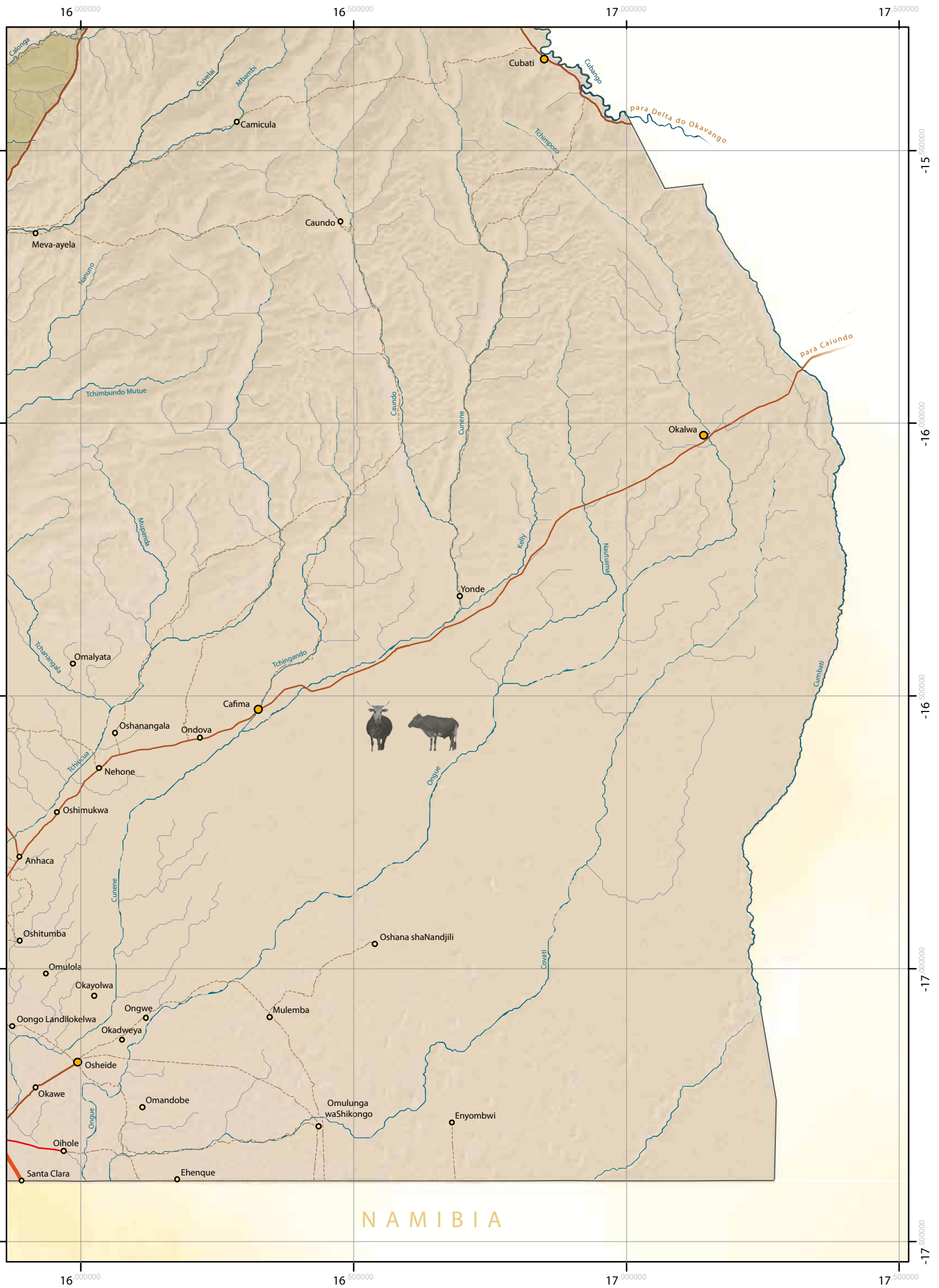


| | | |
|--|---------------------|-------------------|
| | Ponto de referência | Landmark |
| | Aldeia | Village |
| | Sede de comuna | Comuna capital |
| | Sede de município | Município capital |
| | Sede de província | Província capital |
| | Barragem | Dam |
| | Estrada secundária | Secondary road |
| | Estrada regional | Regional road |
| | Estrada principal | Trunk road |

0 25 50 km






1



GEOLOGIA

GEOLOGY



Todo o Sudoeste de África repousa sobre uma base, uma estrutura sólida que, directa ou indirectamente, dá suporte e define a maior parte do que acontece na região. A sua formação é descrita neste capítulo: primeiro, a história geológica e tipos de rochas na região; segundo, a sua superfície e formato; e terceiro, algumas formas de vida que antes existiram.

Uma história de 2 mil milhões de anos está registada na geologia do Sudoeste de Angola. Como resultado, encontram-se muitos tipos de rochas diferentes, reflectindo a vasta gama de ambientes nos quais estas se formaram. A idade e a variedade das rochas significa que a área é de interesse para os geólogos, devido à forte possibilidade de conter depósitos de minério de vários tipos. Para os geólogos que tentam desvendar a história inicial da Terra, Angola fornece partes importantes do mistério, porque em certas alturas esta encontrava-se nas bordas das antigas massas de terras, e noutras, no centro dos continentes.

Algumas unidades geológicas são bem conhecidas, mas a idade antiga de muitas rochas significa que as suas origens ainda estão perdidas no tempo. Há ainda muito trabalho a ser feito para desvendar a história geológica completa de Angola, e novas interpretações estão constantemente a ser feitas. Recentemente, o conhecimento sobre as camadas e as idades de várias unidades geológicas melhorou significativamente, e mais descobertas e melhores interpretações serão feitas no futuro.

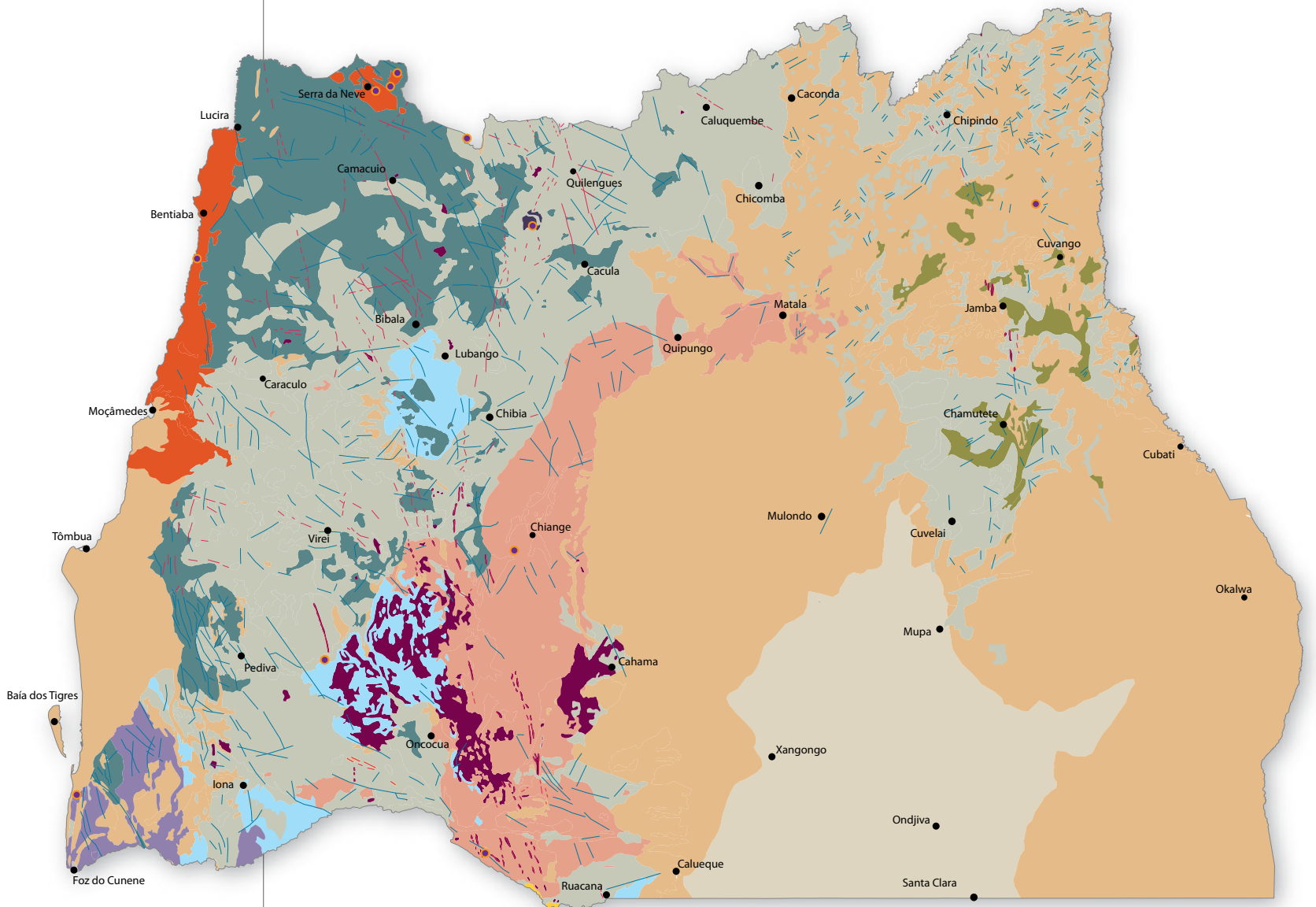
All of south-western Africa rests on a base, a solid structure which, directly or indirectly, supports and moulds most of what happens in the region. This chapter describes this foundation: first, its geological history and rock types, second, its surface and shape, and, third, some forms of life that went before.

A history of over 2 billion years is recorded in the geology of South West Africa. As a result, many different rock types are found, reflecting the wide range of environments in which they were formed. The age and variety of rocks means that the area is of interest to geologists for its potential in having ore deposits of various types. And for geologists trying to unravel the early history of the earth, Angola provides important pieces of the jigsaw puzzle because at times it lay on the edges of ancient landmasses, but at other times Angola was in the centres of continents.

Some geological units are well known, but the great age of many rocks means that their origins are still lost in the fog of time. Much work remains to be done to unravel the full geological history of Angola, and new interpretations are constantly being made. Recently, knowledge on the layering and ages of various geological units has improved significantly, and more discoveries and better interpretations will be made in the future.

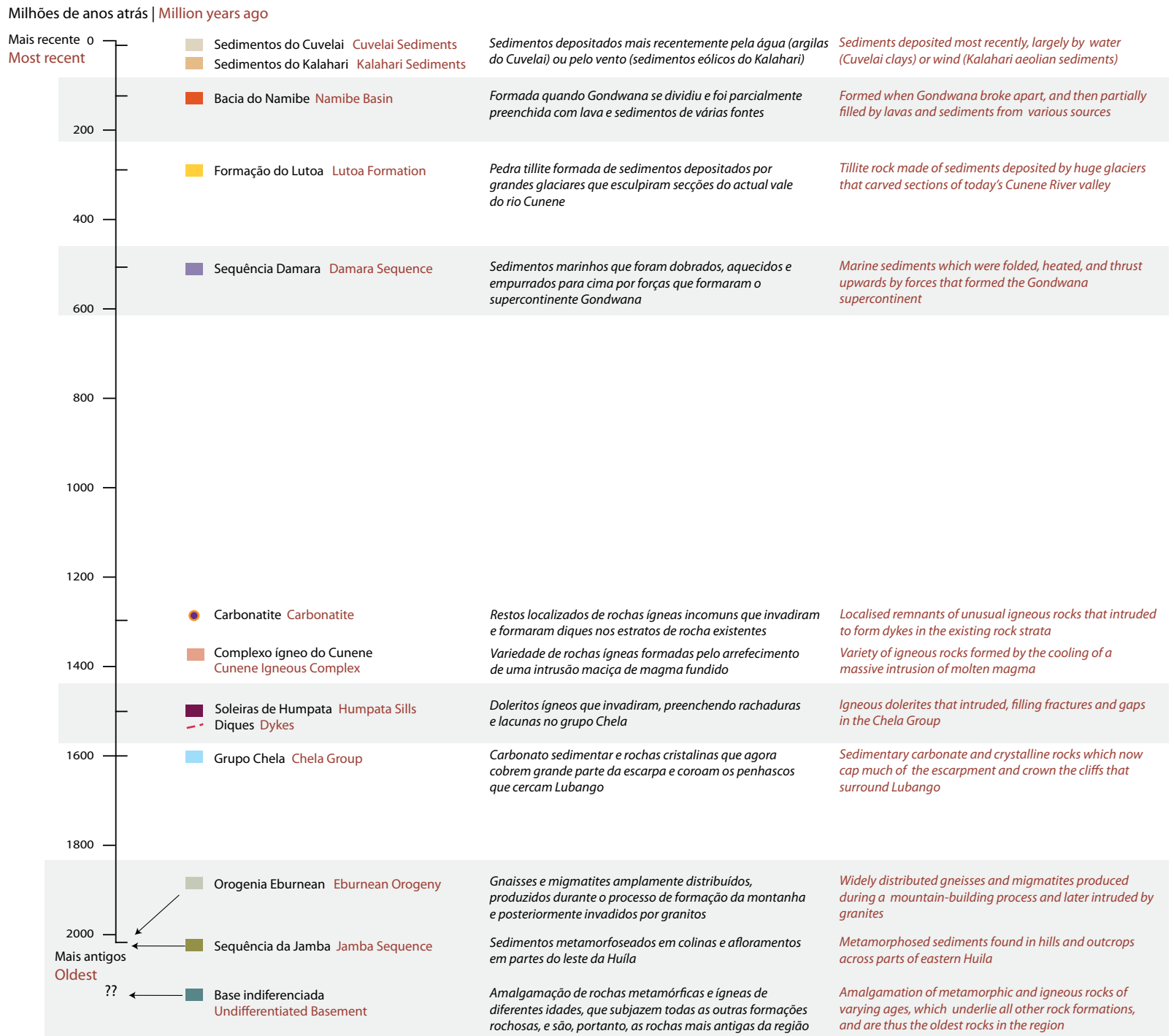
História geológica do Sudoeste de Angola

Geological history of South West Angola



Linha do tempo e legenda de mapa¹

Timeline and map legend¹



Uma longa história da formação rochosa²

A base indiferenciada é uma mistura de rochas ígneas e metamórficas que está subjacente a todas as outras unidades geológicas da região. É, portanto, a unidade geológica mais antiga, e é com as rochas mais antigas que esta história começa.

