resultados das datações radiométricas obtidas sobre amostras de conchas provenientes de duas sondagens distintas, AA88 e outra na X108 (TABELA 6.4), apontam para um período entre os 33 000 e 7 000 AP. De acordo com Bicho *et al.* (2018), as cascas de avestruz pertencem à Idade da Pedra Superior e na região Austral de África são conhecidos vestígios dessa natureza e que estão associados aos materiais líticos como é estudado por Orton (2008) e mais tarde por Miller e Willoughby (2014), entre outros autores.

Ainda nas unidades I e II, é frequente haver uma repetição de ocupações no mesmo sítio, que se intervala com a subida do caudal dos rios Machampane e Chifati e a deposição dos sedimentos, uma situação semelhante à que se verifica no sítio de Twin Rivers (Zâmbia) que data 11 000 – 102 BP (MITCHELL, 2002) e Hackthorne (África do Sul) - Idade da Pedra superior (LE BARON *et al.*, 2010).

Os dados obtidos nessas unidades podem correlacionar-se com os encontrados em sítios com o mesmo período arqueológico da região Austral de África, como por exemplo, Pinnacle Point (MAREAN *et al.*, 2010), Rose Cottage Cave (VALLADAS *et al.*, 2005) ou Twin Rivers (MITCHELL, 2002).

Ademais, coexistem vários dados que parecem indicar que Txina-Txina se encontra numa situação semelhante aos sítios da região, apontando para alguma homogeneidade nos indicadores tecnológicos e de assentamento humano durante o Último Máximo Glacial, pelo

menos na África austral. No período relativamente húmido e quente entre o evento climático Heinrich 3 o Último Máximo Glacial, Txina-Txina caracteriza-se pela presença de sedimentos maioritariamente cascalhentos associados aos finos com pouca saliência destes últimos, sendo registados um conjunto de materiais arqueológicos que podem estar associados aos eventos catastróficos ocorridos no sítio, dando conta de uma ocupação do sítio numa fase de inundações (BEAUMONT, 2004; PORAT *et al.*, 2010).

Txina-Txina possivelmente terá sido ocupado num momento em que os dados granulométricos e geoquímicos apontam para um ambiente muito energético com início há cerca de 33–32 mil anos cal BP correspondente à unidade I (130 cm) da sondagem X108 cujo eventos desta unidade se estendem até aos 60 cm e se correlacionam com os da profundidade 200 à 140 da sondagem AA88 com uma data muito próxima ao da X108, 29 450 – 28 700 cal BP.

Alguns autores (KUSIMBA, 1999; HENSHILWOOD *et al.*, 2001; ZIEGLER *et al.*, 2013) sustentam de que a ocupação de espaços durante períodos húmidos e quentes na Idade da Pedra Superior pode ter a ver com várias razões, dentre as quais, a procura de recursos aquáticos, vegetais e raízes que seriam muito mais abundantes nessas áreas. Foram registados materiais malacológicos, podendo esse material correlacionar-se com os sedimentos de carácter misto antropogénicos e naturais do sítio, uma vez que no sítio é possível visualizar a uma intensa presença de Sr, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, SiO e P₂O₅ (elementos associados à presença humana por serem vestigiais) (WARREN *et al.*, 2002).

A ocupação de Txina-Txina não é só confirmada pela presença de artefactos em pedra, mas também pelos dados geoquímicos, uma vez que a concentração de P, N, Ca, Cu, Zn, Ag, Mn, e a Matéria Orgânica num dado sítio pode indicar a existência de uma ocupação humana (SOKOLOFF e CARTER, 1952), uma vez que esses elementos químicos são indicadores de influência orgânica num dado local.

O outro particularismo, não menos importante, desses artefactos em pedra é a abundância e uso diversificado da matéria-prima, desde o quartzo, quartzito, riólito grosso e cherte que dominam a coleção de materiais.

As datas 7 670 – 7 570 BP (X108) e 810 – 720 BP (AA88) da sondagem corroboram os dados de alguns autores (EKBLÖM, 2004; MACAMO e EKBLÖM, 2005) que mostram o período de seca e aridez durante o Holoceno médio e final no sul de Moçambique, com maior incidência por volta de 800 cal BP, e que teria afetado as comunidades agrícolas na região Austral de África. Uma situação semelhante ocorreu em Makapansgat, no Grande Zimbábue,

e em Mapungubwe, com o respetivo abandono há cerca de 700 atrás por causa de condições mais frias e secas. Nesse momento, teria sido impossível manter agricultura na região do sul de Moçambique.

7.3. Conclusão

A localização geográfica de Txina-Txina é um fator fundamental para de perceber melhor o processo do assentamento das comunidades humanas durante a Idade da Pedra Superior na África Austral. Pese embora se registre uma escassez de dados que pudessem subsidiar os obtidos por Bicho *et al.* (2018), Txina-Txina funcionou como um locus de manufatura, manutenção de instrumentos líticos, para além de exploração do ecossistema terrestre e fluvial presente ao longo das imediações dos terraços dos rios Elefantes, Limpopo e de todos os afluentes destes.

A distribuição espacial do registo arqueológico e a heterogeneidade dos sedimentos, leva a crer que os fatores naturais e culturais contribuíram para a formação do registo. A conjugação dos dados arqueológicos com os sedimentológicos e geoquímicos determinou o tipo de inferência segundo a qual, Txina-Txina terá sido ocupada em dois períodos paleoclimáticos, a destacar: período húmido e quente; seco e árido. A disposição topográfica do sítio, o depósito sedimentar que encobre o material arqueológico de forma de acreção vertical, associado à baixa energia que se confirma pela textura de sedimentos contribuiu para o argumento do qual defende que o sítio tanto no período húmido bem como seco e frio manteve-se relativamente intacta e sem alterações aparente.

A disposição topográfica do terreno, a disponibilidade de água, as características climáticas, a propensão a secas e inundações, entre outros aspetos, tentando inseri-los em um contexto regional e verificando as mudanças ocorridas no tempo durante o Último Máximo Glacial teriam sido os fatores que contribuíram para ocupação de Txina-Txina pelos humanos anatomicamente modernos.

Como existem vestígios malacofaunísticos, em quase grande parte dos locais amostrados, datados desde aos 32 000 até 2 000 cal BP, é possível inferir-se a presença de exploração de recursos malacológicos pelos humanos anatomicamente modernos na região de Massingir, provavelmente com dois objetivos diferentes: a dieta e a ornamentação pessoal. Essa região, aparentemente, há cerca de 32 mil anos atrás estaria dominada por um clima mais húmido e

quente que o atual, resultando na presença de vales fechados, profundos e mais húmidos. Com esse clima, intensificaram-se os assentamentos de caçadores-coletores, em distintos ambientes naturais.

A alteração desse sistema ecológico ao longo do tempo resultou num conjunto de mecanismos físicos e químicos que possibilitaram o desenvolvimento de superfícies de erosão, planas a suavemente inclinadas. Há uma alternância de fases de deposição de sedimentos grosseiros com finos, causada por mudanças paleoambientais, de períodos de inundação, húmidos e quentes para secos e áridos. Naturalmente, persistem questões relacionadas com os processos de desenvolvimento das vertentes, pois apesar deste estudo, foram poucos os casos analisados, em detalhe, em laboratório e com cronologia absoluta que permitisse um estudo de carácter regional – será esse o futuro da investigação na região, agora que se conhecem um conjunto maior de jazidas arqueológicas com a mesma cronologia, isto é, da Idade da Pedra Superior, e com sequências longas *in situ* na região, nomeadamente o Abrigo de Txina-Txina e as jazidas de Machampane 1 e 2, que foram já objeto de sondagens em 2019.

8. BIBLIOGRAFIA

- ACHYUTHAN, H., SHANKAR, N., BRAIDA, M., AHMAD, S.M. (2012). Geochemistry of calcretes (calic palaeosols and hardpan), Coimbatore, Southern India: Formation and Palaeoenvironment. *Quaternary International*, 265:155–169.
- ACTIVATION LABORATORIES LTD. (2020). Schedule of Services and Fees Geochemistry – EUR. Disponível em <https://cdn.actlabs.com/wp-content/uploads/2020/01/Actlabs-Schedule-of-Services-Euro.pdf> (28/07/2020).
- ADAMOWICZ L. (1990). “Newly discovered Stone Age and Early Iron Age sites in Nampula Province, Northern Mozambique.” In: Sinclair, P.J.J. and Pwiti, G. (eds), *Urban Origins in Eastern Africa, Proceedings of the 1990 Workshop*, 137–198. Stockholm: The Central Board of National Antiquities.
- ADAMOWICZ, L. (1987). Contribuição para o Conhecimento da Arqueologia entre os Rios Lurio e Lingonha, Província de Nampula. *Trabalhos de Arqueologia e Antropologia*, 3:48-144.
- ADAMOWICZ, L. (1988). Contribuição para o registo computadorizado das estações arqueológicas em Moçambique (Idade da Pedra Superior e Idade do Ferro). *Trabalhos de Arqueologia e Antropologia*, 5: 85-107.
- ALBERTO, M.S. (1951). A Pré-história de Moçambique. *Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia*. 68:115-152.
- ALDEIAS, V. (2003). “Estudos geoarqueológicos em Portugal: breve historial.” In: ANGE-LUCCI, D. A. (2003). *A partir da terra: a contribuição da Geoarqueologia*. *Trabalhos de Arqueologia*, Lisboa, 29:39-41.
- ALDEIAS, V., GOLDBERG, P., SANDGATHE, D., BERNA, F., DIBBLE, H.L., MCPHERSON, S.P., TURQ, A., REZEK, Z. (2012). Evidence for Neandertal use of fire at Roc de Marsal (France). *Journal of Archaeological Science*, 39:2414-2423.
- EVERY, DM. (1992). The environment of early modern humans at Border Cave, South Africa: micromammalian evidence. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 91(1–2):71-87.

