

2 – ASPECTOS GERAIS DE PALINOLOGIA

O desenvolvimento da palinologia, no início do século vinte, e o seu uso para além de aplicações estratigráficas, podem ser atribuídos a Lennart von Post, a primeira pessoa a reconhecer que as alterações dos pólenes na composição dos depósitos de carvão eram resultado de alteração da vegetação e do clima (Kapp's, 2000). O termo palinologia foi construído por Hyde & Williams, sendo mais abrangente que análise polínica (aplicada essencialmente ao trabalho realizado no domínio do Quaternário). Palinologia deriva da palavra grega *palunein* = polvilhar, pó, também reconhecido no Latim *pollen* = farinha (Jansonius & McGregor, 2002).

Os estudos palinológicos podem contribuir com informações para um variado leque de domínios científicos (Figura 2.1), nomeadamente: taxonomia, estudos genéticos e evolutivos, melissopalynologia (estudo do mel), ciências forenses, estudo de alergias, estudos históricos de vegetação (quer no domínio das espécies, quer no domínio das comunidades), correlação de depósitos e atribuição de idades, estudos de alterações climáticas, assim como o estudo do impacto do Homem na vegetação do passado (Moore *et al.*, 1991).

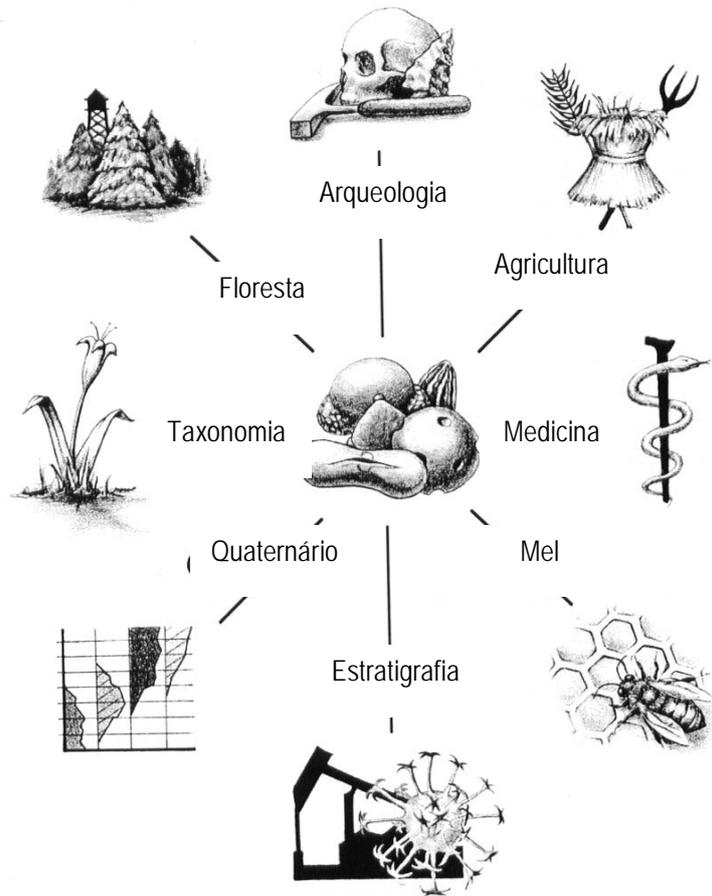


Figura 2.1 – Algumas das aplicações da palinologia (adaptado de Kapp's, 2000)

O conhecimento da evolução, das transformações sucessivas da flora e da fauna, bem como as relações geométricas (estratigráficas e cartográficas) e as características litológicas dos diversos terrenos, permitiram estabelecer cronologias relativas e dividir a história da Terra em eras, períodos, idades, etc. (Teixeira & Pais, 1976).