As rochas mais antigas para as quais se conhece uma idade aproximada são as da sequência Jamba, que se estima ser 2,2 mil milhões (ou seja, 2 200 000 000) de anos! São depósitos sedimentares metamorfoseados, em áreas ao redor de Cassinga, Jamba e Chamutete. O ferro extraído na Jamba e Chamutete é dessa sequência, e aqui o potencial para a descoberta de ouro e outros minerais é alto.

As rochas graníticas mais antigas têm cerca de 2,0 a 2,1 mil milhões de anos. Estes gnaisses e migmatites altamente metamorfoseados (rochas que foram parcialmente derretidas durante o metamorfismo) estão amplamente espalhadas, especialmente no Namibe e no norte da Huíla e Cunene. Eles ocorreram durante a Orogenia Eburnean, uma série de eventos de formação de montanhas, nos quais os sedimentos mais antigos foram metamorfoseados, dobrados, sobre os quais ocorreram grandes intrusões de rochas graníticas.

Uma sequência mista de rochas vulcânicas e sedimentares foi depositada após o episódio de formação da montanha Eburnean. As rochas vulcânicas na sequência podem ser datadas com precisão, e temos a certeza de que foram depositadas entre 1,8 e 1,7 mil milhões de anos. A erosão seguiu esse evento, antes de se depositar uma sequência de dolomites (rocha de carbonato sedimentar) e chertes (rocha sedimentar cristalina). As idades desses depósitos posteriores, que compõem o grupo Chela, permanecem desconhecidas. Os penhascos que cercam o Lubango e os que moldam a escarpa na Tundavala e serra da Leba são compostos pela parte superior das rochas do grupo Chela. Mais tarde, há cerca de 1,5 mil milhões de anos, todo esse pacote de sedimentos foi invadido por um complexo mais jovem de peitoris e diques de doleritos ígneos.³ Este complexo é designado soleiras de Humpata, como se poderá ver no mapa geológico da página 42.

O complexo ígneo do Cunene representa uma das maiores invasões da rocha magmática (formada a partir de magma ou lava derretida) na Terra. Esta rocha foi expelida e infiltrou-se pelos granitos mais antigos e rochas metamórficas há cerca de 1,3 mil milhões de anos, abrangendo cerca de 18 mil quilómetros quadrados, a maior parte do qual fica no Sudoeste de Angola.



A long history of rock formation²

Undifferentiated Basement is a mix of igneous and metamorphic rocks that underlies all other geological units in the region. This is the oldest geological unit, and it is with the oldest rocks that this history starts.

The oldest rocks for which an approximate age is known are those of the Jamba Sequence, which are estimated to be about 2.2 billion or – put another way – 2,200,000,000 years old! These are metamorphosed sedimentary deposits in areas around Cassinga, Jamba, and Chamutete. Iron mined at Jamba and Chamutete is from this sequence, and here the potential for gold and other mineral discoveries is high.

The oldest granitic rocks are about 2 to 2.1 billion years old. These highly metamorphosed gneisses and migmatites (rocks that were partially melted during metamorphism) are widespread, especially in Namibe and in northern Huíla and Cunene. They formed during the Eburnean Orogeny, a series of mountain-building events in which older sediments were metamorphosed, folded, and into which major intrusions of granitic rocks occurred. Faults established in the earth's crust long ago during Eburnean time have persisted as lines

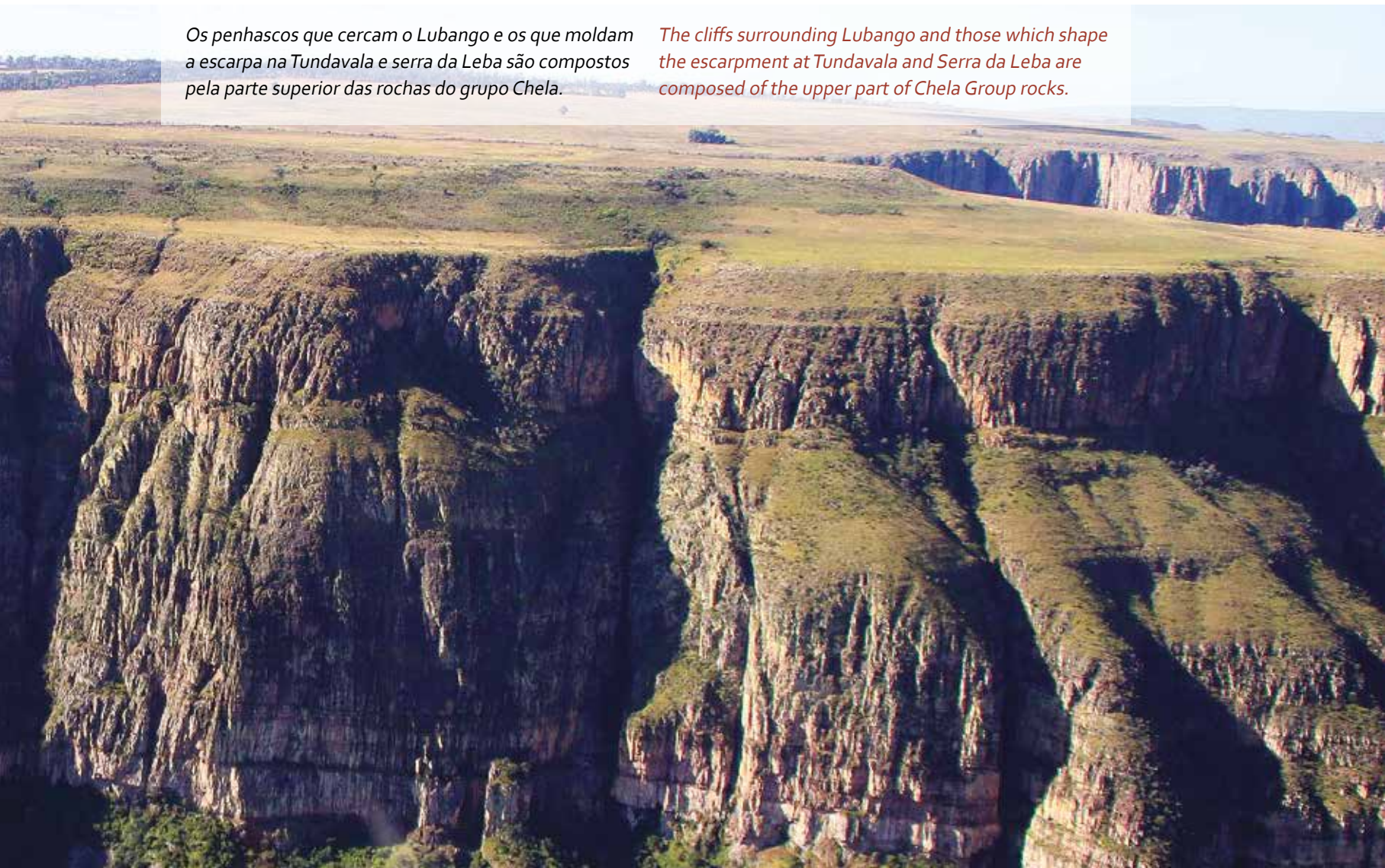
of weakness along which there have been many subsequent tectonic movements.

A mixed sequence of volcanic and sedimentary rocks was deposited after the Eburnean mountain-building episode. The volcanic rocks in the sequence can be dated accurately, and we are confident that they were laid down between 1.8 to 1.7 billion years ago. Erosion followed this event, before an overlying sequence of dolomites (sedimentary carbonate rock) and cherts (crystalline sedimentary rock) were deposited. The ages of these later deposits, which make up the Chela Group, remain unknown. Later, around 1.5 billion years ago, this whole package of sediments was intruded by a younger complex of igneous dolerite sills and dykes.³ This complex is shown as the Humpata Sills in the geological map on page 42.

The Cunene Igneous Complex is one of the largest intrusions of magmatic rock (formed from molten magma or lava) on earth. It was forced into and through the older granites and metamorphic rocks some 1.3 billion years ago and it covers some 18,000 square kilometres, the greater part of which lies in South West Angola.

Os penhascos que cercam o Lubango e os que moldam a escarpa na Tundavala e serra da Leba são compostos pela parte superior das rochas do grupo Chela.

The cliffs surrounding Lubango and those which shape the escarpment at Tundavala and Serra da Leba are composed of the upper part of Chela Group rocks.



As origens do complexo ainda não são totalmente compreendidas, mas ele abrange muitos tipos incomuns de rocha, como anortositos e troctolitos, bem como gabros e granitos. As pedreiras de várias dimensões exploram os diferentes tipos de rocha no complexo (ver página 77).


Pouco depois de surgir o gigantesco complexo ígneo do Cunene, apareceram muitos diques de carbonatite na paisagem. A carbonatite é uma rocha ígnea incomum que muitas vezes contém diferentes tipos de depósitos de minério. Por exemplo, sodalite (um mineral azul) é extraído num dos diques do lado namibiano do rio Cunene. No entanto, nem todos os diques georreferenciados no Sudoeste de Angola são de carbonatite. Na verdade, muitas outras jazidas de dolerito emergiram em tempos diferentes.

Um longo tempo passou até ocorrer a fase seguinte de formação rochosa: a edificação da montanha pan-africana que divide uma extensão considerável de África. Uma grande parte desta cadeia original de montanhas no Sudoeste de África situa-se na Namíbia, mas uma pequena porção desta sequência Damara estende-se até Angola perto da foz do rio Cunene. Esta secção da cadeia de montanhas formou-se há cerca de 550

milhões de anos, quando o cratão sul-americano de São Francisco e o cratão do Congo colidiram, formando parte do supercontinente de Gondwana.

Há cerca de 300 milhões de anos, Gondwana estava perto do Pólo Sul, com glaciares cobrindo grande parte do supercontinente. A parte inferior do rio Cunene foi, então, esculpida por glaciares, e o atual rio Cunene segue agora um velho vale glacial a caminho da foz do Cunene e do oceano atlântico. O antigo vale tem o clássico formato em “u”, bem como outras formas de relevo, caracteristicamente formadas por glaciares (ver página 74). As colinas circundantes elevam-se até 1,8 quilómetros acima do fundo do vale glacial do Cunene em alguns lugares, o que significa que colinas, montanhas ou planaltos com pelo menos esta altura mínima já estavam presentes naquela área há 300 milhões de anos.⁴

Uma vez que existem muitos depósitos glaciais dessa idade no nordeste de Angola, é provável que a totalidade ou a maior parte de Angola também tenha sido coberta por glaciares naquela época. Essas rochas são conhecidas como formação Lutoa em Angola, e encontram-se em todos os continentes que formaram o supercontinente de Gondwana.



Uma extensão de estratos da sequência de Damara, apenas a nordeste da foz do Cunene. Originalmente, estes sedimentos eram depositados no fundo do oceano. Eles foram então empurrados para cima, aquecidos, dobrados e assim transformados nos xistos metamórficos que são hoje.

An expanse of Damara Sequence strata just north-east of Foz do Cunene. Originally these were sediments deep beneath an ocean. They were then pushed up, heated and folded and thus transformed into the metamorphic schists they are today.

The origins of the Complex are not yet fully understood, but it comprises many unusual rock types such as anorthosites and troctolites, as well as gabbros and granites. Several dimension stone quarries mine the different rock types in the Complex (see page 77).

Soon after the massive Cunene Igneous Complex emerged, many Carbonatite dykes appeared or intruded into the landscape. Carbonatite is an unusual igneous rock that often contains different kinds of ore deposits. For example, sodalite (a blue mineral) is quarried in such a dyke on the Namibian side of the Cunene River. However, not all the dykes mapped in South West Angola are of carbonatite. Indeed, many other dolerite dykes emerged at different times.

A long time lapsed before the next rock forming phase happened. This was the Pan-African mountain-building event which divides much of Africa. A large part of the original belt of mountains in south-western Africa lies in Namibia, but a small portion of this Damara Sequence extends into Angola near the mouth of the Cunene River. This section of the mountain

belt formed some 550 million years ago when two cratons – the South American São Francisco craton and the Congo craton – collided to form this part of the supercontinent of Gondwana.