- BARHAM, L. S. (2002). Backed Tools in Middle Pleistocene Central Africa and their Evolutionary Significance. *Journal of Human Evolution*, 43:585-603.
- BARRADAS, L. (1947). Origem dos solos quaternários do sul de Moçambique. *Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique XVI*, 55:197-216.
- BARRADAS, L. (1955). Complexos geológicos-arqueológicos do Quaternário no sul de Moçambique. *Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique*, 90:3-20.
- BAR-YOSEF, O. (1998). On the nature of transitions: The Middle to Upper Paleolithic and the Neolithic Revolution. *Cambridge Archaeological Journal*, 8:141–163.
- BEAUMONT, P.B. (1990). “Kathu Pan.” In: Beaumont, P.B., Morris, D. (Eds.). *Guide to Archaeological Sites in the Northern Cape. McGregor Museum, Kimberley*, pp. 75-100.
- BEAUMONT, P.B., (2004). Wonderwerk Cave. In: Morris, D., Beaumont, P.B. (Eds.). *Archaeology in the Northern Cape: Some Key Sites*. McGregor Museum, Kimberley, pp.31-36.
- BERNA, F., GOLDBERG, P., HORWITZ, L.K., BRINK, J., Holt, S., Bamford, M., Chazan, M., (2012). Microstratigraphic evidence of in situ fire in the Acheulean strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape province, South Africa. *PNAS*, 109:7593-7594.
- BICHO, N. (1992). *Technological change in the final Upper Paleolithic of Rio Maior, Portuguese Estremadura*. Tese de doutoramento. Southern Methodist University
- BICHO, N. (2002). Lithic Raw Material Economy and Hunter-gatherer Mobility in the Late Glacial and Early Post Glacial Portuguese Prehistory. In E. Lynn e B. Eriksen (eds.), *Lithic Raw Material Economies in Late Glacial and Early Postglacial Europe*, pp. 161-179. Oxford: Archaeopress.
- BICHO, N. (2006). *Manual de arqueologia pré-histórica*. Lisboa: Edições 70.
- BICHO, N. (2016). Relatório de missão: Trabalhos de Prospecção Arqueológica da região de Massingir, 2015. *ICArEHB*, Universidade de Algarve, Portugal.
- BICHO, N. (2017). Relatório de missão: Trabalhos de Prospecção Arqueológica da região de Massingir, 2016. *ICArEHB*, Universidade de Algarve, Portugal

- BICHO, N. (2018). Relatório de missão: Trabalhos de Prospecção Arqueológica da região de Massingir, 2017. *ICArEHB*. Universidade de Algarve, Portugal.
- BICHO, N. CASCALHEIRA, J., ANDRÉ, L., HAWS, J., GOMES, A., GONÇALVES, C., RAJA, M., BENEDETTI, M. (2018). Portable art and personal ornaments from Txina-Txina: a new Later Stone Age site in the Limpopo River Valley, southern Mozambique. *Antiquity*, 2, 92-363, 1–7.
- BINFORD, L. (1962). Archaeology as Anthropology. *American Antiquity*, 27:217-225.
- BINFORD, L. (1968). Archaeological perspectives. In *New Perspectives in Archaeology*, S.R. Lewis e L. Lewis (ed.), pp.5-32. Chicago: Aldine press.
- BINFORD, L. (1977). “General Introduction.” In: *For Theory Building in Archaeology: Essays on Faunal Remains, Aquatic Resources, Spatial Analysis and Systematic Modeling*, L. Binford (ed.), pp. 1-10. Nova Iorque: Academic Press.
- BINFORD, L. (1983). *In pursuit of the past: decoding the archaeological record*. Londres: Thames and Hudson.
- BINGEN, B., BJERKGÅRD, T., BOYD, R., DEHLS, J., ENGVIK, A., GRENNE, T. (2007). *Notícia Explicativa da Carta Geológica 1:250.000*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- BLOTT, S.J., PYE, K., (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26:1237–1248.
- BOGGS, S. (2009). *Petrology of Sedimentary Rocks*. Cambridge. Cambridge University Press, 2 ed., 600p.
- BORDES, F. (1961). Typologie du Paleolitique ancien et moyen. *Publications de l’Institut de prehistoire de l’Universite de Bordeaux, Memoire 1*. Bordeaux, Delmas, 2 vol.
- BORGES, A, COX, L.R, STUBBLEFIELD, CJ. (1939). Depósitos terciários e pospliocenos do distrito de Inhambane e estudo paleontológico das respectivas faunas de moluscos e de crustaceos. *Boletim dos Serviços de Indústria Minas e Geologia*, vol. 3 (Lourenço Marques).

- BRAUN, K., NEHME, C., PICKERING, R., ROGERSON, M., SCROXTON, N. (2019). A Window into Africa's Past Hydroclimates: The SISAL_v1 Database Contribution. *Quaternary* 2, 4. doi:10.3390/quat2010004.
- BREUIL, H. (1944). II Parte das primeiras impressões duma viagem de estudos arqueológicos no Sul de Moçambique. *Moçambique Documentário Trimestral*. Lourenço Marques, 40: 39-48.
- BRITO, R., FAMBA, S., MUNGUAMBE, P., IBRAIMO, N., JULAIA, C., (2009). Profile of the Limpopo Basin in Mozambique, a contribution to the Challenge Program on Water and Food Project 17 "Integrated Water Resource Management for Improved Rural Livelihoods: Managing risk, mitigating drought and improving water productivity in the water scarce Limpopo Basin". *WaterNet Working Paper 11*, UEM-FAEF, Maputo, Moçambique.
- BUTZER, K. (1978). Toward an integrated contextual approach in Archaeology: a personal view. *Journal of Archaeological Science*, 5:191-193.
- BUTZER, K.W. (1960). Archaeology and geology in ancient Egypt: *Science*, 132:1617–1624, doi:10.1126/science.132.3440.1617.
- BUTZER, K.W. (1964). *Environment and Archeology: An Introduction to Pleistocene Geography*. Chicago: Aldine, 524 p.
- BUTZER, K.W. (1973). Sediments from the Acheulian site of Amanzi (Uitenhage District, South Africa): *Quaternaria*, v. 17, p. 299–319.
- BUTZER, K.W. (1974) - Geo-Archeological Interpretation of Acheulian Calc-Pan Sites at Doornlaagte and Rooidam (Kimberley, South Africa). *Journal of Archaeological Science*, 1: 1–25.
- BUTZER, K.W. (1982). *Archaeology as Human Ecology: Method and Theory for a Contextual Approach*. New York: Cambridge University Press, 364 p.
- CARVALHO, G. (1975). Quaternary Sedimentology and Lithostratigraphy of Massingir. *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*. 10, Serie B, pp.76-95.
- CASCALHEIRA, J. (2013). *A influência mediterrânica nas redes sociais do solutrense final peninsular*. Tese de mestrado. Faro: Universidade do Algarve.

- CLARK, G. e PIGGOTT, S. (1970). *Prehistoric Societies*. New York: Penguin Books.
- CLARK, J. D. e KLEINDIENST, M. R., (2001). “The Stone Age Cultural Sequence: Terminology, Typology and Raw Material.” In Clark, J. D. (ed.), *The Kalambo Falls Prehistoric. Site II: The Later Prehistoric Cultures*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 71-106.
- CLARK, J.D. (1977). *The Stone Age Cultures of Northern Rhodesia*. Connecticut: Negro Universities Press.
- CLARK, P. U., MIX, A. C. (2002). Ice sheets and sea level of the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 21(1–3):1–7.
- CLARK, P. U., DYKE, A.S., SHAKUN, J.D., CARLSON, A.E., CLARK, J., WOHLFARTH, B., MITROVICA, JX., HOSTETLER, S.W., MCCABE, A.M. (2009). The Last Glacial Maximum. *Science*, 325:710-714.
- CLARKE, D., (1977). *Spatial Archaeology*, Academic Press, London
- CONARD, J. (2007). *Human Environmental Impact in the Paleolithic and Neolithic*. New York: Springer.
- CONSÓRCIO GTK PARA CARTOGRAFIA GEOLÓGICA (2006). Carta geológica de Moçambique, 1:250 000, Folha N° 2331/2332, Rio Singuézi/Massingir. *Ministério dos recursos Minerais, Direcção Nacional de Geologia*. República de Moçambique.
- CORNWALL, I. W. (1958). *Soils for the Archaeologist*. Phoenix House, London.
- CRUZ e SILVA,T. (1976). “A preliminary report on an early iron age site: Matola IV/68.” In: *Iron Age research in Moçambique: Collected preliminary reports*. Report 2, 33 pp.
- CUMBE, A. (2007). *O Património Geológico de Moçambique: Proposta de Metodologia de Inventariação, Caracterização e Avaliação*. Universidade do Minho.
- DAHLSTRÖM, E. (2011). Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1. W3C Recommendation REC-SVG11-20110816. Disponível aqui: <https://inkscape.org/pt/doc/keys092.html>.
- DARMODY, R.G., THORN, C.E., ALLEN, C.E., (2005). Chemical weather and boulder mantles, Kärkevagge, Swedish Lapland. *Geomorphology*, 67:159–170.

- DARWIN, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* 1st ed. Londres: John Murray.
- DE MORTILLET, G. (1900) - *Le Préhistorique*. 3. ed. Paris: C. Reiwald.
- DIAS, B. (1947). *Relatório da campanha de reconhecimento geoarqueológico feito na região de Goba, na área entre os rios Umbeluzi e Changalane, Lourenço Marques*. Manuscrito não publicado.
- DIAS, J. (1987). *Dinâmica sedimentar e evolução recente da Plataforma Continental Portuguesa Setentrional*. Dissertação de Doutoramento em Geologia. Lisboa: Universidade de Lisboa. 471 p.
- DIAS, M. L., MORAIS, J. M., e DUARTE, R.T., (1975). First contribution to the knowledge of the Massingir Stone Age Artefacts. *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*, 10(B), 123-182.
- DIBBLE, H. (1988). “Typological aspects of reduction and intensity of utilization of lithic resources in the French Mousterian.” In: H. Dibble; A. Montet-White (eds.). *Upper Pleistocene Prehistory of Western Eurasia*. Philadelphia: University of Pennsylvania Museum.
- DUARTE, R.T. (1976). “Three iron Age sites in Massingir area, Gaza Province, Moçambique, and their importance in the southern Moçambique Bantu settlement.” In: *Iron Age research in Moçambique: collected preliminary reports. Report 5*, 21 pp.
- EKBLOM, A. (2004). *Changing Landscapes: An Environmental History of Chibuene, Southern Mozambique*. Uppsala: Uppsala University.
- EKBLOM, A., GILLSON, L., e NOTELID, M. (2011). A Historical Ecology of the Limpopo and Kruger National parks and Lower Limpopo Valley. *Journal of Archaeology and Ancient History*. 1-29.
- EKBLOM, A., NOTELID, M., SILLÉN, P. (2015). Archaeological surveys in the lower Limpopo Valley, Limpopo National Park, African and Comparative Archaeology. Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University. *South African Archaeological Bulletin* 70 (202):201–208.

- EZE, P.N., MEADOWS, M.E. (2015). Geochemistry and palaeoclimatic reconstruction of a palaeosol sequence at Langebaanweg, South Africa. *Quaternary International*, 376:75-83.
- FERRO-VÁZQUEZ, C., LANG, C., KAAL, J., STUMP, D. (2017). When is a terrace not a terrace? The importance of understanding landscape evolution in studies of terraced agriculture. *Journal of Environmental Management*, 202(3):500-513.
- FOLK, R. L. e WARD, W. C., (1957). Brazos River bar: a study in the significance of grain parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1):3-26.
- FREITAS, M.C., ANDRADE, C., ROCHA, F., TASSINARI, C., MINHÁ, J.M., CRUCES, A., VIDINHA, J., SILVA, C.M., (2003). Lateglacial and Holocene environmental changes in Portuguese coastal lagoons 1: the sedimentological and geochemical records of the Santo André coastal area. *The Holocene*, 13(3):433–446.
- GASSE F. (2000). Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 19:189–211.
- GIFFORD, J., G. RAPP, Jr. (1985). “History, philosophy and perspectives.” In: *Archaeological Geology*, G. Rapp e J. Gifford (eds.), pp. 1-23. New Haven: Yale University Press.
- GILBERT, A. S., GOLDBERG, P., HOLLIDAY, V. T., MANDEL, R.D., STERNBERG, R.S. (2019). *Encyclopedia of Geoarchaeology*. Springer.
- GLADFELTER, B.G. (1977). Geoarchaeology: the geomorphologist and archaeology: American Antiquity. *Society for American Archaeology*, 42:519-538.
- GLADFELTER, B.G. (1981). Developments and directions in geoarchaeology: Advances in Archaeological Method and Theory. *Society for American Archaeology*, 4:343–364.
- GOLDBERG, P. (1979). Micromorphology of sediments from Hayonim Cave, Israel. *CATENA*, 6: 167–181.
- GOLDBERG, P., (2001). Geoarchaeology. *Geotimes*, 46: 38-39.
- GOLDBERG, P., MILLER, C.E., SCHIEGL, S., LIGOUIS, B., BERNA, F., CONARD, N.J., WADLEY, L., (2009). Bedding, hearths, and site maintenance in the Middle Stone Age of Sibudu Cave, KwaZulu-Natal, South Africa. *Archaeological and Anthropological Sciences*, (1)2:95-122.