2.1. ASPECTOS GERAIS DOS PALINOMORFOS

Nos anos 40, o termo palinologia incidia no estudo de esporos e pólenes, incluindo o material recuperado por métodos químicos a partir dos carvões e sedimentos. Como os outros elementos que resistiram aos drásticos processos de maceração começaram igualmente a ser estudados, o termo palinologia tornou-se mais amplo. Actualmente, qualquer estrutura microscópica que resista ao ataque com HCl, HF, H₂NO₃, NHOH₃, assim como a outras substâncias químicas igualmente corrosivas, poderá ser designada por palinomorfo (Jansonius & McGregor, 2002).

Os palinomorfos podem ser esporos de fungos e pequenas frutificações, aparelhos bucais de poliquetas, extintos quitinozoários, fragmentos de tecidos animais e vegetais, quistos de dinoflagelados, quistos de algas, isosporos, microsporos, megasporos e grãos de pólenes (Jansonius & McGregor, 2002). A designação palinomorfos não inclui elementos orgânicos como fragmentos de madeiras, cutículas de plantas e outros materiais amorfos, o termo genérico para estes é fitoclastos (Riding & Kyffin-Hughes, 2004)

A esporopolenina e a quitina, os principais constituintes das paredes dos palinomorfos, encontram-se entre os compostos orgânicos quimicamente mais inertes que ocorrem na natureza. Os palinomorfos tendem a não só ficar preservados apesar de possíveis vicissitudes do ponto de vista químico durante e após a deposição, como podem ser separados por procedimentos laboratoriais relativamente fáceis a partir da rocha onde se encontram (Traverse, 1988). Manskaya *et al* (*in* Riding & Kyffin-

Hughes, 2004) atribui esta robustez à presença de estruturas aromáticas condensadas formadas em parte a partir da lenhina.

Na formação de uma rocha sedimentar existem factores sim- e pós-deposicionais, que podem destruir a esporopolenina, nomeadamente:

- a) ambientes oxidantes;
- b) ambientes muito alcalinos;
- c) incarbonização (maturação térmica orgânica, como resultado de elevação da temperatura ao longo de longo período de tempo);
- d) temperatura elevada (num curto período de tempo, exemplo: intrusão vulcânica)
- e) recristalização de minerais contidos no sedimento (Traverse, 1988)

Devido à sua abundância comparativamente com outros fósseis, uma vez que uma só lâmina pode conter milhares de palinomorfos, é possível a realização de estudos estatísticos e populacionais, algo raro em paleontologia (Traverse, 1988).

2.2 ESPOROS

A designação de esporo é comum a estruturas produzidas por briófitas, pteridófitas, algas e fungos, havendo no entanto diferenças no que diz respeito à constituição e aparência. Tal como os grãos de pólen, os esporos das briófitas e pteridófitas são constituídos por esporopolenina e apresentam estrutura e ornamentações características.

Os esporos são estruturas importantes no ciclo de vida das Briófitas e das Pteridófitas. Estas estruturas unicelulares após germinarem dão origem à geração gametófito responsável pela produção dos gametas (Figura 2.2).

Uma das funções dos esporos é permitir a distribuição e reprodução da planta, outra é permitir a protecção do conteúdo do espora durante o transporte e antes da germinação (Tschudy & Scott, 1969).