At about 300 million years ago, Gondwana was close to the South Pole, with glaciers covering much of the supercontinent. The lower part of the Cunene River was then carved by glaciers, and now the current Cunene River follows this old glacial valley on its way to Foz du Cunene and the Atlantic Ocean. The old valley has the classic u-shape and other landforms characteristically formed by glaciers (see page 74). The surrounding hills rise up to 1.8 kilometres above the bottom of the glacial valley in places, which means that hills, mountains or plateaus at least that high were already present in that area 300 million years ago.⁴

Since there are many glacial deposits of this age in north-eastern Angola, it is likely that all or most of Angola was also covered by glaciers at this time. These glacial rocks are known as the Lutoa Formation in Angola, and they are found on all the continents that once made up the supercontinent of Gondwana.



Cerca de 370 milhões de anos após a sua formação, o supercontinente de Gondwana começou a dividir-se nos continentes e subcontinentes que conhecemos hoje: África, América do Sul, Antártida, Austrália, Índia e Península Arábica. Na costa sudoeste de África, a divisão começou mais tarde, há cerca de 180 milhões de anos e terminou há cerca de 60 milhões de anos.

Quando os cratões da América do Sul e de África colidiram há 550 milhões de anos e, posteriormente, se dividiram, formou-se uma fenda entre eles. Isso é detalhadamente descrito nas páginas 60. A zona estreita georreferenciada como bacia do Namibe é parte dessa fenda e bacia, o resto da qual está agora escondido sob o mar, entre Angola e o Brasil.

Nenhuma rocha dura foi adicionada à superfície do Sudoeste de Angola durante a Era Cenozóica nos últimos 70 milhões de anos. As formações geológicas foram, em vez disso, limitadas à deposição de sedimentos de diferentes tipos e em vários locais. Ao longo do cinturão costeiro, estão presentes cunhas de areia, cascalho e

conglomerados depositados por rios, muitas vezes em manchas ou camadas entre sedimentos marinhos, que foram depositados quando os níveis do mar foram periodicamente maiores.

Grandes extensões na parte leste da região estão cobertas de areias e sedimentos depositados por vento e rio na grande bacia do interior. Esta bacia do Kalahari existe há pelo menos 600 milhões de anos, durante os quais, um grande número de sequências ou camadas de sedimentos foram depositados. Os sedimentos podem ter até 10 quilómetros de espessura nas partes mais profundas.⁵ Os sedimentos mais jovens depositados durante os últimos 70 milhões de anos cobrem a superfície da bacia do Kalahari – que se diz ser a maior área contínua de areia na Terra.

Noutros lugares, ao longo da costa sudoeste, a areia que forma grandes extensões de dunas activas foi inicialmente arrastada para o oceano pelo rio Cunene e só posteriormente foi conduzida a terra. Ventos fortes do sul moldam esta areia formando dunas que se deslocam gradualmente para norte (ver página 137). Este processo continua, até hoje.



Some 370 million years after it was formed, the mega-continent of Gondwana began to split into the continents and subcontinents we know today: Africa, South America, Antarctica, Australia, and India and the Arabian Peninsula. On the south-west coast of Africa, the splitting was later – starting about 180 million years ago and ending some 60 million years ago.

When the cratons of South America and Africa that had collided 550 million years ago now began to split, a rift formed between them as they drifted apart. This is described in some detail on pages 60. The narrow zone mapped as the Namibe Basin is part of that rift and basin, the rest of which is now hidden below the sea between Angola and Brazil.

No hard rocks were added to the surface of South West Angola during the Caenozoic Era over the last 70 million years. Geological formations were instead limited to the deposition of sediments of varying kinds, and in various places. Along the coastal belt, wedges of sand, gravel and

conglomerate deposited by rivers are present, often in patches or layers between marine sediments that were deposited when sea levels were periodically higher.

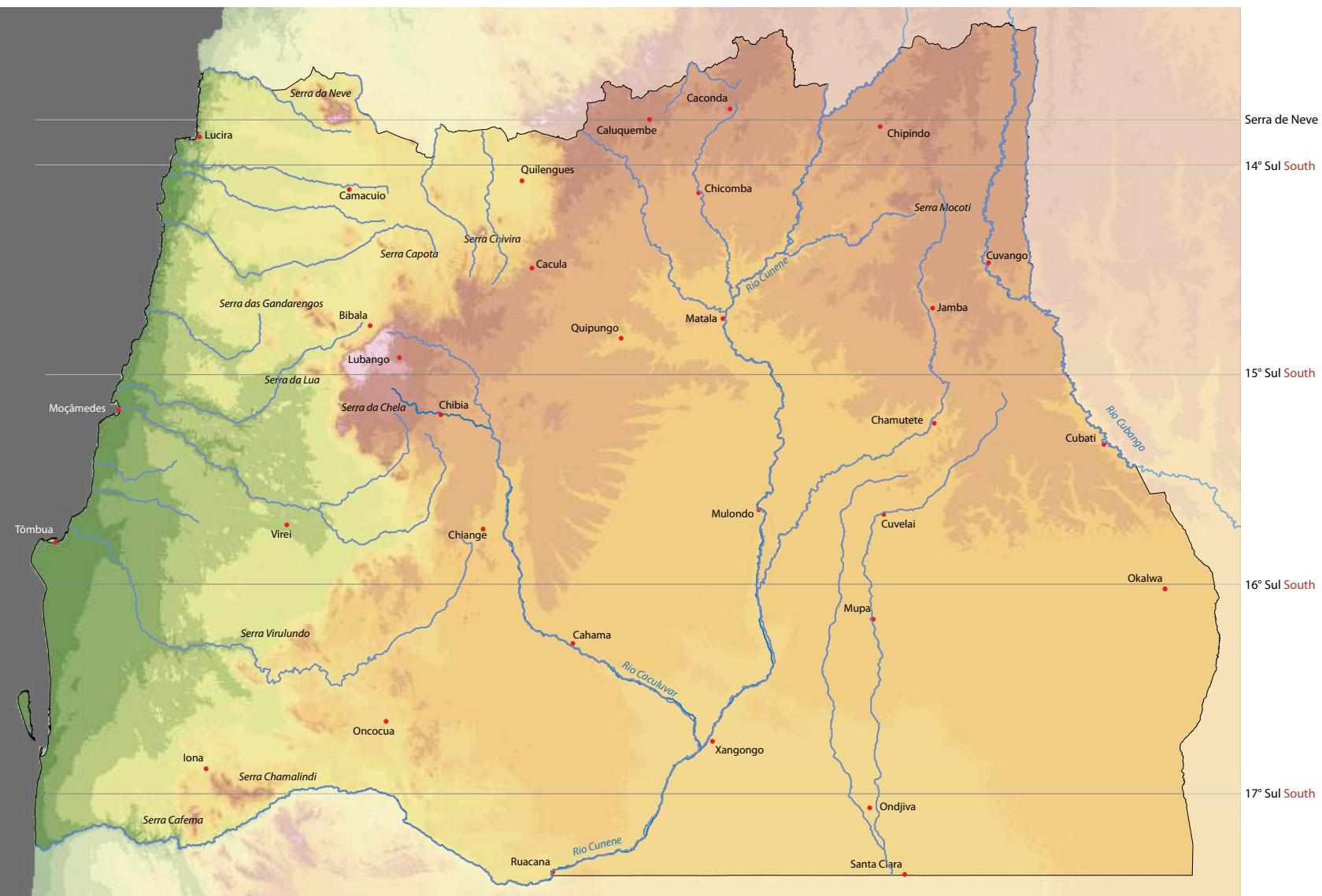
Large expanses in the eastern part of the region are covered with sands and silts deposited by wind and rivers in a great inland basin. This Kalahari Basin has existed for at least 600 million years during which it was filled by many sequences or layers of sediments. The sediments may be as much as 10 kilometres thick in the deepest parts.⁵ Younger sediments deposited during past 70 million years cover the surface of the Kalahari Basin – said to be the largest continuous area of sand on Earth.

Elsewhere along the south-western coast, sand forming the large expanses of active dunes was originally washed into the ocean by the Cunene River, and then driven onshore. Strong winds from the south mould the sand into dunes which gradually shift northwards (see page 137). This process continues, even today.

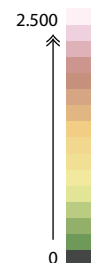


Topografia: a superfície do Sudoeste de Angola⁶

Topography: the surface of South West Angola⁶



Metros acima do nível do mar
Meters above sea level

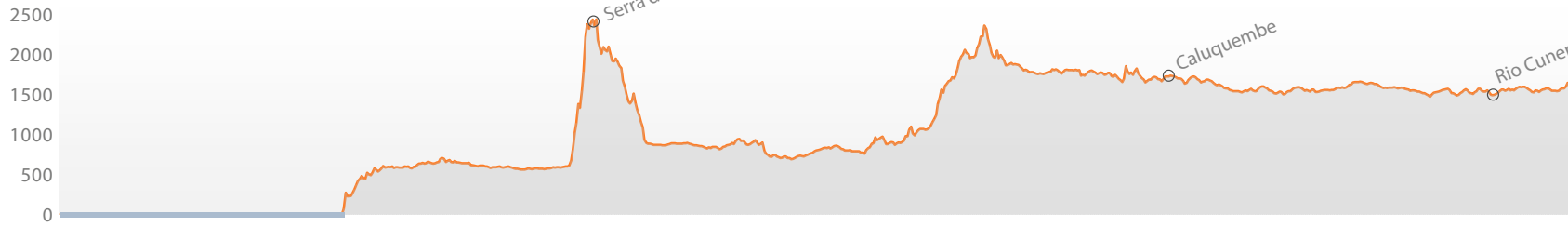


A forma e a topografia do Sudoeste de Angola reflectem em grande parte as amplas divisões geomorfológicas entre a planície costeira inferior e o planalto interior das terras altas (ver página 58). A divisão entre os dois é marcada nitidamente por uma escarpa, mais visível a oeste do Lubango, onde a serra da Chela declina-se centenas de metros para Bibala, Munhino e Manguieiras. A norte e sul da serra da Chela, a escarpa não está tão bem definida, especialmente a sul, onde irrompe uma paisagem acidentada de colinas, vales e montanhas.

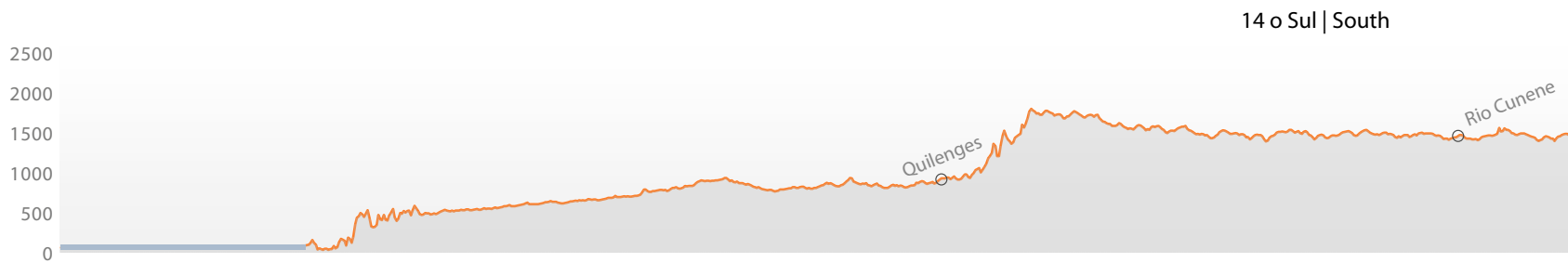
The shape and topography of South West Angola largely reflects the broad geomorphological divisions between the lower coastal plain and the highland interior plateau (see page 58). The division between the two is marked distinctly by an escarpment, most clearly visible west of Lubango where the Serra da Chela plunges hundreds of metres to Bibala, Munhino and Manguieiras. North and south of Serra da Chela the escarpment is not as well defined, especially in the south, where the landscape is broken into a rugged landscape of table-top hills, valleys and mountains.