- GOLDBERG, P.; MACPHAIL, R. I. (2006). *Practical and Theoretical Geoarchaeology*. Oxford: Blackwell Publishers, 454 pp.
- GONÇALVES, C., RAJA, M. MADIME, O., CASCALHEIRA, J. HAWS, MATOS, D. e BICHO, N. (2016). Mapping the Stone Age of Mozambique. *African Archaeological Review* 33:1–12. <https://doi.org/10.1007/s10437-016-9212-4>.
- GOODWIN, A., LOWE, V. R. C. (1929). "The Stone Age cultures of South Africa." *Annals of the South African Journal of Science*, 27:1-289.
- GRANTHAM, G.H., MARQUES, J., WILSON, M. G. C., MANHIÇA, V., HARTZER, F. J. (2011). "Explanation of the geological map of Mozambique, scale 1:1 000 000." *Ministério dos Recursos Minerais, Direcção Nacional de Geologia*, Maputo. Pp.383.
- GRIMM, E.C., (1987). CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers Geosciences*, (13)1:13-35.
- GRINE, F.E., KLEIN, R.G., VOLMAN, T.P. (1991). Dating, Archaeology, and human fossils from the Middle Stone Age levels of Die Kelders, South Africa. *Journal of Human Evolution*, 21:363-395.
- GRUN, R., BEAUMONT, P. B. e STRINGER, C. B. (1990). ESR dating evidence for early modern humans at Border Cave in South Africa. *Nature*, 344:537-539.
- GUERREIRO, M. V. (1965). Pinturas rupestres de Manica. *Geographica*, 1. Nº 2. Lisboa: Sociedade Geográfica de Lisboa.
- HASSAN, F. A., (1978) – Sediments in Archaeology: Methods and Implications for Paleoenvironmental and Cultural Analysis. *Journal of Field Archaeology*, 5,197-213.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D., (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):9.
- HENSILWOOD, C. S., D'ERRICO, F., MAREAN, C.W., MILO, R.G., YATES, R. (2001). An early bone tool industry from the Middle Stone Age at Blombos Cave, South Africa: implications for the origins of modern human behaviour, symbolism and language. *Journal of Human Evolution*, 41:631-678. doi:10.1006/jhev.2001.0515.
- HIJMANS, R. (s.d.). DIVA-GIS: free, simple & effective. Disponível em: <http://www.diva-gis.org/> - acedido no dia 15/06/2020.

- HILL, C. L. (2007). "Surficial processes and Pleistocene archaeology: context, landscape evolution and climate change." In: Wilson, L., Dickinson, P. & Jeandron, J. (eds). *Reconstructing Human Landscape Interactions*. Cambridge Scholars, *Newcastle*, 6-36.
- HOLMGREN, K., KARLEN, W., SHAW, P. A. (1995). Paleoclimatic significance of the Stable Isotopic Composition and Petrology of a Late Pleistocene Stalagmite. *Quaternary Research*, 43:320-348.
- HURKAMP, K., VOLKEL, J., HEINE, K., BENS, O., LEOPOLD, M., WINKELBAUER, J. (2011). Late Quaternary Environmental Changes From Aeolian and Fluvial Ge archives in the Southwestern Kalahari, South Africa: Implications for Past African Climate Dynamics. *South African Journal of Geology*, 114(3-4):459-474. doi:10.2113/gssajg.114.3-4.459.
- HUTTON, J. (1795). *Theory of the Earth with Proofs and Illustrations*. Creech, Edinburgh, vol. 1
- JACOBS, Z., WINTLE, A.G., ROBERTS, R.G., DULLER, G.A.T. (2008). Equivalent dose distributions from single grains of quartz at Sibudu, South Africa: context, causes and consequences for optical dating of archaeological deposits. *Journal of Archaeological Science* 35 (7):1808-1820.
- JESUS, L. V., ANDRADE, A. C. S. (2013). Parâmetros Granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas-Aracaju-SE Statistical Parameters of Grain Size Distribution of sediments from Artists beach Aracaju-SE 1, 2. *SCIENTIA PLENA*, 9:5.
- JUGGINS, S., (2007). *C2 Version 1.5 User Guide. Software for Ecological and Palaeoecological Data Analysis and Visualisation*. Newcastle University. 73 pp. Disponível na internet (<https://www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins/>).
- KARKANAS, P., DABNEY, M. K. SMITH R. ANGUS K. AND WRIGHT, J.C. (2012). The geoarchaeology of Mycenaean chamber tombs. *Journal of Archaeological Science* 37: 2722-32.
- KLEIN, R. G. (1999). *Human Career: Human Biological and Cultural Origins*. The University of Chicago press: USA.
- KUSIMBA, S.B, (1999). Hunter Gatherer Land Use Patterns In Later Stone Age East Africa. *Journal of Anthropological Archaeology*, 18:165-200.

- LACHELT, S., (2004). *Geology and Mineral Resources of Mozambique*. Direcção Nacional de Geologia, Maputo.
- LAVILLE, H. (1975). *Climatologie et chronologie du Paleolithique en Perigord. Etudes Quaternaires, 4*. Marseille: Universite de Provence.
- LE BARON, J., GRAB, S., KUMAN, K. (2010). Grain-size characteristics of surface sand-sand sandstones: indicators of potential sediment sources for the southern Tuli Basin, South Africa. *South African Geographical Journal*, 92. <https://doi.org/10.1080/03736245.2010.485363>.
- LEE-THORP, J.A., BEAUMONT, P.B. (1995). Vegetation and seasonality shifts during the Late Quaternary deduced from $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios of grazers at Equus Cave, South Africa. *Quaternary Research*, 43:426-432.
- LEGENDRE, P., BIRKS HJB (2012). "Chapter 8: From classical to canonical ordination." In: Birks HJB, Lotter AF, Juggins S, Smol JP (eds). *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 5: Data handling and numerical techniques*. Springer, Dordrecht.
- LEPS, J.E SMILAUER, P. (2003). *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge.
- LEWIS, D. W. E MCCONCHIE, D. (1994). *Practical Sedimentology*, 2ª edição. 123 pp.
- LIESEGANG, G. (1990). Achegas para o estudo das biografias de autores de fontes narrativas e outros documentos da história de Moçambique. *Arquivo*, 8:61-142.
- LOMBARD, M., WADLEY, L., DEACON, J., WURZ, S., PARSONS, I., MOHAPI, M., SWART, J., MITCHELL, P. (2012). South African and Lesotho Stone Age sequence updated. *The South African Archaeological Bulletin*, 67:123-144.
- LOPES, M.E. (1975). The Paleoclimatic Significance of Petrographic Composition of Olifants' river Terraces Coarse Deposits in Massingir. *Memórias do Instituto de Investigação Científica de Moçambique*, 10 (B), pp.101-120.
- LOWE, C. R., (1952). The pleistocene geology and prehistory of Uganda. 11, Prehistory. *Geology Survey. Uganda, Memory*. VI.

- LYELL, C. (1863). *The geological evidence of the antiquity of man, with remarks on theories of the origin of species by variation*. Londres: John Murray, 3ª edição.
- LYELL, C. (1853). *Principles of Geology*. Murray: London, 9ª edição.
- MACAMO, S. (2006). *Privileged Places in South Central Mozambique: The Archaeology of Manyikeni, Niamara, Songo and Degue-Mufa*. Uppsala: Uppsala University.
- MACAMO, S. E EKBLÖM, A. (2005). “Projectos SAREC e a participação das comunidades locais na pesquisa arqueológica: o caso do distrito de Vilankulo.” In: Zimba, B., Castiano, J.P (eds). *Ciências Sociais na Luta Contra a Pobreza em Moçambique*, pp. 125-138. Maputo: OSREA
- MACPHAIL, R.I., GOLDBERG, P. (2000). “Geoarchaeological investigations of sediments from Gorham’s and Vanguard Caves, Gibraltar: microstratigraphical (soil micromorphological and chemical) signatures.” In: *Neanderthals on the Edge* (Eds C.B. Stringer, R.N.E. Barton and C. Finlayson), pp. 183-200. Oxford: Oxbow.
- MADIQUIDA, H. (2007). *The Iron-Using Communities of the Cape Delgado Coast from AD 1000:1-130*. Uppsala, Department of Archaeology and Ancient History. *Studies in Global Archaeology 4*.
- MADIQUIDA, H. (2016). *Archaeological and Historical Reconstructions of the Foraging and Farming Communities of the Lower Zambezi: From the mid Holocene to the Second Millennium AD*. Uppsala: Uppsala University.
- MAREAN, C.W., BAR-MATTHEWS, M., FISHER, E., GOLDBERG, P., HERRIES, A., KARKANAS, P., NILSSEN, P. J., THOMPSON, E (2010). The stratigraphy of the Middle Stone Age sediments at Pinnacle Point Cave 13B (Mossel Bay, Western Cape Province, South Africa). *Journal of Human Evolution*, 59:234-255. doi:10.1016/j.jhevol.2010.07.007.
- MAREAN, C.W., NILSSEN, P.J., BROWN, K., JERARDINO, A., STYNDER, D., (2004). Paleoanthropological investigations of Middle Stone Age sites at Pinnacle Point, Mossel Bay (South Africa): Archaeology and hominid remains from the 2000 field season. *Journal of Paleanthropology*, 1:14-83.

- MARTINEZ, J.C.S. (1975). *Algumas notas para o estudo das populações do litoral da África Sul-Oriental à chegada dos Portugueses*. Universidade de Lourenço Marques, Curso de Historia, Lourenço Marques, mimeographed.
- MASSELINK, G., HUGHES, M.G., (2003). *Introduction to coastal processes and geomorphology*. Arnold, London.
- MAYR, E., (1982). *The Growth of Biological Thought*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- MCBREARTY, S., BROOKS, A. (2000). "The revolution that wasn't: a new interpretation of the Origin of Modern human Behavior." *Journal of Human Evolution* (39):453-563. <http://dx.doi.org/10.1006/jhev.2000.0435>.
- MELLUSO, L., CUCCINIELLO, C., PETRONE, C.M., LUSTRINO, M., MORRA, V., TIEPOLO, M., VASCONCELOS, L., (2008). Petrology of Karoo volcanic rocks in the southern Lebombo monocline, Mozambique. *Journal of African Earth Sciences*, 52:139-151.
- MENESES, M P G. (2004). *O Acheulense no sul de Moçambique: Novas abordagens metodológicas*. Maputo: Promédia.
- MENESES, M. P. G. (1992a). O Mapa Arqueológico de Moçambique (Idade da Pedra) In: Albuquerque, L. Ramos, M. Rodrigues, M. C. (Coord). *Estudos do Quaternário, Pré-história e Arqueologia*. Leba. 7: 221-234.
- MENESES, M. P. G. (1992b). *The Massingir Dam Site: Report on the archaeological survey performed from 12 to 21 of July*. (Relatório não Publicado)
- MENESES, M.P.G. (1988). Idade da Pedra em Moçambique. In: *Trabalhos de Arqueologia e Antropologia* N°5, Departamento de Arqueologia e Antropologia, Maputo, pp.3-55.
- MENESES, M.P.G. (1996). "Some aspects regarding the Acheulean in southern Mozambique. In: Pwiti, G., Soper, R. (eds)." *Aspects of African Archaeology: Papers from the Tenth Congress of the Pan-African Association for Prehistory and Related Studies*, 129–138. Harare: University of Zimbabwe.
- MENESES, M.P.G. (1999). *New Methodological Approaches to the Study of the Acheulean from Southern Mozambique*. Brunswick: Rutgers University.