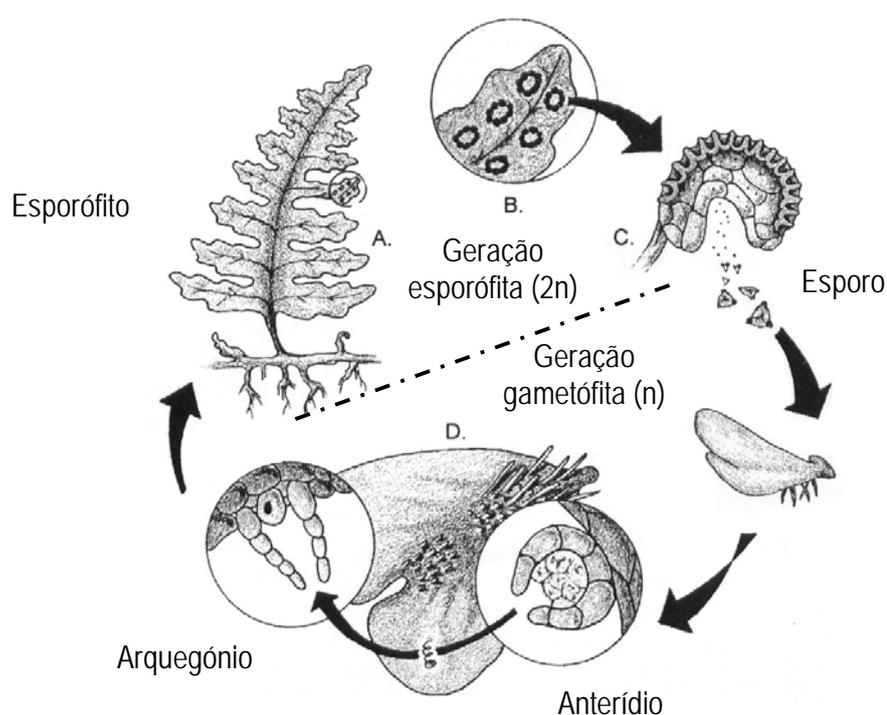


Figura 2.2 – Ciclo de vida de um feto (adaptado de Kapp's, 2000).

As plantas produtoras de esporos geram-nos em quantidades e graus de resistência diferentes. Esta última está dependente, em primeiro lugar, da espessura da parede do espora, que é constituída por uma ou várias camadas de esporopolenina. O tamanho dos esporos, assim como a sua densidade, são fundamentais para a dispersão dos esporos. Os megasporos não apresentam dispersão tão elevada como os isosporos ou

os microsporos, normalmente até são produzidos em menor quantidade (Jansonius & McGregor, 2002)

Os esporos permitem um bio-registo contínuo das briófitas e pteridófitas desde o Ordovícico superior ou Silúrico até ao presente. Os esporos têm tido grande importância na resolução de inúmeros problemas no domínio da geologia e da biologia: nas correlações em estudo de carvões, na biostratigrafia, na determinação de idades, nos estudos de proveniência, nos estudos paleoambientais, paleocológicos, paleogeográficos e fitogeográficos, e ainda na taxonomia, filogenia e evolução de plantas. Estas aplicações possibilitam uma abordagem interdisciplinar que permite elucidar as relações existentes entre processos biológicos, geológicos e químicos (Jansonius & McGregor, 2002).

Morfologia

A forma do esporo está em muito relacionada com a natureza das divisões meióticas da célula-mãe dos esporos. Se a célula-mãe dos esporos dá origem simultaneamente a quatro esporos, então forma-se uma tétrada tetraédrica (Figura 2.3). Se a meiose ocorre de forma sucessiva, a célula-mãe dos esporos dá origem a duas células e estas por sua vez sofrem nova divisão, obtendo-se igualmente quatro células, mas forma-se uma tétrada tetragonal (Figura 2.3). Os esporos que constituíram uma tétrada tetraédrica apresentam uma marca trilete, pois cada um contacta directamente com os outros três esporos. Por sua vez, os esporos de uma tétrada tetragonal apresentam marca monolete, pois, cada um dos esporos só se encontra em contacto com outros dois esporos (Armstrong & Brasier, 2005).