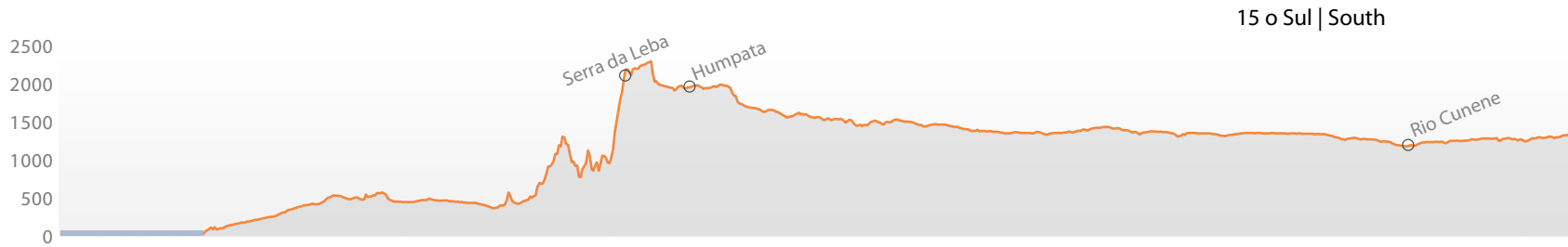
Metres acima do nível do mar
Metres above sea level



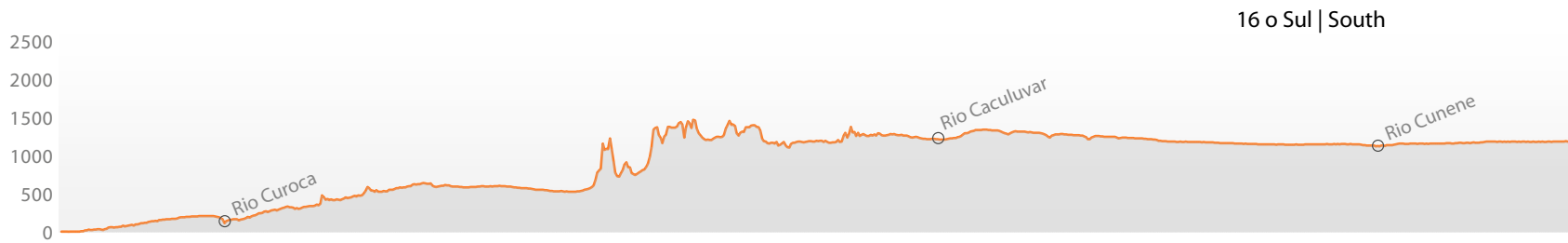
Serra da Neve



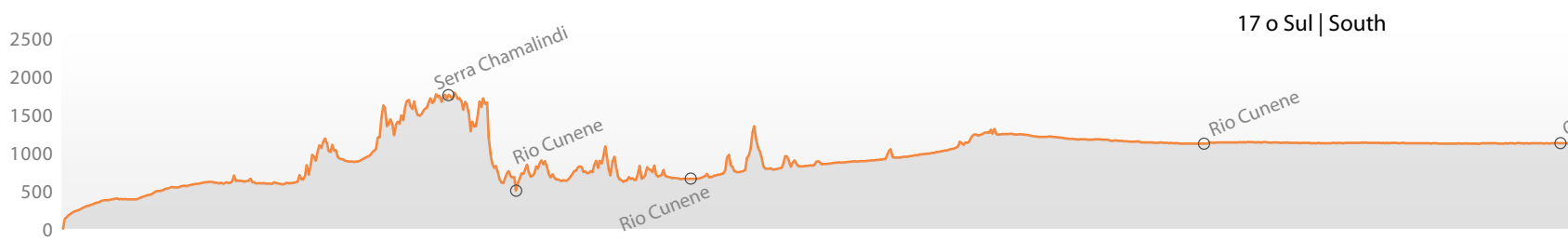
14 o Sul | South



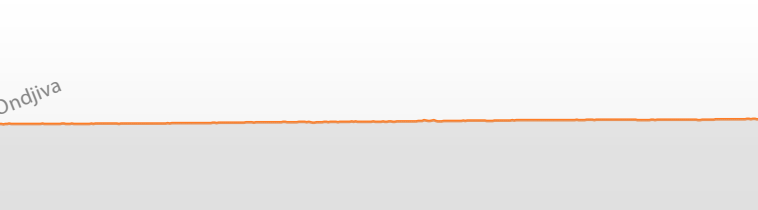
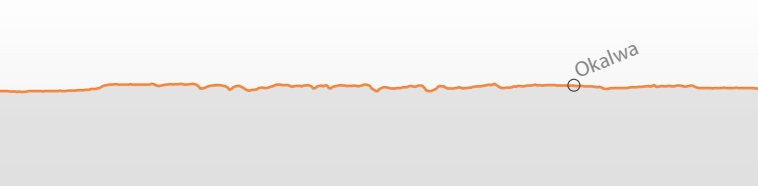
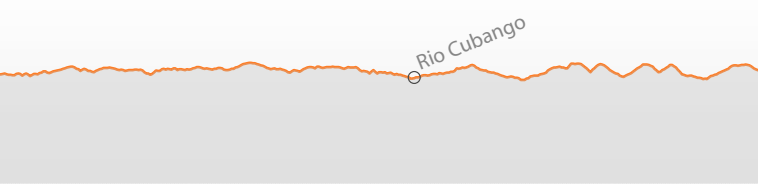
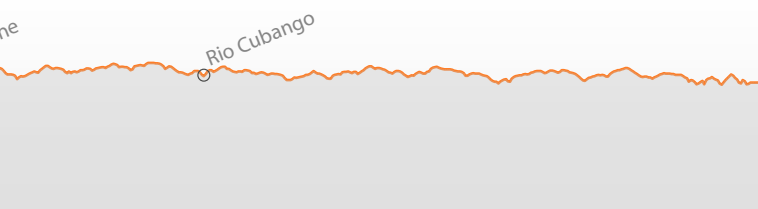
15 o Sul | South



16 o Sul | South



17 o Sul | South



Perfis de elevações⁷

Estes cinco perfis de elevação correm ao longo de linhas paralelas a partir das bordas oeste a leste do mapa de elevação. O perfil superior atravessa o cume da serra da Neve. A 2489 metros, este é o ponto mais alto da região. Os quatro perfis abaixo, respectivamente, correm ao longo dos paralelos de 14, 15, 16 e 17° Sul. Todas as linhas mostram como a superfície é plana a leste da escarpa e como as elevações caem ligeiramente de oeste para leste na bacia do Kalahari (ver página 79). A encosta mais plana é de longe aquela ao longo do 17° Sul, que corta transversalmente as bacias do Kalahari e Cuvelai cheias de sedimentos de vento e de água. Note-se que o rio Cunene cruza o paralelo de 17° Sul três vezes. Uma vez em direcção ao sul e duas vezes conforme o rio se dirige a oeste rumo à foz do Cunene, no oceano Atlântico.

Elevation profiles⁷

These five elevation profiles run along parallel lines from the western to the eastern edges of the elevation map. The top line is through the summit of Serra da Neve. At 2,489 metres, this is the highest point in the region. The four lines below, respectively, run along the parallels of 14, 15, 16 and 17° South. All the lines show how flat the surface is east of the escarpment, and how elevations drop slightly from west to east into the Kalahari Basin (see page 79). By far the flattest slope is the one along 17° South which transects the Kalahari and Cuvelai Basins filled with wind- and water-borne sediments. Note that the Cunene River crosses the parallel of 17° South three times, once on its way south and then twice as the river works its way west to Foz do Cunene at the Atlantic Ocean.

Paisagens e relevos contrastantes

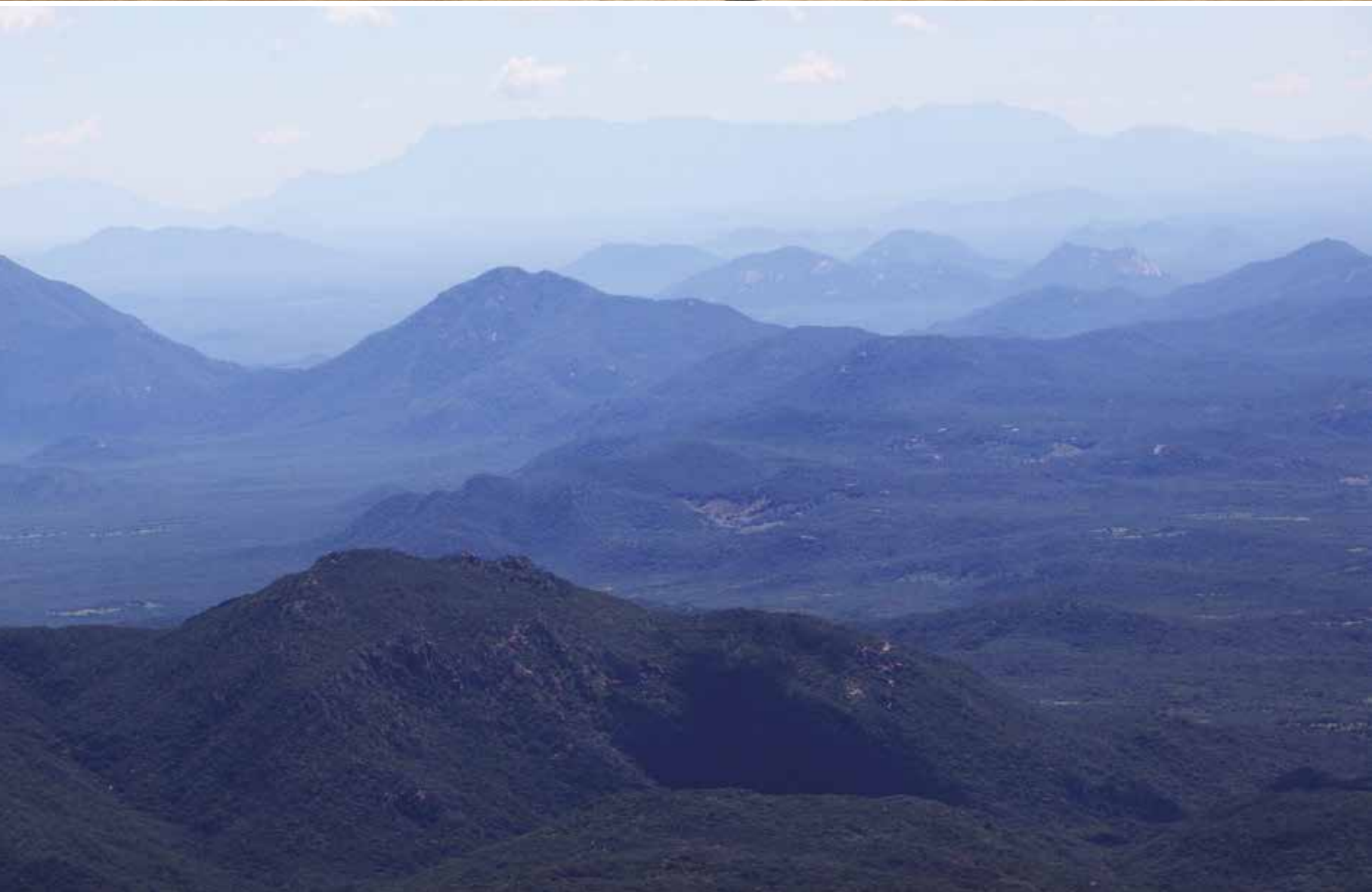
A superfície da bacia do Kalahari é extremamente plana, com quase nenhuma alteração na inclinação ou elevação neste antigo curso de água e nas areias circundantes (em cima), contrastando esta paisagem uniforme com o campo montanhoso entre a escarpa e a serra da Neve que se avista ao fundo (em baixo).

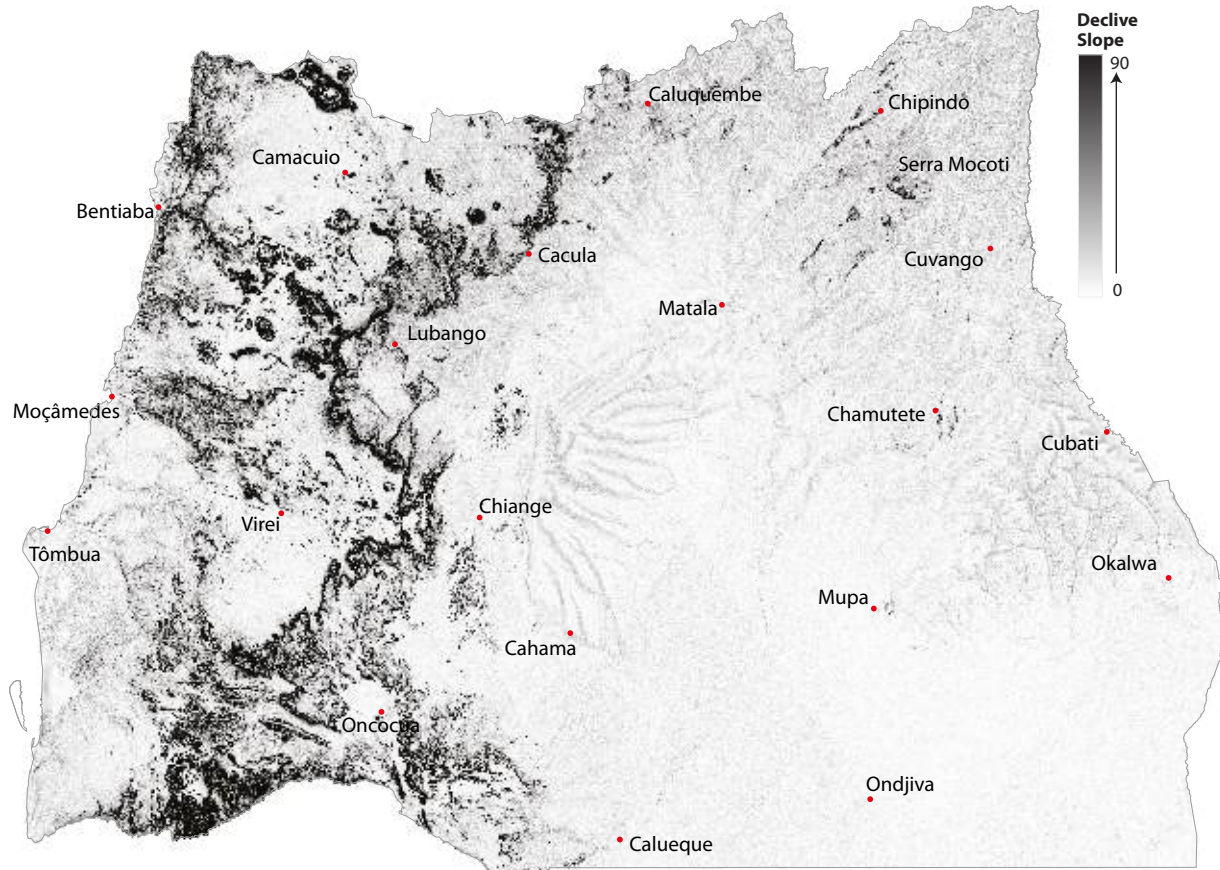


Contrasting landscapes and landshapes

The surface of the Kalahari Basin is extremely flat, with hardly any change in slope or elevation between this old water course and the surrounding sands (top). Contrast this even landscape with the hilly countryside between the escarpment and Serra da Neve looming in the background (bottom).