- MERCADER, J. BENNET, T., RAJA, M. (2008). Middle Stone Age starch acquisition in the Niassa Rift, Mozambique. *Quaternary Research*, 70:283-300.
- MERCADER, J., ASMEROM, Y., BENNETT, T., RAJA, M., SKINNER, A. (2009). Initial excavation and dating of Ngalue cave: A Middle Stone Age site along the Niassa Rift, Mozambique. *Journal of Human Evolution*, 57(1):63-74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhevol.2009.03.005>.
- MERCADER, J., BENNETT, T., ESSELMONT, C., SIMPSON, S., WALDE, D. (2013). Phytoliths from Middle Stone Age habitats in the Mozambican Rift (105 and 29 ka). *Journal of Human Evolution*, 64(5):328-336. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhevol.2012.10.013>.
- MICHEL, P., WENGLER, L. (1993). Le site paléontologique et archéologique de Doukkala II (Maroc, Pléistocène moyen et supérieur): premier jalon en Afrique du Nord d'un comportement humain assimilable à un charognage contrôlé et actif. *C. R. Academy Science Paris, Serie II*, 317:557-562.
- MILLER, G. H., BEAUMONT, P. B., DEACON, H. J., BROOKS, A. S., HARE, P. E. e JULL, A. J. T. (1999). Earliest modern humans in southern Africa dated by isoleucine epimerization in ostrich eggshell. *Quaternary Science Review*, 18:1537-1548.
- MILLER, J.M., WILLOUGHBY, P. (2014). Radiometrically dated ostrich eggshell beads from the Middle and Later Stone Age of Magubike Rockshelter, southern Tanzania. *Journal of Human Evolution* 74: 118–22. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2013.12.011>
- MINISTÉRIO DE ADMINISTRAÇÃO ESTATAL (MAE) (2005). *Perfil do Distrito de Massingir, Província de Gaza*.
- MISKOVSKY, J. C. (1974). Le Quaternaire du Midi Méditerranéen; Stratigraphie et Paléocologie. Et. *Quaternaire Mémoire*, 3:1-331.
- MITCHELL, P. (2002). *The archaeology of southern Africa*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MORAIS, J. (1984). Mozambican archaeology: past and present. *African Archaeological Review*, 2(1):113-128.
- MORAIS, J. M. (1988). *The Early Farming Communities of Southern Mozambique*. Stockholm: Central Board of National Antiquities.

- MUCHANGOS, A. dos. (1999). *Moçambique, Paisagens e Regiões Naturais*. (Cópia do Autor).
- MUIANGA, D. (2013). *Rock Art and Ancient Material Culture of Cahora Bassa Dam, Tete Province, Mozambique*. MA Thesis. Witwatersrand: University of the Witwatersrand
- NESBITT, H.W., YOUNG, G.M. (1982). Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature*, 299:715-717.
- NESBITT, H.W., YOUNG, G.M. (1984). Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic considerations. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48:1523-1534.
- NETTERBERG, F (1980). Geology of southern African calcretes, 1. Terminology, description and classification. *Transactions of the Geological Society of South Africa*, 83(2):255-283.
- O'CONNOR, T. P. (1998) - Environmental Archaeology: a matter of definition. *Environmental Archaeology*, 2:1-6.
- OLIVEIRA, O.R. (1964). Pinturas rupestres do monte Chinhamapere, contraforte da Serra Vumba, em Vila de Manica (Moçambique). *Associação dos Arqueólogos Portugueses*.
- ORTON, J., (2008). Later Stone Age ostrich eggshell bead manufacture in the Northern Cape, South Africa. *Journal of Archaeological Science*, 35:1765-1775.
- PEARSON, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophy Mag., Ser. 6*(2):559-572.
- PORAT, N., CHAZAN, M., GRÜN, R., AUBERT, M., EISENMANN, V., HORWITZ, L.K., (2010). New radiometric ages for the Fauresmith industry from Kathu Pan, southern Africa: Implications for the Earlier to Middle Stone Age transition. *Journal of Archaeological Science*, 37:269-283, doi:10.1016/j.jas.2009.09.038.
- PUECHA, E., URREGOIA, D. H., GOÑIA, M.F.S., BACKWELLE, L., D'ERRICOCE, F. (2017). Vegetation and environmental changes at the Middle Stone Age site of Wonderkrater, Limpopo, South Africa. *Quaternary Research*, 1-14. doi:10.1017/qua.2017.42.

- RADIOCARBON DATING LABORATORY, UNIVERSITY OF WAIKATO (2017). AMS Processing - Technical Report. Disponível em https://radiocarbon-dating.com/_data/assets/pdf_file/0010/387712/Waikato-Radiocarbon-Dating-Laboratory-AMS-Processing-Technical-Report-2017.pdf acessado em 28/07/2020.
- RAPP, Jr. G.R., HILL, C.L., (1998). *Geoarchaeology: The Earth-Science Approach to Archaeological Interpretation*. Yale University Press, New Haven.
- RAPP, JR., G. R., HILL, C.L. (2006). *Geoarchaeology: the Earth Science approach to archaeological interpretation*, 2nd edition. New Haven: Yale University Press.
- RENFREW, C. (1976). "Archaeology and the Earth Sciences." In: DAVIDSON, D.A., SHACKLEY, M.L, ed., *Geoarchaeology: Earth Science and the Past*. Colorado: Westview Press, pp. 1-5.
- ROBBINS, L.H.; MURPHY, M.L., BROOK, G., IVESTER, A. (2000). Archaeology, Palaeoenvironment, and Chronology of the Tsodilo Hills White Paintings Rock Shelter, Northwest Kalahari Desert, Botswana. *Journal of Archaeological Science* 27(11):1085-1113. DOI: 10.1006/jasc.2000.0597.
- RODRIGUES, M.C. (2007). Artefactos líticos das "estações" dos terraços fluviais da margem sul do rio Zambeze – província de Tete, Moçambique: Uma primeira abordagem. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 10 (1):401-482.
- SANTOS JÚNIOR, J. R. (1940). "Pré-História de Moçambique." In: *Congresso do Mundo Português IX*. Lisboa: Instituto de Antropologia da Universidade do Porto.
- SAWYER, E.W., (1986). The influence of source rock type, chemical weathering and sorting on the geochemistry of clastic sediments from the Quetico metasedimentary belt, Superior Province, Canada. *Chemical Geology*, 55:77-95.
- SCHIFFER, M. (1983). Toward the identification of formation processes. *American Antiquity*, 48:675-706.
- SCHIFFER, M. 9. (1972). Archaeological context and systemic context, *American Antiquity*, (37):156165.
- SCHIFFER, M. 9. (1976). *Behavioral Archeology*. New York: Academic Press.

- SCHIFFER, M. B. (1987). *Formation Processes of the Archaeological Record*. Albuquerque: University of New Mexico Press,
- SCHOLZ, Hans (1971). Calcretes and their formation a survey based on observations in South-West-Africa. *Pedologie XXI*, 2:170-180
- SHAW, P.A., THOMAS, D.S.G. (1996). The Quaternary palaeoenvironmental history of the Kalahari, southern Africa. *Journal of Arid Environments*, 32: 9-22.
- SHELDON, N.D., TABOR, N.J., (2009). Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. *Earth-Science Reviews*, 95:1-52.
- SIART, C., FORBRIGER, M., BUBENZER, O. (2018). *Digital Geoarchaeology: Bridging the Gap between Archaeology, Geosciences and Computer Sciences*. Institute of Geography, Physical Geography, Heidelberg University. Digital Geoarchaeology, Natural Science in Archaeology. DOI 10.1007/978-3-319-25316-9_1.
- SIMÕES, M. (1951). A Pré-história de Moçambique. *Boletim da Sociedade de Estudos da Colónia de Moçambique*, 68:115-152.
- SINCLAIR, P.J.J, MORAIS, J. M. F., ADAMOWICZ, L., DUARTE, T. (1993). Perspective on archaeological research in Mozambique. In: Shaw, T., Sinclair, P., Andah, B. and Okpoko, A. (eds), *The Archaeology of Africa: Food, Metals and Towns*, 409-431. London: Routledge
- SINGH, A.K., PATTANAIK, J.K., GAGAN, M.K.J. (2017). Late Quaternary evolution of Tista River terraces in Darjeeling-Sikkim-Tibet wedge: Implications to climate and tectonics. *Quaternary International*, 443:132–142.
- SMYKATZ-KLOSS, W., ROY, P.D. (2010). Evaporite mineralogy and major element geochemistry as tools for palaeoclimatic investigations in arid regions: A synthesis. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62(3):379-390.
- SOKOLOFF, V.P., CARTER, G. F. (1952). Time and trace metals in Archaeological sites. *Science*, 116:1-5.
- STEIN, J. K. (2001). “A Review of Site Formation Processes and Their Relevance to Geoarchaeology.” In: GOLDBERG, P., HOLLIDAY, V.T., FERRING, C.R., ed. *Earth Sciences and Archaeology*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, pp.37-51.

- STEIN, J., FARRAND, W. (2001). *Sediments in Archaeological Context*. Salt Lake City: The University of Utah Press.
- STUIVER, M., REIMER, P.J., REIMER, R.W. (2020). CALIB. Disponível em <http://calib.org>
- TIXIER, J. (1974). *Glossary for the description of stone*. Washington State University.
- TIXIER, J., (1974). Glossary for description of stone tools, with special reference to the Epipalaeolithic of the Maghreb. Translated by M.H. Newcomer. *Newsletter of lithic technology*. Special Publication.
- TOTH, N., SCHICK, K. (2007). *Overview of Paleolithic Archaeology*. New York: Springer.
- VALLADAS, H., WADLEY L, MERCIER N, TRIBOLO C, REYSS J.L, JORON J.L (2005). Thermo luminescence dating on burnt lithic from Middle Stone Age layers at Rose Cottage Cave. *South Africa Journal Science*, 101:169-174.
- WADLEY, L. (2014). South African middle and later stone age research: A retrospective. *South African Archaeological Bulletin*, 69, 208.
- WARREN, M.W., FALSETTI, A.B., KRAVCHENKO, I.I., DUNNAM, F.E., VAN RINSVELT, H.A., MAPLES, W.R. (2002). Elemental analysis of bone: proton-induced X-ray emission testing in forensic cases. *Forensic Science International*, 125:37-41.
- WATERS, M.R. (1992). *Principles of Geoarchaeology: a North American perspective*. Arizona: The University of Arizona Press.
- WATSON, A., WILLIAMS, P.D., GOUDIA, A.S. (1984). The Palaeoenvironmental interpretation of colluvial sediments and palaeosols of the Late Pleistocene Hypothermal in Southern Africa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 45:225-249.
- WELLS, L. H. (1943). Relatório sobre objectos encontrados em restos de cozinha, perto da foz do Limpopo, Moçambique. *Documentário Trimestral* (Lourenço Marques), 36:13-23.
- WENTWORTH, C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments: *Journal of Geology*, 30:377–392.
- WIKIWAND (s.d.). Geografia de Mozambique. Disponível em: https://www.wikiwand.com/es/Geograf%C3%ADa_de_Mozambique#/overview (10/10/2019).