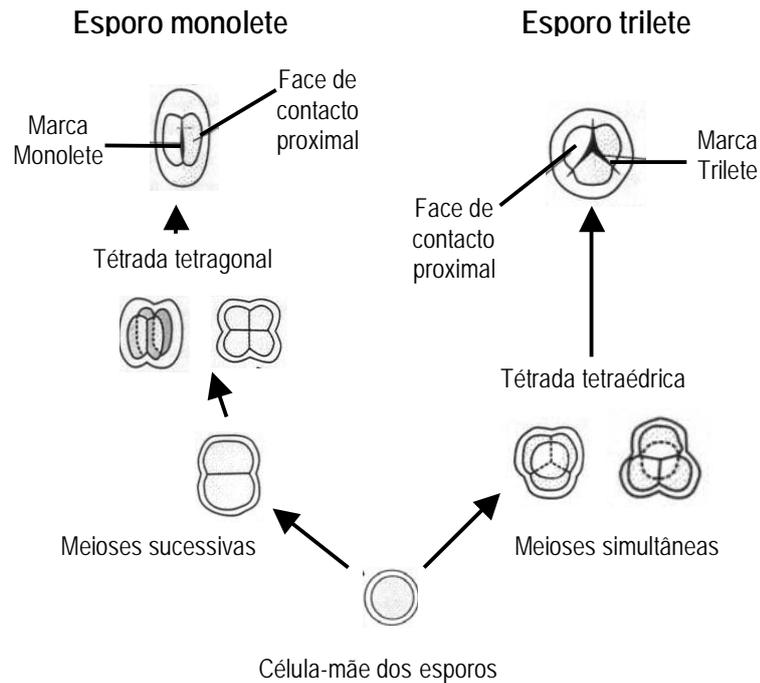


Figura 2.3 – Meiose e a produção de esporos monolete e trilete (adaptado de Armstrong & Brasier, 2005).

Os sulcos (“*laesures*”) que formam as marcas monolete e trilete são zonas de fraqueza na parede proximal, servindo de zonas de abertura para a germinação do esporo. A estrutura mais externa do esporo é constituída por duas camadas em regra designadas por intina e exina. Alguns esporos apresentam, a rodear exteriormente estas camadas, uma outra camada ou envelope designada por perisporo. Muitos esporos apresentam ornamentações na parede; os esporos triletes apresentam maior variabilidade de ornamentação e estrutura do que os esporos monoletes (Haq & Boersma, 1998).

As paredes dos esporos das briófitas e pteridófitas não são análogas às dos pólenes das angiospérmicas, por isso é preferível evitar a utilização dos termos “intina”, “exina” e “perina” que são aplicados no caso dos pólenes. São mais apropriados para os esporos os termos endosporo (a camada de natureza celulósica que raramente sobrevive ao processo de fossilização ou aos procedimentos laboratoriais), exosporo

(uni ou multi camada impregnada por esporopolenina) e perisporo (externo ao exosporo e constituído por materiais de esporopolenina que são mais densos e menos estáveis que os do exosporo) (Jansonius & McGregor, 2002).

O exosporo apresenta quatro funções principais: protecção, acomodação (aquando de uma alteração de tamanho), dispersão e germinação. Protecção, uma vez que a esporopolenina é um composto extremamente estável que resiste à acção enzimática e diminuição do pH, protege igualmente o protoplasma da dessecação e abrasão mecânica. Acomodação, porque sempre que aumenta a humidade atmosférica, o protoplasma do esporo tem tendência a expandir-se. Estas alterações de volume fazem com que o exosporo tenha que ter um comportamento elástico. Esta acomodação também pode dever-se à extensão e contracção das aberturas germinativas, pode contribuir, igualmente, os sacos aéreos e as paredes do tecto (“*tectate walls*”) nos pólenes. Para uma dispersão eficaz contribui um exosporo fino e liso quando esta se faz pelo vento; quando é realizada por insectos o exosporo tende a ser mais espesso e ornamentado. Quando a dispersão se faz pela água, os esporos não apresentam exosporo, uma vez que o perigo de dessecação é negligenciável. Sempre que as condições de humidade são favoráveis as aberturas germinativas no exosporo podem expandir-se e permitir a germinação do esporo (Armstrong & Brasier, 2005)