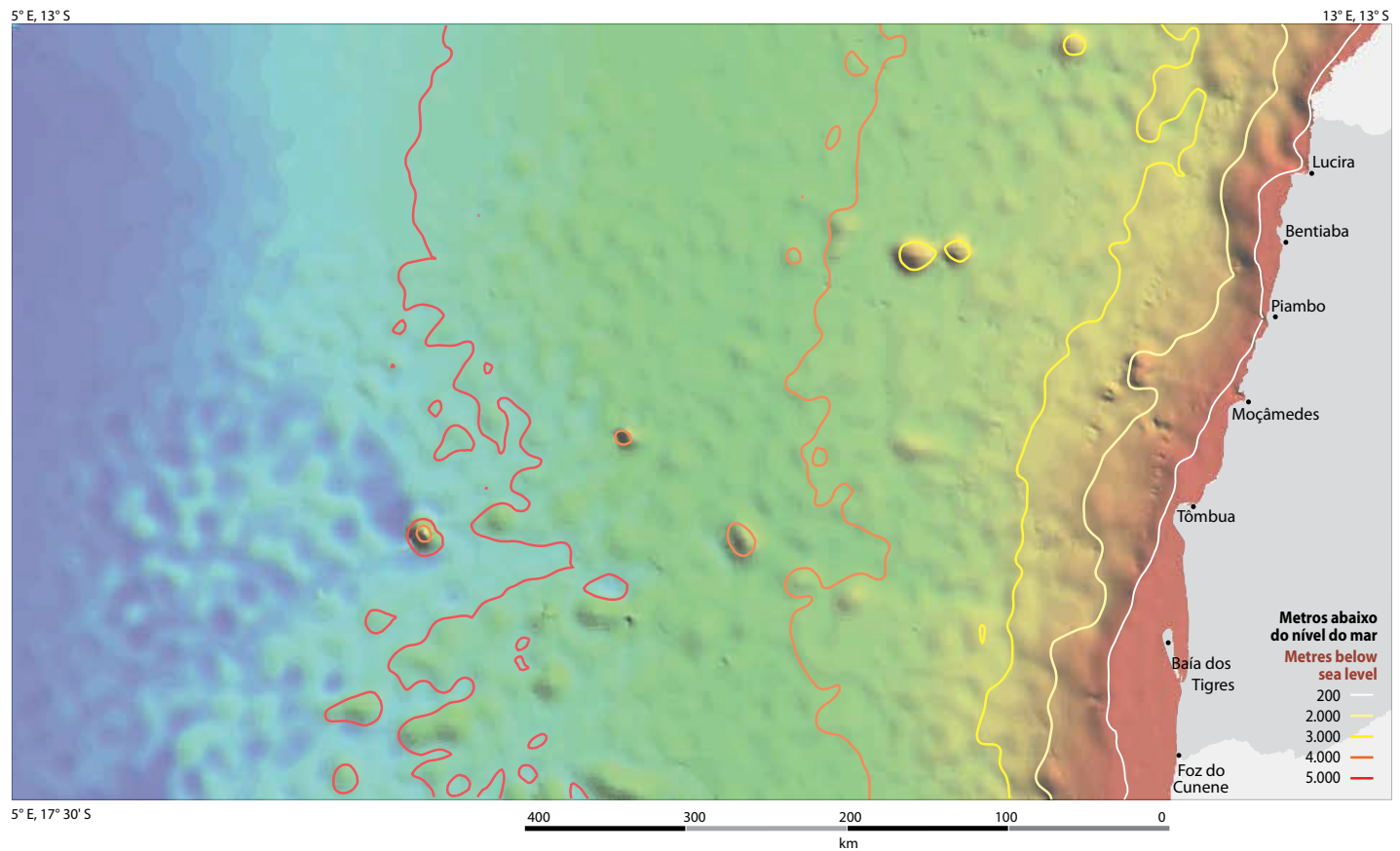


Encostas⁸

Praticamente todo o planalto do Leste consiste em terrenos planos (especialmente no Sul) ou colinas suaves (como no Nordeste). Montanhas e afloramentos isolados oferecem exceções, como a serra Mocoti e as pequenas colinas de Mupa. As encostas mais íngremes estão ao longo da escarpa e nas faces das muitas colinas e montanhas que se erguem da planície costeira. A sul de Moçâmedes, as inclinações são mínimas, a paisagem é suave e uniforme. No entanto, a norte e ao longo da costa, a bacia do Namibe é dissecada em vales com encostas íngremes porque foi ao longo desta bacia que a América do Sul e África se separaram há cerca de 132-135 milhões de anos (ver página 60).

Slopes⁸

Virtually all of the Eastern Plateau consists of flat land (especially in the south) or of gentle rolling hills (as in the north-east). Isolated hills and outcrops provide exceptions, such as Serra Mocoti and the small hills at Mupa. The steepest slopes are along the escarpment and on the sides of the many hills and mountains that rise from the coastal plain. South of Moçâmedes, slopes are minimal, the landscape gentle and even. However, to the north along the coast, the Namibe Basin is dissected into valleys with severe slopes because it is along this basin that South America and Africa split apart about 132–135 million years ago (see page 60).



Batimetria⁹

A topografia do fundo do mar a oeste da costa é bastante diferente da forma da superfície terrestre a leste.¹⁰ No alto-mar, está a plataforma continental que gradualmente cai para sua margem ocidental, a cerca de 150-250 metros abaixo da superfície. A plataforma é mais ampla a sul, onde se estende por cerca de 50 quilómetros. Em contrapartida, a margem da plataforma a norte fica a apenas 5 a 10 quilómetros do litoral.

O fundo do oceano Atlântico cai rapidamente a oeste da plataforma continental, caindo para as bordas da planície abissal com profundidades de 2000-2500 metros. A partir daí, a planície declina-se gradualmente para oeste, atingindo profundidades de 5000 metros a 400 quilómetros da costa. Os montes isolados no mar poderiam ser cones vulcânicos que entraram em erupção quando a América do Sul e a África se afastaram.

Bathymetry⁹

The topography of the sea floor west of the coast is quite different from the shape of the land surface to the east. Immediately offshore is the continental shelf which gradually drops to its western margin lying about 150–250 metres below the surface. The shelf is broadest in the south where it extends out about 50 kilometres. By contrast, the shelf edge in the north is only 5 to 10 kilometres from the coastline.

The floor of the Atlantic drops rapidly west of the continental shelf, plummeting to the edges of the abyssal plain at depths of 2,000–2,500 metres. From there, the plain slopes gradually down to the west, reaching depths of 5,000 metres within 400 kilometres of the coast. The isolated sea mounts might be volcanic cones that erupted as South America and Africa drifted apart.

A geomorfologia do Sudoeste de Angola

The geomorphology of South West Angola



Os tijolos fornecem estrutura aos edifícios. O estudo dos tijolos pertence a engenheiros, enquanto os projetistas se concentram na forma e estrutura dos edifícios. Da mesma forma, as rochas dão sustento à terra e, portanto, os geólogos investigam as rochas, enquanto os geomorfologistas procuram entender a forma da Terra. Esta é a distinção entre Geologia (assunto das páginas passadas) e Geomorfologia, que ocupa as páginas que se seguem.

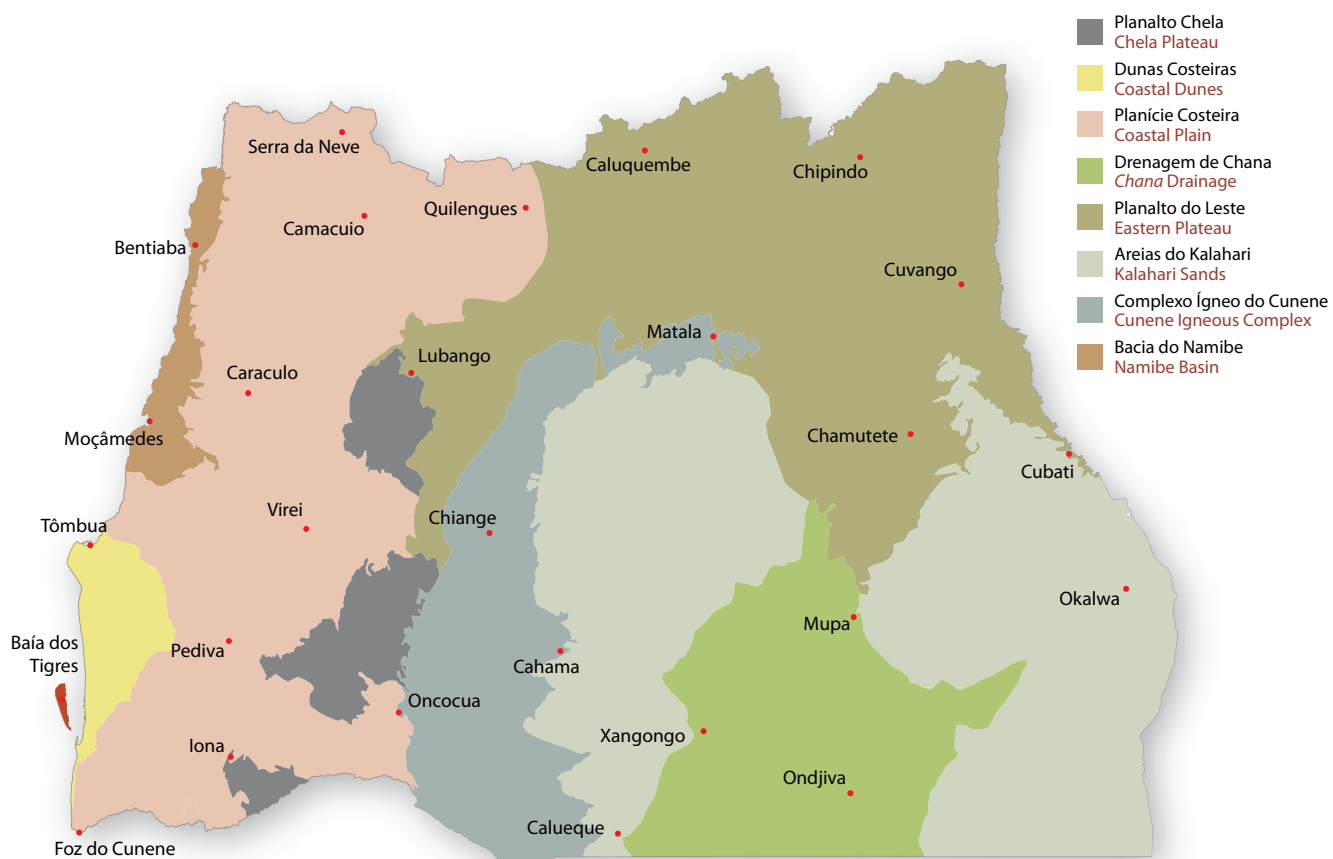
O Sudoeste de Angola é dividido em duas zonas: as planícies costeiras ocidentais e as terras altas do leste. As zonas são separadas por uma longa escarpa, que corre de norte a sul. Em alguns lugares, a escarpa é descomunal, marcada por altos penhascos. Em outros lugares, pouco resta da escarpa, onde as forças erosivas cortaram as bordas das terras altas, deixando superfícies que se elevam gradualmente entre as terras baixas e as terras altas. A separação das terras baixas costeiras das terras altas interiores continua para norte em Angola, pelo sul até Namíbia e, de facto, em redor de grande parte da África Austral.

Existem algumas exceções. Um bloco de planalto ao longo do rio Cunene – serra Chamalindi – ainda se eleva acima das terras baixas, tendo escapado das forças de nivelamento que achataram a área entre o bloco e o planalto principal a norte e a leste. Outras características inesperadas são a serra da Neve e muitos *inselbergs* menores que se erguem acima das planícies costeiras circundantes (ver página 71).

Bricks provide structure to buildings. The study of bricks belongs to engineers while designers focus on the shape and form of buildings. Likewise, rocks give foundation to the earth, and so geologists investigate rocks while geomorphologists seek to understand the shape of the earth. This is the distinction between geology (the subject of the previous pages) and geomorphology, which occupies the pages to come.

South West Angola is broadly divided into two zones: the western coastal lowlands and the eastern highlands. The zones are separated by a long escarpment, which runs north-south. In places the escarpment is formidable, marked by tall, sheer cliffs. Elsewhere, little remains of the escarpment. Here, erosive forces have sheared away the edges of the highlands, leaving surfaces that rise gradually between the lowlands and highlands. The separation of coastal lowlands from interior highlands continues northwards in Angola, south into Namibia, and indeed onwards, around much of southern Africa.

There are some exceptions. One block of plateau along the Cunene River – Serra Chamalindi – still rises above the lowlands, having escaped the levelling forces that flattened the area between it and the main plateau to the north and east. Other unexpected features are Serra da Neve and many smaller *inselbergs* which tower above the surrounding coastal plains (see page 71).



Unidades de paisagem

Distinguem-se oito paisagens nas terras baixas costeiras e terras altas do interior. Três encontram-se nas terras baixas costeiras: dunas costeiras; planície costeira; e bacia do Namibe. As cinco paisagens restantes formam as terras altas a leste: drenagem de chana; areias do Kalahari; complexo ígneo do Cunene; planalto Chela; e planalto do Leste. Cada paisagem é descrita abaixo.