- WILL, M. (2016). *Lithic technology and behavioral variability during the Middle Stone Age of southern Africa: Implications for the evolution and dispersal of early modern humans*. Tübingen University.
- WOODWARD, J.C., GOLDBERG, P., (2001). The sedimentary records in Mediterranean rockshelters and caves: archives of environmental change. *Geoarchaeology*, 16 (4):327-354.
- ZIEGLER, M., SIMON, M. H., HALL, I. R., BARKER, S. STRINGER, C., ZAHN, R. (2013). Development of Middle Stone Age innovation linked to rapid climate change. *Nature Communications*, 4:1905. Doi:10.1038 /ncomms2897.
- ZIELHOFER, C., ESPEJO, J., GRANADOS, M., FAUST, D. (2009). Duration of soils formation and soil development indices in a holocene Mediterranean floodplain. *Quaternary International*, 209:44-65.

9. APÊNDICES

Apêndice 1: . Fichas de campo

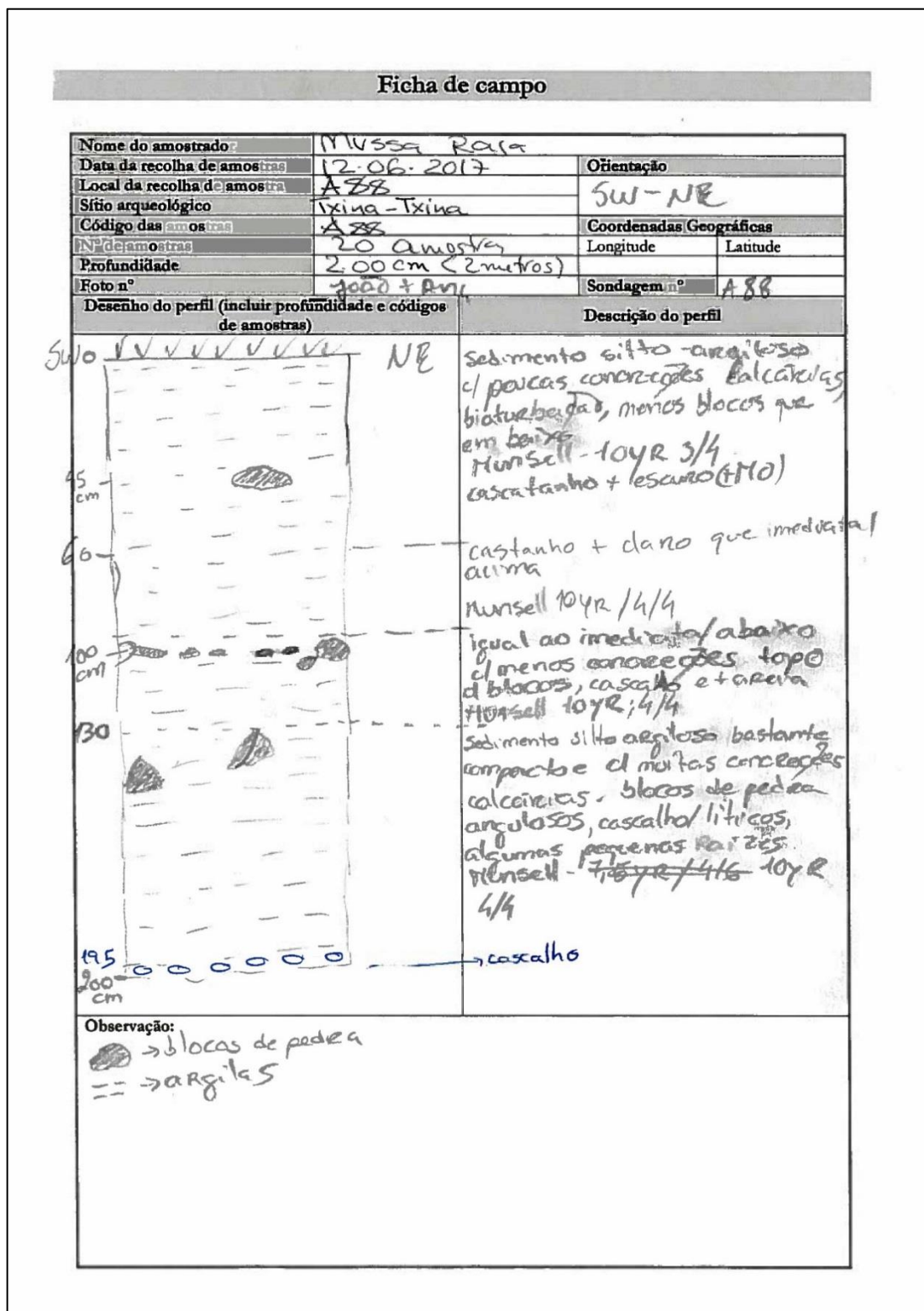


FIGURA 1.1. Ficha de campo da sondagem AA88.

Ficha de campo

Nome do amostrador	Mussa Reis	
Data da recolha de amostras	11.06.2017	
Local da recolha de amostra	X108	Orientação NW-SE
Sítio arqueológico	Trina - Trina	
Código das amostras	X108 -	Coordenadas Geográficas
Nº de amostras	11 amostras	Longitude
Profundidade	110 cm	Latitude
Foto nº		Sondagem nº
Desenho do perfil (incluir profundidade e códigos de amostras)		Descrição do perfil
		<p>0-40 cm Sedimento silto-argiloso com bastante material orgânico (cor castanho-avermelhado), calcários/líticos misturados em pequena quantidade, com bioturbação (raízes e outros).</p> <p>5YR 3/2</p> <p>40-100 cm - Sedimento silto-argiloso com tom castanho mais claro, concretos calcários esbrançoados, calcários/líticos em maior quantidade na camada imediatamente acima, menor bioturbação, mas ainda estão presentes alguns raízes.</p> <p>7.5YR 4/3</p> <p>100-110 cm - Blocos de rochas (níctis) angulosos</p>
<p>Observação: Corte amostrado é sim o de topo</p>		

FIGURA 1.2. Ficha de campo da sondagem X108.

Ficha de campo

Nome do amostrador	Mussa Raja	
Data da recolha de amostras	7/6/2017	
Local da recolha de amostra	P70	Orientação
Sítio arqueológico	Txina - Txina	corte este (antes de frente para rio)
Código das amostras	P70 - ...	Coordenadas Geográficas
Nº de amostras	13 amostras	Longitude
Profundidade	130 cm	Latitude
Foto nº	Máquina An 4 (H→)	Sondagem nº
	P70	
Desenho do perfil (incluir profundidade e códigos de amostras)	Descrição do perfil	
	<p>5</p> <p>0 - 55 cm - sedimento siltoso argiloso tom castanho escuro - avermelhado el sinars de bio turbação (erizes, Formigas...), alguns outros cascalho/lítico arredondado Hunsell - 7,5YR/3/3</p> <p>55 - 120 - tom + claro que em cima (-110), sedimento igual aparentel sem líticos ou cascalho. alguns grãos de areia grossa. Menos bio turbação. Hunsell - 7,5YR; 3/4</p> <p>120 - 130 cm - sedimento = ao imedia / acima el cascalho líticos el 2 a 5 cm Ø. Hunsell 7,5YR; 3/4</p>	
Observação:		

FIGURA 1.3. Ficha de campo da sondagem P70.

Ficha de campo

Nome do amostrador	Mussa Raja	
Data da recolha de amostras	07.06.2017	Orientação
Local da recolha de amostra	Junto a Libeira Mach.	NW - SE
Sítio arqueológico	Xina - Xina	
Código das amostras	TT2-a	Coordenadas Geográficas
Nº de amostras		Longitude
Profundidade	50cm	Latitude
Foto nº	01 - 05cm	Sondagem nº
Desenho do perfil (incluir profundidade e códigos de amostras)	Descrição do perfil	
	<p>40 - 50cm - sedimento fino-argiloso c/ algum cascalho ($\phi < 5\text{cm}$) tom cascaho escuro (= Presença de MO). Munsell 7,5YR; 3/3</p> <p>0 - 40cm - cascalho ($\phi 5-10\text{cm}$) parece ter alguma s/ orientação aparente, envolto em silte e argilas castanho escuro (c/ MO). Munsell 7,5YR; 3/3</p> <p>Amostras recolhidas aos 50cm e aos 20cm.</p> <p>Munsell Molhado 50cm : 7,5YR-3/2</p> <p>Munsell Molhado 20cm : 7,5YR-3/2</p>	
Observação:	<p>Início da 170cm da TT2-b, regista-se um colúrio nos acentuado</p>	

Figura 1.4. Ficha de campo da sondagem TT2-a.

Ficha de campo

Nome do amostrado: Mussa Raja		Orientação	
Data da recolha de amostras: 05.06.2017		Local da recolha de amostra: Ribeira junto à Machapuz	
Sítio arqueológico: Txina-Txina		Coordenadas Geográficas	
Código das amostras: TT2		Nº de amostras: 17 amostras	
Profundidade: 170cm		Longitude	Latitude
Foto nº: 01-03 Ana		Sondagem nº: _____	
Desenho do perfil (incluir profundidade e códigos de amostras)		Descrição do perfil	
	<p>SE</p> <p>+ escuro</p> <p>+ claro</p>	<p>Cascalhos todos arredondados material apico/ósio vegetal silto-argilos, muito material orgânico,</p> <p>Sedimentos silto-arenoso de tipo Cantalho (com mais matérias orgânicas) com <u>congressos calcários</u></p> <p>Munsell 7.5 YR 4/3</p> <p>Silto/arenoso, com raízes</p> <p>Munsell 7.5 YR 6/4 5/4</p> <p>Argila bastante compactado</p> <p>Munsell 7.5 YR 5/6</p> <p>Munsell - 7.5 YR 5/4</p> <p>Cascalho com matriz silto-arenosa muito compactado</p>	<p>170</p> <p>140</p> <p>100</p> <p>55</p> <p>20</p> <p>cm</p> <p>Sedimentos progressivamente claros ↑</p> <p>3/3</p>
Observação:			

Figura 1.5. Ficha de campo da sondagem TT2-b.