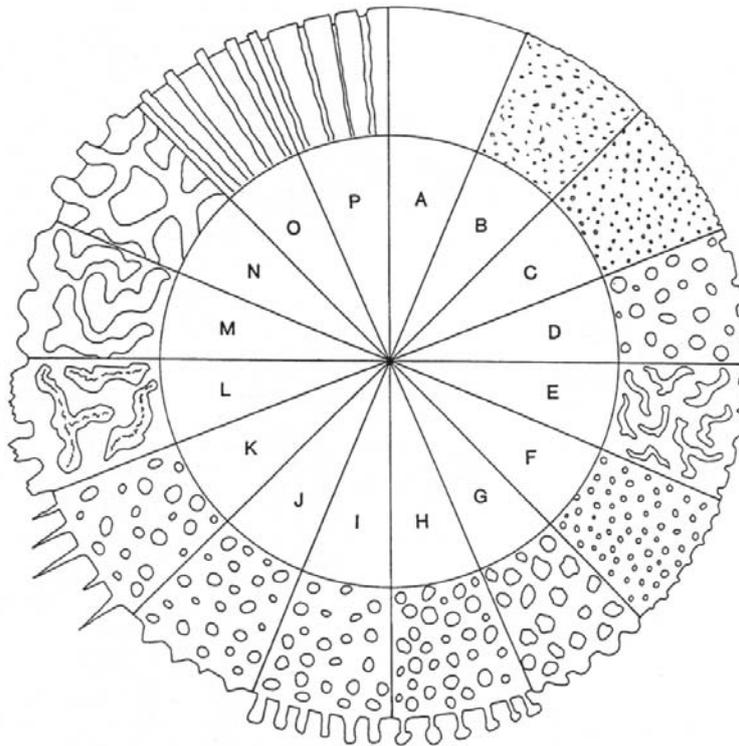


Figura 2.4 – Composição esquemática das ornamentações das paredes dos esporos (A – Sem ornamentação, B – Escabroso, C – Ponteado, D – Fóveolado, E – Vermiculado, F – Granulado, G – Verrucado, H – Pilado, I – Baculado, J – Cônico, K – Espinhoso, L – Cristado, M – Rugoso, N- Reticulado, O – Cicatrizado, P – Canaliculado (Jansonius & McGregor, 2002)

A superfície externa da esporoderme, ou as suas camadas individuais, podem ser lisas ou apresentarem ornamentação com elementos que podem ser positivos (se forem protuberantes) ou negativos (se forem em depressão). A figura 2.4 apresenta um leque de possíveis ornamentações e respectivas designações (Jansonius & McGregor, 2002). Um único esporo pode apresentar diferentes padrões de ornamentação. Normalmente, ocorre uma diferenciação na distribuição da ornamentação, que em geral é mais firme e densa na superfície distal e mais espaçada, fina ou ausente na superfície germinativa (Jansonius & McGregor, 2002)

Apesar do conhecimento das ultraestruturas da parede do esporo das briófitas e pteridófitas actuais e fósseis se encontrar muito aquém de estar completo, o estudo preliminar indica que as paredes dos esporos das briófitas e fetos menos evoluídos

tendem a ser mais homogêneas. Conjuntos de características relativas às aberturas, ornamentações e estruturas dos esporos têm possibilitado a identificação taxonômica, incluindo, ordem, família e gênero (Jansonius & McGregor, 2002).

2.3 PÓLENES

Ao contrário das plantas produtoras de isosporos, as plantas que produzem grãos de pólen (gimnospermas e angiospermas) não são isospóricas, apresentam microsporos e macrosporos. Os grãos de pólen são os microsporos e formam-se no interior das anteras por divisão meiótica das células-mãe dos grãos de pólen (Figura 2.5).