O reconhecimento e as descrições dessas paisagens geomorfológicas baseiam-se em fundações sólidas estabelecidas há várias décadas pela investigação científica de Alberto Castanheira Diniz, Otto Jessen e Mariano Feiro.¹⁰

Landscape units

Eight landscapes are distinguished within the coastal lowlands and inland highlands. Three lie in the coastal lowlands: Coastal Dunes; Coastal Plain; and the Namibe Basin. The remaining five landscapes form the highlands to the east: Chana Drainage; Kalahari Sands; Cunene Igneous Complex; Chela Plateau; and Eastern Plateau. Each landscape is described below.

The recognition and descriptions of these geomorphological landscapes builds on remarkable work done decades ago by Alberto Castanheira Diniz, Otto Jessen and Mariano Feiro.¹⁰



Bacia do Namibe

A divisão e a derivação que marcou a ruptura de Gondwana (ver página 47) foi acompanhada por uma das maiores erupções vulcânicas de sempre na Terra. Imagine a força necessária para quebrar um supercontinente em pedaços, e em seguida afastá-los milhares de quilómetros!

Os grandes e sempre em progressão vales tectónicos e bacias que se formaram quando África e América do Sul se afastaram foram imediatamente preenchidos pelo oceano Atlântico. As bacias que se formaram ao longo do que é agora a costa angolana são conhecidas, de norte para sul, como bacia do Namibe, bacia do Kwanza e bacia do Congo. As bacias equivalentes do outro lado da fenda no que é agora a América do Sul são as bacias de Santos, Campos e Espírito Santo do Brasil. Grandes descobertas de petróleo foram feitas em todas estas bacias, excepto na do Namibe, e é por isso que a área em alto-mar desta bacia é agora um foco de interesse de exploração.

A parte terrestre da bacia do Namibe segue na direcção norte, numa faixa estreita a sul de Moçâmedes por cerca de 200 quilómetros. O que é notável sobre esta pequena secção no Sudoeste de Angola são as exposições excepcionais das rochas sedimentares e ígneas. Isso faz dele um lugar excelente para os geólogos e estudantes investigarem e entenderem os processos que acompanharam a separação de África da América do Sul.

Podemos afirmar que a ruptura entre África e América do Sul ocorreu entre 132 e 135 milhões de anos atrás ao datarmos os basaltos no complexo vulcânico do Bero.¹¹

Namibe Basin

The splitting and drifting that marked the breakup of Gondwana (see page 47) was accompanied by some of the largest volcanic eruptions ever on earth. Just imagine the forces needed to break a mega-continent into pieces, and then to push them thousands of kilometres apart!

The massive, ever-spreading rift valleys and basins that formed as Africa and South America drifted apart were soon filled by the Atlantic Ocean. The basins that formed along today's Angolan coast are known, from south to north, as the Namibe, the Kwanza, and the Congo Basins. Equivalent basins on the other side of the rift in what is now South America are the Santos, Campos and Espírito Santo Basins of Brazil. Major oil discoveries have been made in all these basins except the Namibe, which is why the offshore area of this basin is now a focus of exploration interest.

From just south of Moçâmedes, the onshore part of the Namibe Basin runs northwards in a narrow strip for about 200 kilometres. What is remarkable about this small onshore section of the Basin are the outstanding exposures of sedimentary and igneous rocks. This makes it an excellent place for geologists and students to study and understand the processes that accompanied the breakup before Africa and South America drifted far apart.

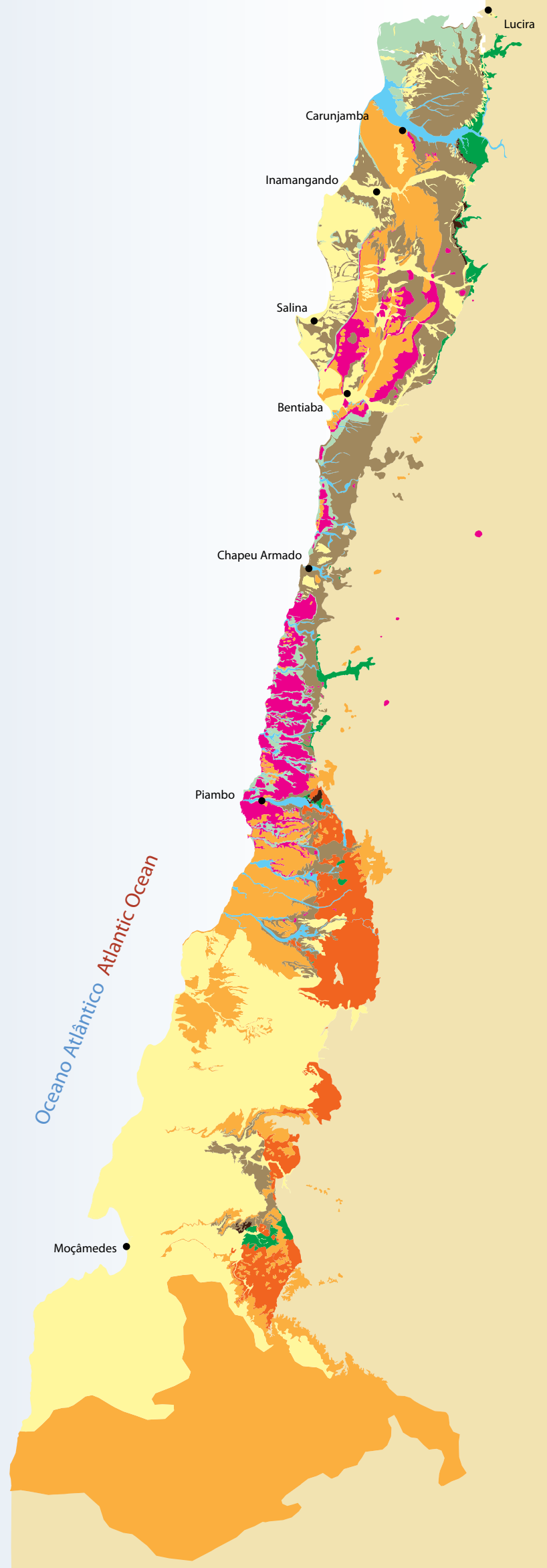
We can tell that the breakup of Africa and South America occurred 132 to 135 million years ago by dating basalts in the Bero Volcanic Complex.¹¹ They erupted as this part of Gondwana first began to rupture, and are thus the oldest rocks related to the rift. Many of the basalts lie exposed at the surface, north-east of Moçâmedes, but they

A variedade de rochas vulcânicas e sedimentares na bacia de Namibe, que se estende entre Moçâmedes e Lucira. Geralmente, os depósitos a leste são os mais antigos, tendo sido formados pouco depois de África e a América do Sul começarem a separar-se. Os depósitos a oeste formaram-se muito depois de se verificar a separação dos continentes. São estes depósitos, portanto, os mais novos da bacia do Namibe.¹²

The variety of volcanic and sedimentary rocks in the Namibe Basin, stretching between Moçâmedes and Lucira. Generally, deposits in the east are the oldest, being formed soon after Africa and South America began to part ways. Those in the west were formed long after the continents split. They are therefore the youngest deposits in the Namibe Basin.¹²

- Capa Cenozóica
Cenozoic Cover
- Sedimentos do rio
River Sediments
- Arenitos de Piambo
Piambo Sandstones
- Rochas vulcânicas da Ombe
Ombe Volcanics
- Sedimentos de Salinas e Santa Marta
Salinas & Santa Marta Sediments
- Sedimentos de Giraúl
Giraúl Sediments
- Gipsite da Bambata
Bambata Gypsum
- Sedimentos de Tumbulunda
Tumbulunda Sediments
- Complexo vulcânico do Bero
Bero Volcanic Complex
- Rochas da base
Basement

0 10 20
km



Estes entraram em erupção quando parte de Gondwana começou a romper-se, sendo estas, portanto, as rochas mais antigas relacionadas com a fenda. Muitos dos basaltos estão expostos à superfície a nordeste de Moçâmedes, mas fazem parte de uma área muito maior de fluxos de lava conhecidos como Paraná-Etendeka, cujos restos também podemos encontrar na Namíbia e no Brasil. Foram essas lavas que foram expulsas durante as primeiras erupções gigantes.

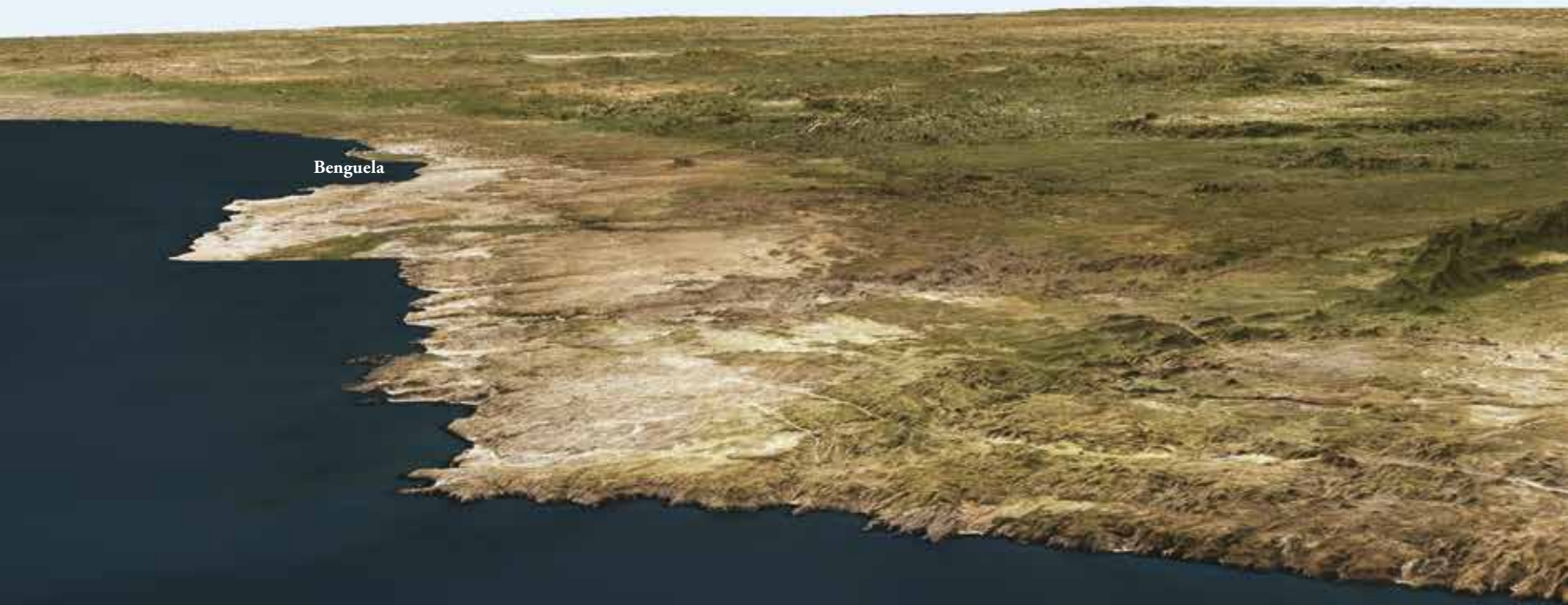
Após a erupção das rochas vulcânicas, uma variedade de fontes termais e outros depósitos de conglomerados, calcário e carbonatos foram instalados no recém-formado vale da Fenda. A água do mar presa no vale evaporou, deixando sedimentos de sal com cerca de 120 milhões de anos. Esses depósitos e sais verificam-se nas formações Tumbulunda e Bambata e ainda podem ser vistos em alguns locais no mapa na página 61. Os sais são excelentes colectores de petróleo e, portanto, muitas vezes associados a depósitos de petróleo.

Os sedimentos de Giraúl são os restos da seguinte grande fase de deposição que ocorreu entre cerca de 105 e 95 milhões de anos atrás. Eles também foram o resultado de forças enormes. A erosão primeiro esculpiu milhares de quilómetros cúbicos de rocha, e depois os rios maciços levaram as rochas até à fenda recém-formada. Em alguns

lugares, os conglomerados grosseiros de pedras e pedregulhos têm mais de 1500 metros de espessura e são facilmente visíveis em imagens de satélite. O alto da paisagem a leste dos conglomerados deve ter sido considerável para que tais depósitos de alta energia fossem formados, e pode ter feito parte do actual planalto da Chela que foi progressivamente erodido para leste.

Até agora, todos os sedimentos na bacia do Namibe vieram do leste, que é hoje Angola. Constituíam sedimentos terrestres. Embora seja difícil de imaginar no nosso mundo aparentemente estável, os níveis do mar subiram dezenas de metros ou, por vezes, as massas terrestres desceram drasticamente. As águas marinhas inundaram a fenda alargada, criando o início do que mais tarde se tornaria o Atlântico. Os sedimentos depositados neste meio marinho são carbonatos ou arenitos marinhos, que são muitas vezes ricos em fósseis. Estes são chamados sedimentos de Salinas e Santa Marta no mapa e têm cerca de 90 milhões de anos.

Ao primeiro período da actividade vulcânica seguiu-se um segundo, durante o qual as lavas se espalharam para oeste, em direcção e para dentro do oceano Atlântico como era na altura. Grandes áreas dessas rochas vulcânicas permanecem na bacia do Namibe, georreferenciadas como rochas vulcânicas da Ombe.