Ficha de campo

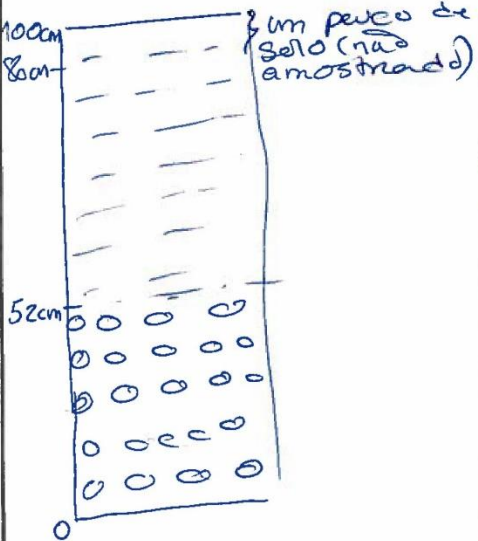
Nome do amostrador		Mussa Reis	
Data da recolha de amostras		7/6/2017	
Local da recolha de amostra		Ribeira de Mançapane	
Sítio arqueológico		Txina-Txina	
Código das amostras		TT2C	
Nº de amostras		2	
Profundidade		1m	
Foto nº		6 e 7	
		Orientação	
		NW-SE	
		Coordenadas Geográficas	
		Longitude	
		Latitude	
		Sondagem nº	
		—	
Desenho do perfil (incluir profundidade e códigos de amostras)		Descrição do perfil	
		<p>80cm - 52 - Sedimento silte arenoso mto compactado cl tom claro (azeme) 10YR 6/4</p> <p>52 - 0cm — cascalho cl e alguma orientação no sentido das escarpas das 2 ribeiras. o cascalho varia entre 1cm a 30 cm maior taxa / arredondado. matriz silte-arenosa, clara e compactada dg.</p> <p>10 YR; 6/4</p> <p>Amostras aos 30cm e 62cm</p> <p>Mussel Molhado 62cm - 10YR-4/4</p> <p>Mussel Molhado 30cm - 10YR-4/4</p>	
Observação:			
continuação do perfil TT2 para baixo			

Figura 1.6. Ficha de campo da sondagem TT2-c.

Apêndice 2. Dados das granulometrias

Tabela 2.1. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem AA88 (peso de amostra por fração em gramas) (Cota: 0-100 cm)

Amostra	AA88-0	AA88-10	AA88-20	AA88-30	AA88-40	AA88-50	AA88-60	AA88-70	AA88-80	AA88-90	AA88-100
Cota (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frações (mm)											
>31,5											
22,4											
16											
11,2											
8											
5,6				0,355							
4	0,338								1,239	1,006	5,048
2,8	0,324	0,311	0,146		0,276		0,617	0,294	0,749	0,896	1,07
2	0,575	0,486	0,243	0,592	0,521	0,56	1,295	0,508	1,245	1,03	2,016
1,4	1,019	1,174	0,833	0,882	1,031	0,998	1,3	1,289	1,72	2,048	3,943
1	1,959	1,618	1,384	1,62	1,461	1,568	2,088	1,882	2,22	2,58	4,205
0,71	3,464	2,891	2,499	2,694	2,669	2,623	3,367	3,274	3,083	3,218	4,73
0,5	6,433	5,3	4,46	4,783	4,688	4,765	5,666	5,512	5,54	5,476	7,3
0,355	8,657	7,394	6,117	6,312	6,368	6,365	7,148	6,79	6,362	6,363	7,388
0,25	11,871	10,38	8,443	8,313	8,26	8,181	9,103	8,986	9,049	8,795	9,425
0,18	16,337	14,775	11,344	10,885	10,755	10,472	11,716	11,777	9,522	9,348	9,706
0,125	17,611	16,885	12,278	11,446	11,598	11,118	12,581	13,002	14,829	14,513	14,841
0,09	12,047	12,025	8,897	8,526	8,542	8,462	9,349	9,912	9,394	9,655	10,223
0,063	9,068	0,911	6,765	6,443	6,529	6,398	7,401	8,028	7,384	8,074	8,701
<0,063	39,975	35,892	35,704	35,229	42,442	122,359	49,494	51,819	46,974	57,956	56,584

Tabela 2.2. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem AA88 (peso de amostra por fração em gramas). (Cota: 110-200 cm)

Amostra	AA88-110	AA88-120	AA88-130	AA88-140	AA88-150	AA88-160	AA88-170	AA88-180	AA88-190	AA88-200
Cota (cm)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
Frações (mm)										
>31,5										
22,4		13,441								
16	13,596									
11,2	2,382	8,644						9,76		
8		1,72					4,276	3,123		16,37
5,6	1,613	2,53			8,188	2,074	0,791	1,858	7,76	6,796
4	2,323	2,379	1,083	1,333	3,827	4,867	1,474	2,803	2,288	5,196
2,8	2,351	1,503	2,444	3,2	3,924	4,078	2,32	1,54	2,155	3,713
2	1,978	1,829	3,59	3,482	4,334	3,907	2,959	2,391	2,038	3,359
1,4	2,255	2,554	4,203	3,666	4,215	3,601	2,687	2,422	2,19	2,911
1	1,958	2,409	3,556	2,95	2,884	2,595	2,198	1,909	1,852	1,936
0,71	2,555	2,54	3,681	3,052	2,556	2,601	1,944	2,185	1,797	1,911
0,5	3,705	3,713	5,7	4,362	3,895	4,03	3,149	3,877	2,846	3,192
0,355	3,779	3,885	5,844	4,807	4,156	4,819	3,744	4,747	3,458	3,986
0,25	4,689	5,094	7,633	6,287	5,41	6,801	4,975	6,747	4,918	5,173
0,18	4,808	5,241	7,933	6,268	5,181	7,058	5,075	6,783	5,034	5,051
0,125	7,59	8,2	13,163	10,218	8,655	11,896	8,422	7,042	7,981	8,227
0,09	5,18	6,122	10,38	7,883	6,776	9,865	6,829	11,548	6,371	7,551
0,063	4,7	5,848	7,093	7,84	6,759	8,494	7,103	9,122	6,639	6,449
<0,063	47,252	68,559	52,645	60,449	79,204	54,939	11,817	57,908	21,338	46,628

Tabela 2.3. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem X108 (peso de amostra por fração em gramas).

Amostras	X108-0	X108-10	X108-20	X108-30	X108-40	X108-50	X108-60	X108-70	X108-80	X108-90	X108-100
Cota (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Frações (mm)											
>31,5											
22,4							24,132	21,446			
16								13,265			
11,2							11,116	27,049			
8							5,769	9,821			
5,6							6,359	6,216			
4	0,288	0,404	1,462	0,238	0,913	3,351	4,465	5,807	23,801	22,722	34,601
2,8	2,8	0,081	0,606	0,416	0,705	1,442	5,272	5,05	6,431	5,363	8,223
2	2	0,453	0,826	0,673	0,891	1,162	2,987	3,775	4,475	2,999	5,175
1,4	1,183	0,995	1,062	0,996	1,691	1,668	2,888	2,797	4,448	3,041	4,318
1	1,588	1,672	1,402	1,601	2,157	1,668	1,938	1,615	3,028	2,059	2,923
0,71	2,405	3,034	2,383	2,653	3,839	2,581	2,394	1,672	3,663	2,986	3,333
0,5	4,034	5,378	4,174	4,779	6,956	4,437	4,207	2,872	5,662	4,719	5,068
0,355	5,114	6,999	5,39	5,956	8,923	5,341	5,015	3,453	6,326	5,417	5,96
0,25	6,687	8,966	7,213	9,597	10,8	6,498	5,928	4,011	6,705	5,894	6,551
0,18	9,209	11,738	9,566	9,708	13,928	7,662	6,768	4,525	7,37	6,352	7,293
0,125	11,395	13,305	10,737	10,978	16,387	9,095	7,54	5,043	7,952	7,2	7,994
0,09	9,613	10,836	8,81	8,86	13,587	7,596	6,406	4,183	7,008	6,588	7,442
0,063	8,286	8,341	7,293	7,415	10,002	5,796	5,899	4,018	6,535	5,362	6,291
<0,063	39,46	56,392	50,684	64,026	87,372	68,244	54,863	39,144	78,217	54,686	71,104

Tabela 2.4. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem P70 (peso de amostra por fração em gramas).

Amostra	P70-0	P70-10	P70-20	P70-30	P70-40	P70-50	P70-60	P70-70	P70-80	P70-90	P70-100	P70-110	P70-120	P70-130
Cota (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Frações (mm)	>31,5													
	22,4													121,64
	16							6,645						44,409
	11,2						1,674					3,055	4,654	53,077
	8							0,651					3,158	8,412
	5,6	0,509				1,978		0,844						12,13
	4	0,261	0,9	0,23	0,409	1,412	3,884	0,34	0,522	1,484	0,226	1,467	3,908	7,009
	2,8	0,808	0,344	0,668	0,381	2,269	1,556	0,9	0,564	0,286	0,671	1,822	1,539	6,875
	2	1,475	1,131	0,946	0,747	3,66	1,855	1,051	0,683	0,507	0,746	2,578	1,266	3,387
	1,4	2,614	2,332	2,296	2,305	4,851	2,65	1,954	1,551	1,132	1,667	2,706	2,386	2,335
	1	3,431	2,89	3,007	3,014	5,014	3,375	2,987	2,292	1,827	2,154	2,88	2,304	1,074
	0,71	5,322	4,491	4,72	4,546	6,006	5,148	4,278	3,594	3,008	3,154	3,617	2,691	0,821
	0,5	9,199	6,815	7,38	7,201	7,86	8,015	6,783	5,923	5,218	4,981	5,296	3,852	1,204
	0,355	12,307	8,344	8,75	8,76	8,786	9,512	8,144	7,806	7,311	6,558	6,826	5,178	1,477
	0,25	16,727	10,316	11,16	10,453	9,209	11,069	10,439	10,261	10,322	8,842	9,322	7,161	2,042
	0,18	19,841	12,396	12,891	12,185	9,589	12,915	11,916	13,211	13,29	10,878	11,637	9,374	2,537
	0,125	19,298	11,452	12,275	11,505	8,152	12,402	11,346	12,824	13,267	10,55	11,767	9,196	2,565
	0,09	12,714	7,649	7,805	7,656	5,234	7,647	7,721	8,96	9,028	7,158	7,808	6,411	1,766
	0,063	9,341	5,668	5,212	5,315	4,003	4,921	5,908	6,626	6,96	5,458	4,809	4,836	1,327
	<0,063	46,112	33,614	35,551	35,212	25,648	64,193	43,533	58,632	44,501	35,856	39,006	33,167	10,711

Tabela 2.5. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem TT2 (peso de amostra por fração em gramas). (Cota: 0-90 cm)

Amostra		TT2a-50	TT2a-20	TT2-170	TT2-160	TT2-150	TT2-140	TT2-130
Cota (cm)		0	30	50	60	70	80	90
Frações	>31,5		225,034			163,23		
	22,4	48,439	110,313	34,095	26,528	64,712	65,4	
	16	8,302	19,257	50,821		20,181	68,977	6,328
	11,2	1,49	7,852	10,252	3,249		10,21	5,174
	8		3,948		2,725	0,916	5,511	1,853
	5,6		1,347	2,363	1,772	6,085	5,226	3,866
	4	0,901	0,475	1,19	1,971	2,719	5,409	10,399
	2,8	0,84	0,535	0,905	1,688	1,888	3,581	7,185
	2	0,732	0,419	0,728	1,761	1,64	2,005	5,65
	1,4	0,854	0,65	1,028	1,328	0,98	1,303	3,584
	1	1,157	0,821	0,978	1,33	0,755	0,809	2,423
	0,71	2,153	1,325	1,228	1,761	0,918	0,878	2,615
	0,5	5,06	2,316	2,265	3,77	1,784	1,55	4,088
	0,355	8,266	2,915	3,27	5,395	2,386	1,993	5,187
	0,25	12,866	3,331	5,429	8,508	3,574	2,839	6,728
	0,18	15,46	3,432	5,368	7,926	3,434	2,656	6,266
	0,125	14,137	2,796	7,024	10,22	4,553	3,492	7,786
	0,09	8,849	1,814	4,378	6,393	2,924	2,155	5,282
	0,063	6,734	1,414	3,561	5,641	2,585	2,235	4,587
	<0,063	85,261	86,083	88,736	85,163	79,231	65,689	88,531