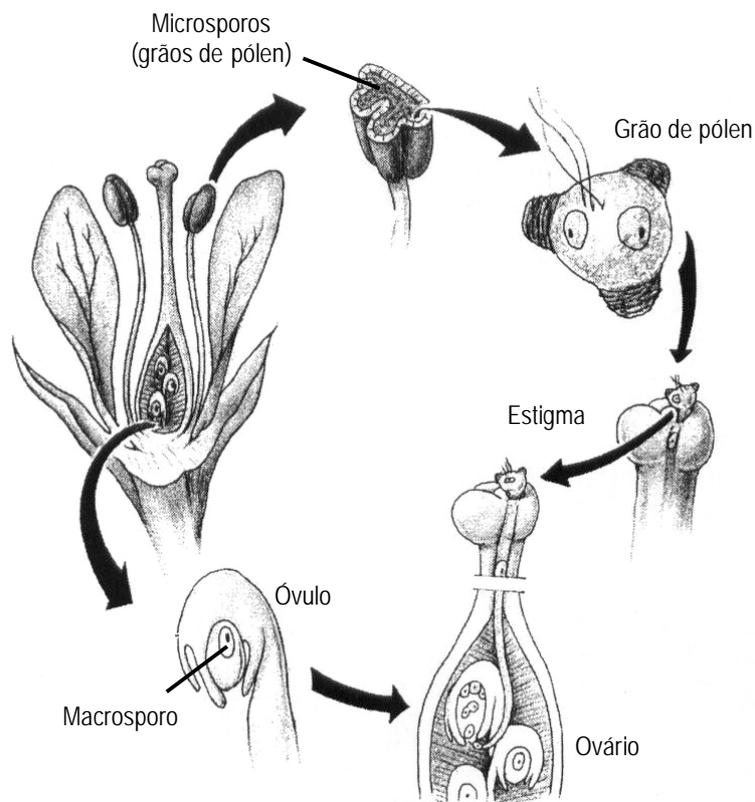


Figura 2. 5 – Heterosporia numa planta com flor (adaptado de Kapp's, 2000).

A função do grão de pólen é garantir o transporte do gametófito masculino até à flor feminina por forma a garantir a fecundação (Tschudy & Scott, 1969).

Através da polinização, que pode decorrer através do transporte pelo vento (polinização anemófila) ou por animais (polinização zoófila), o grão de pólen alcança o estigma da mesma ou de outra flor da mesma espécie; ao cair sobre o estigma inicia-se a germinação dando origem ao microgametófito (tubo polínico), este encerra dois gâmetas masculinos. Um destes fecunda a oosfera, permitindo a formação do embrião que ficará encerrado e protegido no interior da semente. Uma polinização eficiente e uma fecundação totalmente independente da água, foram factores determinantes para o sucesso evolutivo.

A diversidade de pólenes, especialmente das angiospérmicas e das espermatófitas a partir de meados do Cretácico, apresenta aos palinopaleontólogos uma abundância e diversidade de formas que podem ser utilizadas para biostratigrafia, permitindo o estabelecimento de correlações entre locais distantes e, igualmente, a reconstrução de paleoambientes (Jansonius & McGregor, 2002).

Os pólenes e os esporos representam a flora terrestre. Logo, o seu estudo é de grande importância em rochas cuja génese é exclusivamente continental. Em alguns locais, os pólenes e esporos poderão ser os únicos fósseis disponíveis para permitir a datação de estratos não marinhos. Nestas situações, os palinomorfos terrestres são de grande importância para a geologia. Podem permitir, igualmente, a correlação entre sucessões terrestres e marinhas. Mesmo rochas marinhas com poucos ou nenhuns fósseis marinhos podem conter pólenes (Jansonius & McGregor, 2002).

A proliferação dos pólenes das angiospérmicas no Cretácico superior e o seu domínio em sedimentos terrestres do Cenozóico, leva a que os pólenes das angiospérmicas (em detrimento do das gimnospérmicas e dos esporos) sejam de crescente utilidade na palinostratigrafia de rochas destas idades. Os pólenes do Plistocénico são utilizados com maior frequência em análises paleoambientais e de paleoclimatologia do que em estratigrafia. O mesmo se passa com as floras actuais e do Neogénico superior. No entanto, as semelhanças entre os pólenes actuais e os do Plistocénico levam a que seja possível estabelecer comparações directas, com importância para os paleoambientes e paleoclimas (Jansonius & McGregor, 2002).