Um maciço cone aluvial dos conglomerados de Giraúl, que se estende por cerca de 20 quilómetros a sul do rio Inamangando, através do rio Carunjamba e quase até Lucira. Nada resta do rio que formou este cone, mas deve ter sido gigantesco para ter levado uma tal massa de pedras por todo o Sudoeste de Angola.

A massive alluvial fan of Giraúl conglomerates stretching some 20 kilometres from south of the Inamangando River across the Carunjamba River and almost to Lucira. Nothing remains of the river that formed this fan, but it must have been gigantic to have carried such a mass of boulders across South West Angola.

form part of a much wider area of old lava flows known as the Paraná-Etendeka, the remains of which are also found in Namibia and Brazil. It is these lavas that spewed forth during the first gigantic eruptions.

After the eruption of the volcanic rocks, a variety of hot spring and other deposits of conglomerates, shales and carbonates settled in the newly formed rift valley. Sea water trapped in the valley evaporated, leaving salt sediments that are about 120 million years old. These deposits and salts are shown as the Tumbulunda and Bambata formations and can still be seen at locations in the map on page 61. The salts are excellent traps for oil, and thus often associated with oil deposits.

The Giraúl sediments are the remains of the next major phase of deposition which occurred between about 105 and 95 million years ago. They, too, were the result of enormous forces. Erosion first carved away thousands of cubic kilometres of rock, and then massive rivers carried the rocks down to the newly formed rift. In places, the coarse conglomerates of pebbles and boulders are over 1,500 metres thick, and easily visible in satellite images. The height of the landscape to the east of the conglomerates must have been considerable for such high energy deposits to be formed, and it may well have been part of the present

day Chela Plateau that was progressively being eroded eastwards.

Until now, all sediments in the Namibe Basin came from the east, which is today Angola. They were terrestrial sediments. Although difficult to imagine in our seemingly stable world, sea levels rose tens of metres or land masses dropped dramatically at times. Marine waters flooded the widening rift, creating the start of what would much later become the Atlantic. Sediments deposited in this marine environment are carbonates or marine sandstones, which are often rich in fossils. They are called the Salinas and Santa Marta sediments in the map of the Namibe Basin, and are about 90 million years old.

The first spell of volcanic activity was followed by a second bout when the lavas spread westward, towards and into the ocean as it was then. Large areas of these volcanic rocks remain in the Namibe Basin where they are mapped as Ombe Volcanics. Some of the volcanoes that erupted then are still visible as volcanic plugs to the east of the rift.

Overlying the Ombe Volcanics is another layer of marine sediments, also rich in fossils. These Piambo sandstones were laid down about 65 to 70 million years ago during a period when the Earth was extremely hot, and when sea levels may have



Alguns dos vulcões que entraram em erupção ainda são visíveis como agulhas vulcânicas de lava a leste da fenda.

Recobrimo rochas vulcânicas da Ombe está outra camada de sedimentos marinhos, também rica em fósseis. Estes arenitos de Piambo foram depositados há cerca de 65 a 70 milhões de anos, durante um período em que a Terra estava extremamente quente e os níveis do mar poderiam ter chegado até 200 metros acima dos níveis actuais. A evidência disso pode ser vista nos remanescentes de arenitos marinhos no planalto do Piambo, a leste da bacia do Namibe e no topo das antigas rochas da base.

Nos últimos 65 milhões de anos, o nível do mar continuou a mudar. Alguns geólogos acreditam que os intervalos em que a terra subia e descia foram breves, pelo menos numa escala geológica.

Este debate ainda está por resolver, mas ambos os conglomerados (de origens terrestres) e sedimentos marinhos foram depositados nas mesmas áreas em diferentes estágios. Os cumes de cobertura plana e os penhascos coloridos em torno de Moçâmedes e o Tômbua consistem em sedimentos em camadas dessas diferentes origens (veja página 386). E a sul, perto do rio Cunene, estão os restos de dunas sopradas pelo vento que se formaram muito antes dos campos de dunas activos que vemos hoje.

A Terra nunca está parada! Os níveis do mar continuarão a aumentar e diminuir dependendo do clima da Terra e dos processos tectónicos que impulsionam os movimentos dos continentes. A erosão continuará a remover algumas rochas e novos sedimentos serão depositados – podemos estar certos disso.



Um dente de tubarão preservado e a destacar-se de sedimentos marinhos depositados durante os últimos 65 milhões de anos. O dente tem cerca de 2 centímetros de comprimento.

A shark's tooth preserved and protruding from marine sediments deposited during the last 65 million years. The tooth is about 2 centimetres in length.

been as much as 200 metres above current levels. Evidence for this is to be seen in the table-topped remnants of marine Piambo Sandstones to the east of the Namibe Basin and on top of ancient Basement rocks.

Over the past 65 million years sea levels continued to change. Some geologists believe that the intervals at which the land was rising and falling were brief, at least in terms of geological clocks. This debate is still to be resolved, but both conglomerates (from terrestrial onshore origins) and marine sediments were deposited in the same areas at different stages. The flat-topped ridges and

colourful cliffs around Moçâmedes and Tômbua consist of layered sediments of these different origins (see page 386). And to the south near the Cunene River are the remains of wind-blown dunes that formed long before the active dune fields we see today.

The Earth is never still! Sea levels will continue to rise and fall depending on the climate of the Earth and on the tectonic processes that drive the movements of continents. Erosion will continue to remove some rocks and new sediments will be deposited – of that we can be certain.

Três dos cones vulcânicos que entraram em erupção para produzir as rochas vulcânicas da Ombe ainda embelezam a planície costeira no interior de Bentiaba e Piambo.

Three of the volcanic cones that erupted to produce the Ombe Volcanics still grace the coastal plain inland of Bentiaba and Piambo.





Dunas costeiras

A extensão das dunas de areia no Sudoeste deve a sua existência a duas características: um suprimento de areia transportado pelo rio Cunene, da erosão no interior, e os fortes ventos do sul que conduzem os sedimentos para norte e para a costa (ver página 138). De forma simples, os sedimentos são levados pelo rio e despejados no mar na foz do Cunene (veja a imagem na página 155). Esta carga é então transportada para norte e para as praias pelo movimento oblíquo das ondas conduzido pelo vento. Os ventos sopram então a areia das praias na direção norte e leste até ao rio Curoca, que bloqueia qualquer movimento adicional das dunas.

Existem duas zonas principais de dunas, conforme reflectida nesta imagem do Google Earth (página oposta). A primeira está perto da foz do Cunene, de onde a areia é transportada para norte ao longo de um cinturão estreito. Nas imediações da baía dos Tigres o cinturão de areia dissemina-se entre leste e norte, numa zona de dunas com cerca de 50 quilómetros de extensão, sendo de 80 quilómetros de sul para norte.

A outra zona de dunas e areia começa 98 km a norte da foz. Em comparação com as dunas mais claras a sul e a leste, as dunas mais escuras têm comprimentos de onda mais curtos e muitas vezes têm manchas de água doce e vegetação nos vales entre dunas.

Coastal dunes

The expanse of sand dunes in the south-west owes its existence to two features: a supply of sand delivered by the Cunene River from erosion inland, and the strong southerly winds that drive the sediments north and onshore (see page 138). Quite simply, the sediments are washed down the river and dumped offshore at the Cunene's mouth (see the image on page 155). This load is then carried north and onto the beaches by longshore drift driven by the wind. The winds then blow the sand off the beaches northwards and eastwards as far as the Curoca River which blocks any further movement of the dunes.

There are two main zones of dunes as reflected in this Google Earth image (opposite). The first is close to the Foz do Cunene from where sand is transported northwards along a narrow belt. In the vicinity of Baía dos Tigres the belt of sand fans east and north into a zone of dunes, some 50 kilometres broad, and stretching 80 kilometres from south to north.

The other zone of dunes and sand starts 98 kilometres north of the Foz. Compared to the lighter coloured dunes to the south and east, the darker dunes have shorter wave lengths and often have patches of freshwater and vegetation in the inter-dune valleys.

*A norte dunas pesadas e escuras;
a sul dunas mais claras e pálidas*

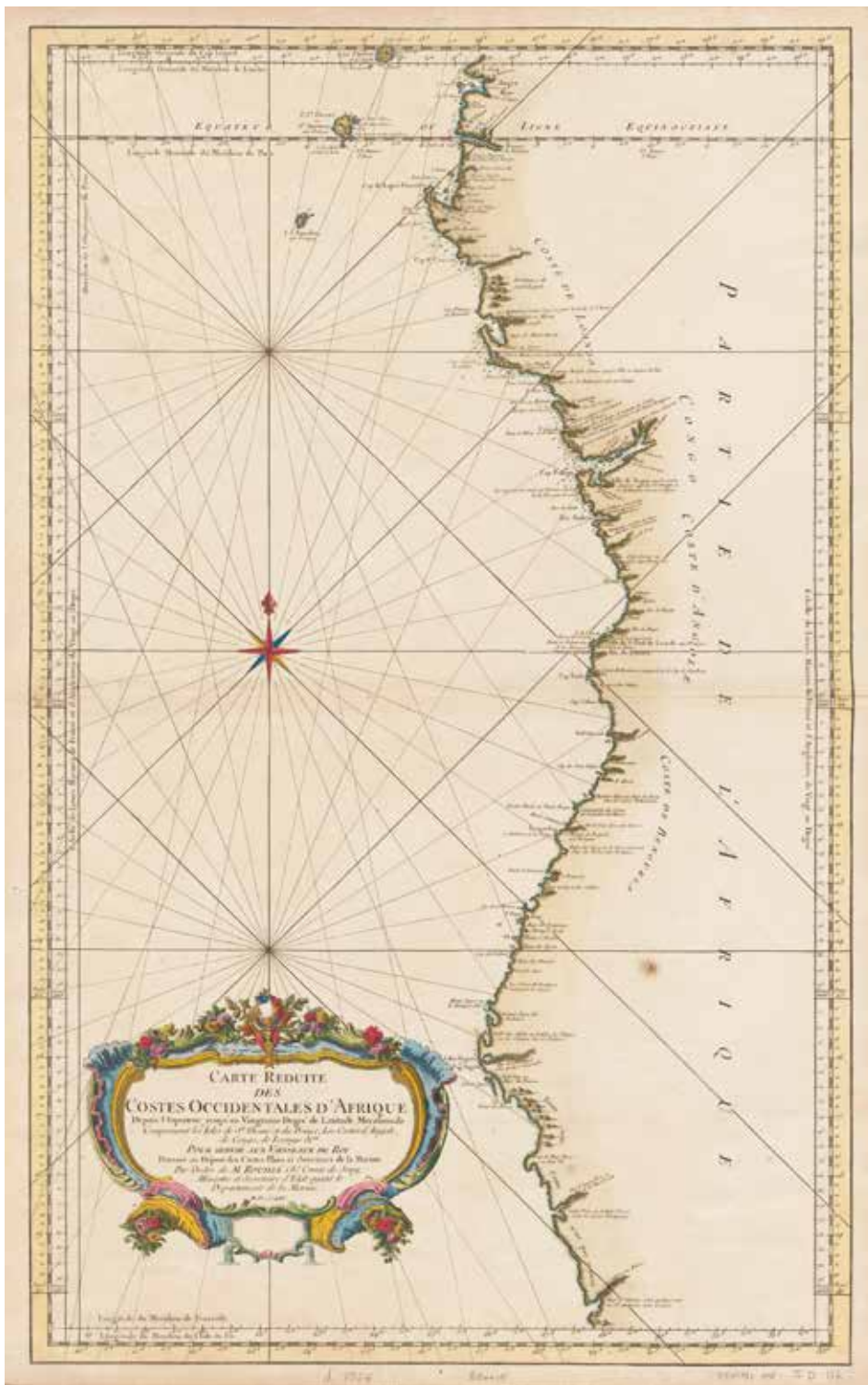
As dunas mais escuras provavelmente movem-se mais devagar, e podem ter mais humidade e minerais pesados do que as dunas a sul. A razão para essas diferenças não é conhecida.

*Heavy, dark dunes to the north;
lighter, paler dunes in the south*

The darker dunes probably move more slowly, and have more moisture and heavy minerals than dunes to the south. The reason for these differences is apparently not known.