Tabela 2.6. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem TT2 (peso de amostra por fração em gramas). (Cota: 100-170 cm)

Amostra		TT2-120	TT2-110	TT2-100	TT2-90	TT2-80	TT2-70	TT2-60	TT2-50
Cota (cm)		100	110	120	130	140	150	160	170
Frações	>31,5								
(mm)	22,4						35,683		
	16				22,357				
	11,2				9,928				
	8		7,78	19,418	16,72				
	5,6	3,281	6,868	5,076	5,203		0,222		
	4	8,571	13,491	9,076	4,653	0,411	0,220		0,813
	2,8	7,565	7,392	5,94	2,868	0,836	0,272	0,136	0,677
	2	6,033	4,918	3,991	2,2	1,215	0,462	0,560	1,581
	1,4	3,885	3,303	3,129	1,987	1,813	0,802	1,185	2,372
	1	2,645	2,115	2,369	2,101	2,402	1,334	2,086	3,864
	0,71	2,403	1,949	2,429	2,58	4,325	2,401	3,882	6,534
	0,5	3,817	3,299	4,064	4,506	9,043	5,288	9,059	13,770
	0,355	4,746	3,977	4,829	5,178	11,979	7,331	11,760	15,459
	0,25	6,498	5,253	6,2	6,31	15,196	9,394	13,251	16,354
	0,18	6,074	4,683	5,506	5,3	12,246	7,741	9,972	11,863
	0,125	7,993	6,181	7,218	6,758	14,104	9,211	10,723	13,282
	0,09	5,145	4,044	5,332	4,731	8,785	5,577	5,946	7,86
	0,063	5,058	3,988	3,763	3,836	8,179	5,055	4,897	5,408
	<0,063	87,133	87,339	85,024	87,459	83,2327	97,654	95,8823	95,0707

Tabela 2.7. Dados usados na análise granulométrica das amostras da sondagem TT2 (peso de amostra por fração em grammas). (Cota: 180-258 cm)

Amostra		TT2-40	TT2-30	TT2-20	TT2-10	TT2-0	TT2a-62	TT2c-30
Cota (cm)		180	190	200	210	220	258	290
Frações (mm)	>31,5							887,400
	22,4					95,468		68,589
	16		8,122			50,429		31,260
	11,2	5,674		5,415	1,731	2,301	2,580	11,030
	8			0,531	3,249	11,602	3,318	22,296
	5,6	1,777		0,784	1,702	6,389		11,104
	4	0,779		1,510	3,292	5,841	0,603	10,468
	2,8	0,987	0,418	1,309	1,644	4,641	1,592	9,669
	2	1,233	0,726	1,877	1,827	4,382	2,765	10,853
	1,4	2,238	1,621	2,693	2,947	4,364	4,888	17,863
	1	3,691	3,099	3,355	4,492	3,675	7,471	23,154
	0,71	6,101	5,160	5,202	6,831	4,443	11,174	34,430
	0,5	12,189	10,261	9,453	12,038	6,329	19,192	46,313
	0,355	13,746	11,192	9,627	11,294	5,874	16,696	36,255
	0,25	14,466	11,085	9,228	10,150	5,289	14,611	24,486
0,18	10,151	7,078	5,872	6,024	3,689	9,249	18,060	
0,125	11,078	6,950	5,903	5,741	3,996	9,218	11,791	
0,09	6,57	4,11	3,244	3,035	2,236	5,304	7,610	
0,063	5,38	3,407	2,839	2,373	2,004	4,356	5,570	
<0,063	110,2956	102,8463	104,4727	80,7944	86,82	101,1099	391,699	

Apêndice 3. Dados geoquímicos

Tabela 3.1. Dados geoquímicos (Elementos químicos) em % – sondagem AA88

Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total	Ba	Sr	Y	Sc	Zr	Be	V
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detection Limit	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01		0,01	2	2	1	1	2	1	5
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP
AA88-0	71,53	9,53	6,02	0,162	0,4	0,81	1,12	3,12	0,996	0,13	5,26	99,07	0,0999	0,0122	0,0063	0,0008	0,0853	0,0003	0,005
AA88-10	71,15	9,52	6,16	0,166	0,41	0,86	1,08	3,02	0,975	0,24	5,07	98,63	0,0965	0,0132	0,0066	0,0008	0,0863	0,0003	0,0051
AA88-20	70,73	10,01	6,2	0,172	0,45	0,81	1,11	3,09	0,946	0,14	5,23	98,89	0,0973	0,0134	0,0068	0,0009	0,0717	0,0003	0,0052
AA88-30	70,67	9,97	6,42	0,18	0,47	0,83	1,07	2,96	0,899	0,15	5,43	99,03	0,098	0,0135	0,0068	0,0009	0,0749	0,0003	0,0051
AA88-40	69,94	10,57	6,47	0,173	0,47	0,77	1,07	2,88	0,972	0,11	5,09	98,52	0,0926	0,0135	0,0066	0,0009	0,0917	0,0003	0,0054
AA88-50	70,35	10,46	6,42	0,166	0,47	0,79	1,07	2,92	0,958	0,1	5,14	98,83	0,0958	0,0133	0,0069	0,0009	0,0863	0,0003	0,0054
AA88-60	69,46	10,44	6,36	0,171	0,49	0,83	1,08	2,96	0,958	0,08	5,13	97,95	0,0938	0,0127	0,0069	0,0009	0,0732	0,0003	0,0056
AA88-70	69,93	10,54	6,63	0,171	0,5	0,81	1,07	2,89	0,949	0,07	5,14	98,7	0,0922	0,0128	0,0069	0,0009	0,0924	0,0003	0,0055
AA88-80	69,72	10,48	6,38	0,17	0,51	0,97	1,04	2,81	0,933	0,07	5,4	98,49	0,0914	0,0133	0,0067	0,001	0,086	0,0004	0,0055
AA88-90	69,53	10,63	6,33	0,175	0,55	1,3	1,07	2,86	0,926	0,08	5,64	99,08	0,0952	0,0147	0,0071	0,001	0,0719	0,0004	0,0052
AA88-100	68,84	10,89	6,49	0,17	0,55	1,3	1,1	2,91	0,919	0,08	5,78	99,05	0,0932	0,0147	0,0071	0,001	0,0785	0,0004	0,0053
AA88-110	69,01	10,52	6,12	0,171	0,6	1,81	1,02	2,75	0,915	0,07	5,96	98,95	0,0909	0,016	0,0066	0,001	0,0862	0,0004	0,0052
AA88-120	68,06	11,19	5,51	0,154	0,54	2,09	1,19	2,87	0,883	0,08	6,36	98,94	0,1735	0,0408	0,0081	0,001	0,0911	0,0004	0,0045

AA88-130	67,22	11,46	6,68	0,209	0,64	1,68	1,01	2,92	1,009	0,08	6,35	99,26	0,0996	0,0166	0,0074	0,0011	0,0779	0,0004	0,0058
AA88-140	67,12	10,94	6,28	0,208	0,63	1,92	1	2,89	0,963	0,08	6,32	98,35	0,1044	0,0181	0,0073	0,001	0,0849	0,0004	0,0054
AA88-150	62,87	11,67	6,11	0,161	0,7	3,94	1,26	3,48	0,897	0,14	7,34	98,56	0,2085	0,0599	0,0086	0,0011	0,0875	0,0005	0,0038
AA88-160	62,97	10,48	5,67	0,192	0,68	4,72	0,92	2,64	0,918	0,1	8,94	98,23	0,0939	0,0183	0,007	0,001	0,0838	0,0004	0,0052
AA88-170	56,5	9,55	5,3	0,187	0,72	9,8	0,85	2,42	0,836	0,09	12,07	98,32	0,094	0,0216	0,0069	0,0009	0,0729	0,0003	0,0047
AA88-180	59,35	8,7	5,17	0,169	0,73	8,92	0,88	2,38	0,822	0,16	11,57	98,84	0,0912	0,0201	0,0066	0,0009	0,0685	0,0003	0,005
AA88-190	54,38	8,22	4,64	0,166	0,73	12,47	0,76	2,09	0,725	0,1	14,11	98,4	0,0875	0,0222	0,0059	0,0008	0,0675	0,0003	0,0043
AA88-200	55,34	8,38	4,72	0,167	0,8	12,4	0,77	2,06	0,743	0,09	13,94	99,41	0,0885	0,0239	0,006	0,0008	0,0704	0,0003	0,0044
Move	48,687	13,950	14,103	0,227	5,330	8,297	2,330	0,650	2,583	0,433	-	-	0,0524	0,0273	0,0058	0,0032	0,0226	-	0,0351
Jozini Mbuluzi	73,509	11,471	3,865	0,088	0,427	0,948	2,269	5,399	0,318	0,050	-	-	0,0902	0,0078	0,0154	0,0007	0,0651	-	0,0026

Tabela 3.2. Dados geoquímicos (Elementos químicos) em % – sondagem X108

Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total	Ba	Sr	Y	Sc	Zr	Be	V
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detection Limit	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01		0,01	2	2	1	1	2	1	5
X108-0	FUS-ICP 72,53	FUS-ICP 9,31	FUS-ICP 5,49	FUS-ICP 0,143	FUS-ICP 0,5	FUS-ICP 1,06	FUS-ICP 1,04	FUS-ICP 2,36	FUS-ICP 0,915	FUS-ICP 0,1	FUS-ICP 6,09	FUS-ICP 99,53	FUS-ICP 0,0756	FUS-ICP 0,0099	FUS-ICP 0,0049	FUS-ICP 0,0008	FUS-ICP 0,0874	FUS-ICP 0,0003	FUS-ICP 0,0059
X108-10	72,43	9,51	5,3	0,145	0,56	1,47	1	2,27	0,821	0,09	6,86	100,4	0,0751	0,0101	0,0051	0,0009	0,0744	0,0003	0,0059
X108-20	70,71	9,27	5,12	0,142	0,57	2,53	0,98	2,17	0,791	0,11	7,34	99,74	0,0702	0,0106	0,0049	0,0008	0,0731	0,0003	0,0059
X108-30	61,57	8,39	4,59	0,131	0,56	8,23	0,88	1,95	0,692	0,13	11,44	98,56	0,0639	0,0148	0,0044	0,0008	0,0628	0,0003	0,0053
X108-40	60,87	8,11	4,39	0,132	0,56	9,46	0,84	1,91	0,697	0,12	12,2	99,3	0,0635	0,0156	0,0046	0,0007	0,0611	0,0003	0,0049
X108-50	55,89	7,62	4,22	0,138	0,58	12,31	0,78	1,71	0,64	0,13	14,37	98,38	0,0597	0,0176	0,0041	0,0007	0,0574	0,0003	0,005
X108-60	35	4,54	2,48	0,091	0,72	27,84	0,5	1,05	0,379	0,13	25,64	98,38	0,0422	0,0219	0,0031	0,0004	0,0355	0,0002	0,0033
X108-70	53,05	6,66	3,6	0,133	0,65	15,54	0,68	1,49	0,576	0,32	16,23	98,91	0,0592	0,02	0,0045	0,0006	0,0457	0,0003	0,0042
X108-80	51,02	6,76	3,65	0,144	0,71	16,22	0,72	1,56	0,575	0,12	17,17	98,65	0,0641	0,0208	0,0046	0,0007	0,0506	0,0003	0,0042
X108-90	52,63	6,71	3,58	0,14	0,73	15,57	0,7	1,51	0,581	0,11	16,51	98,77	0,0733	0,0214	0,0041	0,0006	0,0496	0,0002	0,0044
X108-100	47,6	6,07	3,11	0,128	0,77	19,9	0,63	1,42	0,494	0,15	19,47	99,74	0,0885	0,0241	0,0041	0,0006	0,0426	0,0002	0,0043
Move	48,687	13,950	14,103	0,227	5,330	8,297	2,330	0,650	2,583	0,433	-	-	0,0524	0,0273	0,0058	0,0032	0,0226	-	0,0351
Jozini Mbuluzi	73,509	11,471	3,865	0,088	0,427	0,948	2,269	5,399	0,318	0,050	-	-	0,0902	0,0078	0,0154	0,0007	0,0651	-	0,0026