Morfologia

À semelhança dos esporos, os grãos de pólenes apresentam a parede constituída por duas camadas: a exina e a intina. A exina é constituída por esporopolenina e uma pequena quantidade de polissacarídeos, enquanto a intina é constituída por celulose à semelhança da parede de outras células vegetais. Durante a fossilização, apenas a esporopolenina, com maior resistência, permanece; este é um factor de grande importância pois é esta camada que apresenta ornamentações, importantes para a correcta identificação dos palinómorfos (Moore *et al.*, 1991).

A figura 2.6 apresenta a constituição da parede de um pólen; nesta é possível verificar a divisão da exina em sexina (camada mais externa e ornamentada) e em nexina (camada mais interna e sem ornamentação).

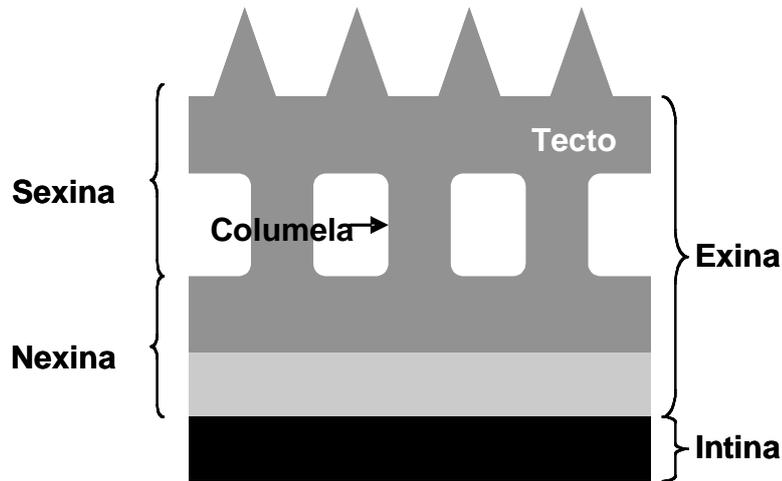


Figura 2.6 – Constituição da parede de um pólen.

O facto de a exina dos pólenes se apresentar frequentemente ornamentada de forma elaborada, têm levado os investigadores a relacionar essas características morfológicas com funções específicas. É pouco provável que estruturas como espinhos, poros, colpos, estrias e o lúmen do retículo sejam de importância neutra e não representem uma vantagem selectiva para quem as apresenta. Têm sido postuladas muitas funções possíveis, mas, estes dados não apresentam uma solução simples; pois é provável que uma só característica possa apresentar diferentes funções (Moore *et al.*, 1991).

No estudo dos pólenes e dos esporos, a complexidade das estruturas e dos padrões apresentados leva a que se torne necessária uma terminologia complexa. No entanto, existem estruturas idênticas que foram nomeadas com diferentes designações por diferentes investigadores (Moore *et al.*, 1991). Para solucionar este problema foi criado um grupo de trabalho pela Federação Internacional das Sociedades Palinológicas para preparar um novo glossário de termos de modo a que estes sejam adequados para os diferentes tipos de microscopia (Jansonius & McGregor, 2002).

Na palinologia utilizam-se as diferentes estruturas apresentadas pela parede do grão de pólen para proceder à sua identificação, nomeadamente:

- 1) tamanho e forma do grão de pólen;
- 2) forma, número e arranjo das aberturas da parede;
- 3) estrutura e ornamentação da superfície da exina (Kapp's, 2000).

No entanto, estas características não devem servir individualmente para identificar o palinomorfo, especialmente no que diz respeito ao tamanho e forma do grão de pólen, uma vez que as técnicas de preparação das amostras as podem alterar.