1 km



Um forte vendaval no dia 14 de Março de 1962 quebrou o banco de areia que ligava a baía dos Tigres ao continente. A baía deixava de ser uma península, passando a ser uma ilha. A ruptura da baía dos Tigres do interior de Angola deve ter sido um choque, especialmente para aqueles que moravam no povoado de pesca de São Martinho dos Tigres. No entanto provavelmente aconteceram rupturas muitas vezes antes. Um mapa de 1623 mostra Tigres como uma península, enquanto foi retratada como uma ilha em mapas de 1675, 1754 (mapa grande e detalhe reproduzido em baixo) e 1790. Pedro Alexandrino descreveu-a como uma península em 1839, mas depois uma ilha é mostrada num mapa desenhado em 1846, enquanto outro mapa de um levantamento em 1854 indica Tigres como uma península.¹³

A strong gale on the 14th of March 1962 broke the sand spit linking Baía dos Tigres to the mainland. The 'Baía' was no longer a peninsula, but an island. The breaking of Baía dos Tigres from the Angolan mainland must have been a shock, especially to those living at the fishing settlement of São Martinho dos Tigres. However, breaks probably happened often before. A map from 1623 shows 'Tigres' as a peninsular, while it was depicted as an island in maps from 1675, 1754 (the large map and inset reproduced below) and 1790. Pedro Alexandrino described it as a peninsula in 1839, but then an island is shown in a map drawn in 1846. Yet another map from a survey in 1854 indicates 'Tigres' as a peninsula.¹³

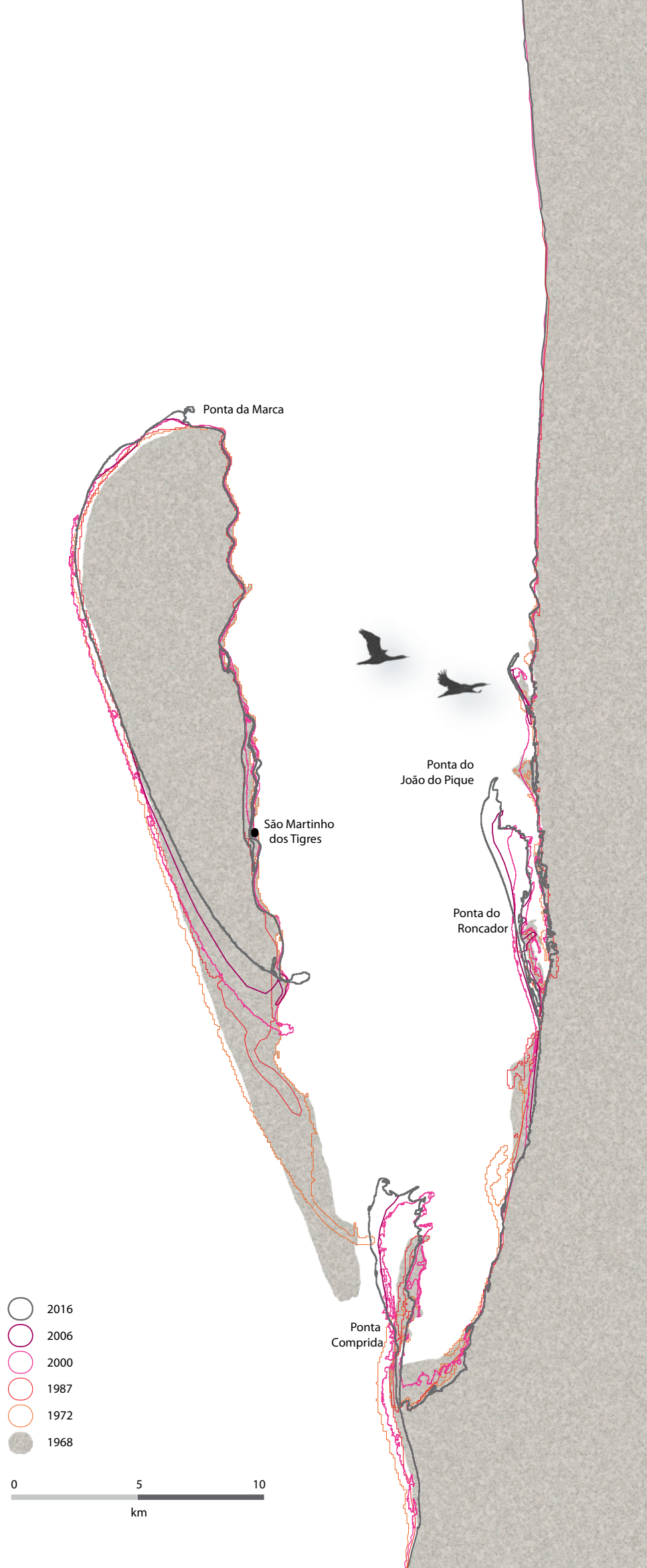


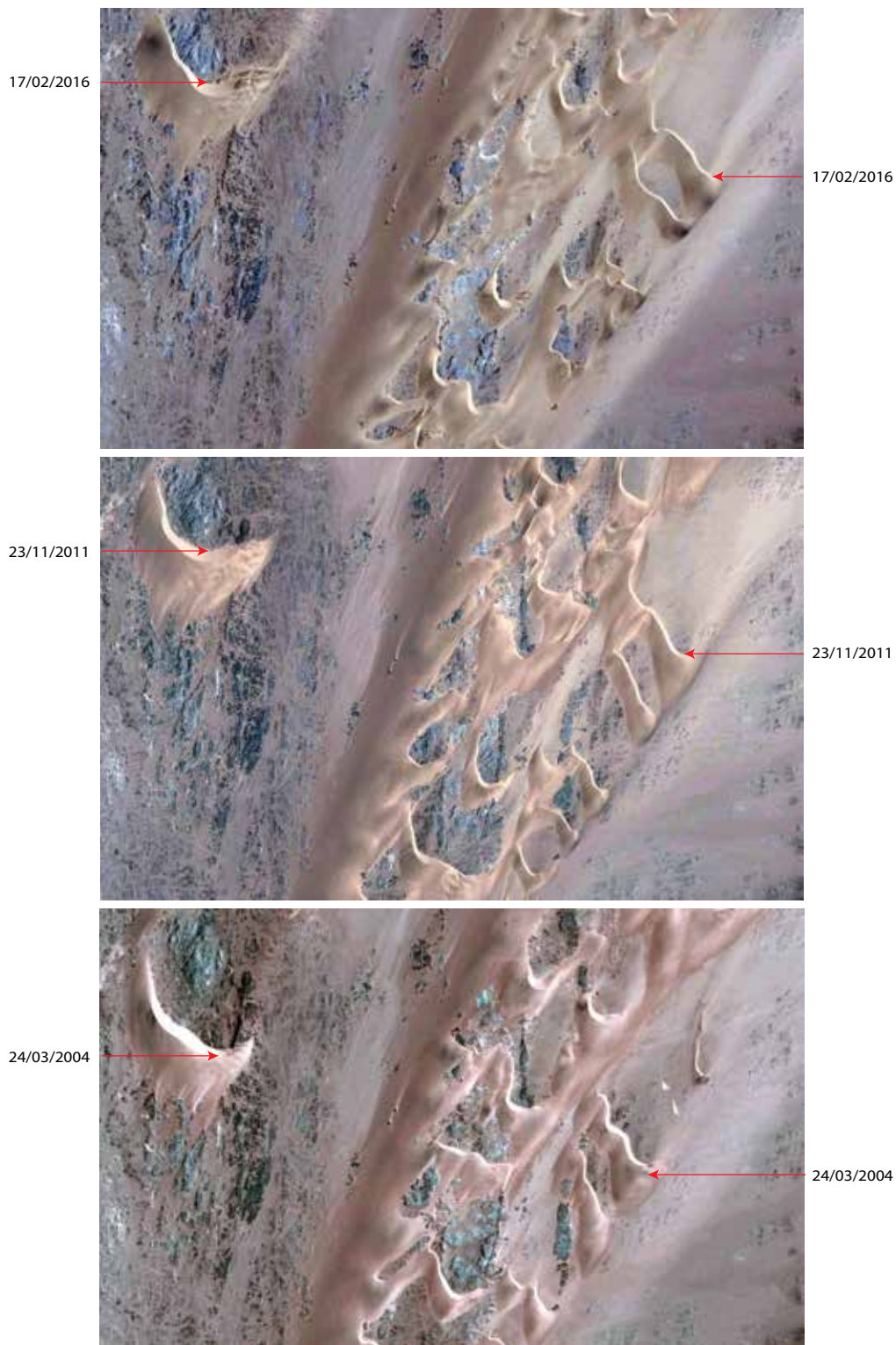
A mudança no formato de Tigres

Este mapa mostra o litoral, vários bancos de areia e penínsulas e o esboço da baía dos Tigres entre 1968 e 2016. As maiores mudanças foram a redução do tamanho da ilha e o crescimento a norte de Ponta Comprida e Ponta do Roncador. Entre 1968 e 2016, 12 quilómetros da parte sul da ilha foram arrastados e cobertos pelo mar. Isso equivale a uma média de 250 metros da ilha obliterada todos os anos. Durante este período de 48 anos, Ponta Comprida cresceu cerca de 6,3 quilómetros e Ponta do Roncador, 7,3 quilómetros. O resto da ilha mudou pouco, embora tenha havido expansões relativamente pequenas a norte e a oeste. Um barco naufragado está agora a 170 metros da margem onde encalhou (ver página 370).

The changing shapes of Tigres

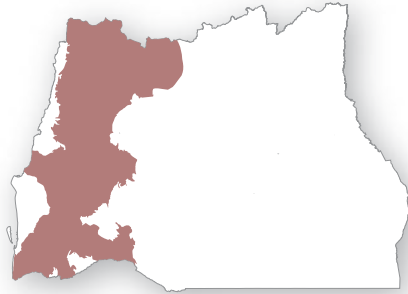
This map shows the coastline, various sand spits and peninsulas, and the outline of Baía dos Tigres between 1968 and 2016. The biggest changes have been the reduction in size of the island and the northward growth of Ponta Comprida and Ponta da Roncador. Between 1968 and 2016, 12 kilometres of the southern part of the island was washed away and covered by sea. That amounts to an average of 250 metres of the island being obliterated every year. Over this 48-year period, Ponta Comprida grew about 6.3 kilometres and Ponta da Roncador, 7.3 kilometres. The rest of the island has changed little, although there have been relatively small expansions to the north and west. One shipwreck now lies 170 metres from the shore where it foundered (see page 370).





As dunas de areia podem mover-se rapidamente. Estas dunas estão cerca de 8 quilómetros a nordeste da foz do Cunene e mostram como estavam as dunas em 2004, 2011 e 2016. A grande duna de barchan a oeste moveu-se cerca de 160 metros, durante um período de 12 anos, entre Março de 2004 e Fevereiro de 2016, o que equivale a aproximadamente 13 metros por ano, ou 1 metro por mês ou 3 centímetros por dia! As dunas transversais menores a oeste foram mais rápidas, movendo-se cerca de 230 metros durante o mesmo período.

Sand dunes can move quickly. These dunes are about 8 kilometres north-east of Foz do Cunene, and show the dunes as they were in 2004, 2011 and 2016. The large barchan dune to the west moved about 160 metres over the 12 years between March 2004 and February 2016, which is roughly 13 metres per year, or 1 metre per month or 3 centimetres per day! The smaller transverse dunes to the west were speedier, moving about 230 metres over the same period.



Planície costeira

A planície costeira abrange uma ampla área que cobre grande parte do terço ocidental da região, variando em largura entre cerca de 100 e 180 quilómetros de oeste a leste. Grande parte da paisagem consiste em terreno suavemente britado, em locais marcados por *inselbergs* ou escavados por vales de rios, que levam esporadicamente a água para oeste, vindas das terras altas a leste. Centenas de diques atravessam a paisagem, alguns deles estendendo-se por dezenas de quilómetros sobre as planícies.

A maioria dos *inselbergs* são pequenos afloramentos de granito, muitas vezes com superfícies lisas arredondadas. Outros formam colinas grandes e altas. A serra da Neve é de longe a mais impressionante, que se eleva 2489 metros acima do nível do mar. Depois da serra do Moco (2620 metros), este é o segundo pico mais alto de Angola.

A serra da Neve – a Montanha da Neve de Angola eleva-se 1500 metros – e por vezes mais – acima da planície circundante. O maciço provavelmente surgiu há cerca de 80 milhões de anos, quando grandes massas de material ígneo se elevaram lentamente através da crosta terrestre. O nome da montanha provavelmente vem dos granitos pálidos, que com certa luz parecem brancos como neve. As colinas arborizadas da serra da Neve cercam um vale central onde há uma pista de aviação e a aldeia isolada de Mukwandu.

Coastal plain

The Coastal Plain comprises a broad area covering much of the western third of the region, varying in width between about 100 and 180 kilometres from west to east. Much of the landscape consists of gently rolling ground, in places punctuated by inselbergs or gouged by river valleys that sporadically carry water westwards from highlands in the east. Hundreds of dykes criss-cross the landscape, some of them extending tens of kilometres over the plains.

Most of the inselbergs are small granite outcrops, often with rounded smooth surfaces. Others form large, tall hills. By far the most impressive of these is Serra da Neve, which rises to 2,489 metres above sea level. After Serra do Moco (2,620 metres), this is the second highest peak in Angola.

Serra da Neve – Angola's 'Mountain of Snow' – rises 1,500 metres and more above the surrounding plain. The massif probably emerged about 80 million years ago when great masses of igneous material pushed slowly upwards through the earth's crust. The mountain's name probably comes from pale granites which appear snowy white in certain light. The steep wooded hills of Serra da Neve surround a central valley in which there is an airstrip and the isolated settlement of Mukwandu.







Grandes montanhas e pedregulhos de granitos destacam-se da Planície Costeira

Os inselbergs de granito são formas habituais na paisagem das planícies costeiras do Norte. Este inselberg está perto de Caitou e do seco rio Bentiaba apresentado em primeiro plano (imagem em cima). Pequenos montes de granito decoram as áreas mais vizinhas da costa, como as próximas do rio Piambo (imagem em baixo).

Great mountains and boulders of granites rise from the Coastal Plain

Granite inselbergs are common features of the landscape in the northern Coastal Plains. This inselberg is close to Caitou and the dry Bentiaba River shown in the foreground (top). Smaller granite hills decorate areas closer the coast, such as ones near the Piambo River (below).



Eufórbias enormes e delgadas, parecidas com postes telefónicos, crescem em colinas graníticas. A sua designação científica é Euphorbia eduardoi.

Tall, slim Euphorbias looking like telephone poles grow on the granite hills. Their Latin name is Euphorbia eduardoi.