Tabela 3.3. Dados geoquímicos (Elementos químicos) em % – sondagem P70

Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total	Ba	Sr	Y	Sc	Zr	Be	V	
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detec-tion Li-mit	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01		0,01	2	2	1	1	2	1	5	
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	
P70-0	71,18	9,55	6,56	0,169	0,39	0,81	1,15	3,19	1,09	0,16	4,99	99,24	0,1119	0,0136	0,0069	0,0009	0,079	0,0003	0,0055	
P70-10	71,03	10,02	6,4	0,155	0,41	0,63	1,09	2,96	1,004	0,14	4,84	98,67	0,0922	0,0118	0,0066	0,0009	0,08	0,0003	0,0053	
P70-20	70,08	10,33	6,64	0,159	0,44	0,73	1,1	3,04	1,032	0,2	5,08	98,82	0,0952	0,0118	0,0068	0,0009	0,0812	0,0004	0,0056	
P70-30	70,34	10,28	6,57	0,153	0,44	0,64	1,1	3	1,011	0,13	4,89	98,55	0,0939	0,0113	0,0067	0,0009	0,0815	0,0004	0,0055	
P70-40	69,88	10,6	6,84	0,152	0,45	0,63	1,08	2,97	1,04	0,1	4,74	98,48	0,0924	0,0114	0,0067	0,001	0,0818	0,0004	0,0056	
P70-50	70,97	11,04	6,99	0,153	0,42	0,65	1,33	3,38	0,916	0,12	4,15	100,1	0,1064	0,012	0,0072	0,001	0,0831	0,0004	0,0051	
P70-60	69,67	10,98	6,76	0,152	0,45	0,72	1,28	3,25	0,957	0,1	4,53	98,84	0,1058	0,0127	0,007	0,001	0,075	0,0004	0,0052	
P70-70	69,47	10,93	6,66	0,157	0,47	0,69	1,2	3,17	0,981	0,09	4,68	98,48	0,0976	0,0114	0,0066	0,001	0,0741	0,0004	0,0054	
P70-80	71,71	10,59	6,48	0,158	0,46	0,69	1,1	3,03	0,977	0,04	4,7	99,92	0,097	0,0117	0,0066	0,0009	0,088	0,0004	0,0055	
P70-90	70,58	11,06	6,58	0,164	0,48	0,73	1,08	3,01	0,965	0,05	5,13	99,83	0,0968	0,012	0,0069	0,0009	0,0936	0,0004	0,0054	
P70-100	70,58	11,07	6,55	0,166	0,47	0,84	1,15	3,4	0,984	0,07	4,82	100,1	0,12	0,0152	0,0074	0,001	0,0811	0,0004	0,005	
P70-110	70,94	10,52	6,32	0,164	0,48	0,82	1,1	3,06	0,894	0,07	5,01	99,37	0,1123	0,0144	0,0068	0,0009	0,0918	0,0004	0,0051	
P70-120	70,34	11,44	6,27	0,172	0,5	1,29	1,06	3,04	0,908	0,07	5,49	100,6	0,1085	0,0158	0,0069	0,001	0,0978	0,0004	0,0051	
P70-130	72,35	10,12	6,74	0,163	0,41	0,86	1,53	3,14	0,705	0,13	3,67	99,83	0,1173	0,0148	0,0068	0,0009	0,0815	0,0004	0,0049	
Moyene	48,687	13,950	14,103	0,227	5,330	8,297	2,330	0,650	2,583	0,433	-	-	0,0524	0,0273	0,0058	0,0032	0,0226	-	0,0351	
Jozini Mbuluzi	73,509	11,471	3,865	0,088	0,427	0,948	2,269	5,399	0,318	0,050	-	-	0,0902	0,0078	0,0154	0,0007	0,0651	-	0,0026	

Tabela 3.4. Dados geoquímicos (Elementos químicos) em % – sondagem TT2 (Cota: 50-20; 0-100 cm)

Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total	Ba	Sr	Y	Sc	Zr	Be	V	
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detec-tion Li-mit	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01		0,01	2	2	1	1	2	1		5
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP
TT2a-50	72,19	8,6	5,81	0,135	0,42	0,87	1,07	2,59	0,962	0,08	7,37	100,1	0,0856	0,0093	0,0052	0,0007	0,0752	0,0003	0,0063	
TT2a-20	70,04	10,2	6,66	0,149	0,46	0,73	1,42	3,24	0,804	0,13	4,96	98,79	0,1061	0,0104	0,0077	0,0009	0,0693	0,0004	0,0059	
TT2b-0	68,79	9,42	6,7	0,16	0,5	1,35	1,19	2,69	1,085	0,11	6,72	98,7	0,0912	0,0102	0,0059	0,0008	0,0772	0,0003	0,0072	
TT2b-10	66,07	9,14	5,72	0,172	0,64	3,95	1,02	2,39	0,837	0,11	8,66	98,72	0,0878	0,0117	0,0053	0,0009	0,0644	0,0003	0,0066	
TT2b-20	63,4	9,29	5,82	0,144	0,61	6,14	1,49	2,73	0,707	0,16	9,02	99,52	0,1242	0,0155	0,0066	0,0008	0,0728	0,0003	0,0051	
TT2b-30	51,44	6,87	4,43	0,17	1,07	15,96	0,86	1,87	0,56	0,13	17,03	100,4	0,0803	0,0267	0,0046	0,0007	0,0536	0,0003	0,0054	
TT2b-40	52,69	7,32	4,32	0,166	1,1	14,94	0,8	1,79	0,615	0,13	16,49	100,4	0,082	0,0288	0,0049	0,0007	0,0546	0,0003	0,0052	
TT2b-50	56,41	8,09	4,82	0,174	1,1	11,5	0,88	1,91	0,684	0,11	14,16	99,83	0,0984	0,0239	0,0047	0,0008	0,0608	0,0003	0,0056	
TT2b-60	44,35	6,18	3,41	0,13	2,46	18,34	0,69	1,37	0,527	0,12	20,46	98,04	0,1215	0,0475	0,0041	0,0005	0,0453	0,0002	0,0044	
TT2b-70	46,99	6,69	3,55	0,125	2,31	16,69	0,7	1,44	0,553	0,42	18,83	98,28	0,0945	0,0459	0,0045	0,0006	0,0448	0,0002	0,0046	
TT2b-80	49,97	6,84	3,48	0,101	1,95	15,44	0,72	1,47	0,544	0,09	17,62	98,23	0,071	0,0359	0,0038	0,0006	0,0453	0,0002	0,0048	
TT2b-90	71,93	8,73	4,51	0,116	1,1	3,43	0,98	2,08	0,714	0,06	7	100,7	0,0759	0,0184	0,0042	0,0007	0,0565	0,0003	0,0056	
TT2b-100	62,77	7,69	4,26	0,12	1,06	7,64	0,88	1,86	0,66	0,09	11,3	98,33	0,0768	0,0232	0,0042	0,0007	0,0559	0,0003	0,0051	
Move-ne	48,687	13,950	14,103	0,227	5,330	8,297	2,330	0,650	2,583	0,433	-	-	0,0524	0,0273	0,0058	0,0032	0,0226	-	0,0351	
Jozini Mbuluzi	73,509	11,471	3,865	0,088	0,427	0,948	2,269	5,399	0,318	0,050	-	-	0,0902	0,0078	0,0154	0,0007	0,0651	-	0,0026	

Tabela 3.5. Dados geoquímicos (Elementos químicos) em % – sondagem TT2 (Cota: 110-170 cm; 62-30 cm)

Analyte Symbol	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	LOI	Total	Ba	Sr	Y	Sc	Zr	Be	V
Unit Symbol	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Detection Limit	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,001	0,01		0,01	2	2	1	1	2	1	5
Analysis Method	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP	FUS-ICP
TT2b-110	70,86	7,92	4,17	0,097	0,99	3,53	0,97	1,92	0,619	0,07	7,23	98,38	0,0664	0,0199	0,0036	0,0006	0,0507	0,0002	0,0052
TT2b-120	67,26	7,91	4,26	0,096	1,19	5,59	0,95	1,8	0,602	0,09	8,74	98,47	0,0576	0,0231	0,0038	0,0006	0,0474	0,0002	0,0048
TT2b-130	65,75	8,11	4,28	0,111	1,5	6,33	0,99	1,75	0,623	0,08	9,51	99,02	0,0578	0,0273	0,0039	0,0007	0,0461	0,0002	0,006
TT2b-140	72,79	8,61	4,45	0,1	1,33	2,88	0,96	1,82	0,647	0,07	7,24	100,9	0,0565	0,0226	0,0039	0,0007	0,0448	0,0003	0,0057
TT2b-150	73,36	8,25	4,23	0,094	1,19	1,65	0,95	1,84	0,6	0,07	6,13	98,35	0,054	0,0197	0,0041	0,0007	0,0407	0,0002	0,0057
TT2b-160	75,89	8,17	4,11	0,097	1,08	1,27	0,97	1,94	0,566	0,06	5,36	99,5	0,0553	0,0186	0,0041	0,0007	0,0394	0,0002	0,0051
TT2b-170	77,97	6,35	3,73	0,096	1	2,54	0,83	1,63	0,479	0,07	5,37	100,1	0,0612	0,0333	0,0041	0,0005	0,0429	0,0002	0,0041
TT2c-62	77,64	8,09	3,88	0,049	1,1	0,79	0,98	1,81	0,482	0,05	4,9	99,78	0,0536	0,0161	0,0035	0,0006	0,0379	0,0002	0,0039
TT2c-30	78,65	7,11	3,61	0,051	1	0,99	0,95	1,77	0,422	0,05	4,43	99,03	0,0552	0,0155	0,0034	0,0006	0,0332	0,0002	0,0035
Movene	48,687	13,950	14,103	0,227	5,330	8,297	2,330	0,650	2,583	0,433	-	-	0,0524	0,0273	0,0058	0,0032	0,0226	-	0,0351
Jozini Mbuluzi	73,509	11,471	3,865	0,088	0,427	0,948	2,269	5,399	0,318	0,050	-	-	0,0902	0,0078	0,0154	0,0007	0,0651	-	0,0026