No que diz respeito às aberturas dos pólenes existem dois tipos de aberturas: os poros e os golpes. Estas aberturas são ao nível da exina, não podendo esta ausência ser confundida com o padrão da própria exina, uma vez que é bem maior e atravessa o próprio padrão. Crê-se que os golpes são mais primitivos que os poros, e distinguem-se destes por serem longos e afunilados em ambas as extremidades. Os poros são, normalmente, aberturas isodiamétricas ligeiramente alongadas e com as extremidades arredondadas. Grãos que apresentam somente poros designam-se por porados, os que apresentam somente golpes, colpados, e os que apresentam poros e golpes, colporados (Moore *et al.*, 1991).

Os esporos e grãos de pólen podem ser agrupados com base no número, posição e características das suas aberturas. O número de aberturas é indicado por um dos prefixos mono, di, tri, tetra, penta e hexa antes dos termos porado, colgado e colporado. Quando existem mais de seis aberturas é colocado o prefixo poli. Na

maioria dos casos os poros e/ou colpos localizam-se dispostos numa posição equidistante à volta do equador, esta situação é indicada pelo prefixo zono (exemplo: pentazonoporado). Se as aberturas se encontram distribuídas por toda a superfície do grão utiliza-se o prefixo panto (exemplo: pentapantoporado).

A figura 2.7 apresenta diferentes tipos de grãos de pólen no que diz respeito às suas aberturas (Moore *et al.*, 1991).

	Di-		Tri-		Tetra-		Penta-		Hexa-		Poli-	
	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.	polar	eq.
Zonoporado												
	e.g. <i>Colchicum</i>		e.g. <i>Betula</i>		← e.g. <i>Alnus, Ulmus</i> →							
Zonocolpado												
	e.g. <i>Tofieldia</i>		e.g. <i>Acer</i>		e.g. <i>Hippuris</i>		← e.g. <i>Labiatae, Rubiaceae</i> →					
Zonocolporado												
			e.g. <i>Parnassia</i>		e.g. <i>Rumex</i>		e.g. <i>Viola</i>		e.g. <i>Sanguisorba officinalis</i>		e.g. <i>Utricularia</i>	
Pantoporado												
			← e.g. <i>Urtica</i> →		e.g. <i>Plantago</i>						Chenopodiaceae	
Pantocolpado												
				e.g. <i>Ranunculaceae</i>			e.g. <i>Spergula</i>		e.g. <i>Polygonum amphibium</i>			
Pantocolporado												
				e.g. <i>Rumex</i>			e.g. <i>Polygonum oxyspermum</i>					

Figura 2.7 – Diagrama ilustrativo das diferentes aberturas (Adaptado de Moore *et al.*, 2001)

Tal como já foi referido anteriormente, a forma do grão de pólen pode ser afectada pelos métodos utilizados na extracção dos palinórfos, assim como pelo meio de montagem das lâminas. No entanto, os grãos de pólen são objectos tridimensionais, por isso é feita referência à vista polar e à vista equatorial (Figura 2.7).

Após separar os pólenes em diferentes grupos, tendo como base as suas aberturas, estes podem ser subdivididos tendo em conta a estrutura e padrão da exina. Os grupos estão descritos na tabela I e na figura 2.8.

Tabela I – Denominações dos diferentes tipos de ornamentação.

Sexina apresenta pequenos "pilares" que assentam na nexina	Pilares suportam um tecto (tectado) - Columela	
	Pilares não apresentam um tecto sobre si (intectado)	Forma cilíndrica – Báculo
		Em forma de maçã, mais largo na extremidade do que na base – Clava
		Em forma espinhosa – Espinho
		Intumescência apical – Pilão
Constrito na base - Gema		
Sexina com estruturas de dimensão inferior aos pilares	Com pequenos papilomas – Verruga	
	Com pequenos altos irregulares - Ruga	
	Com elementos pequenos e arredondados - Grânulo	

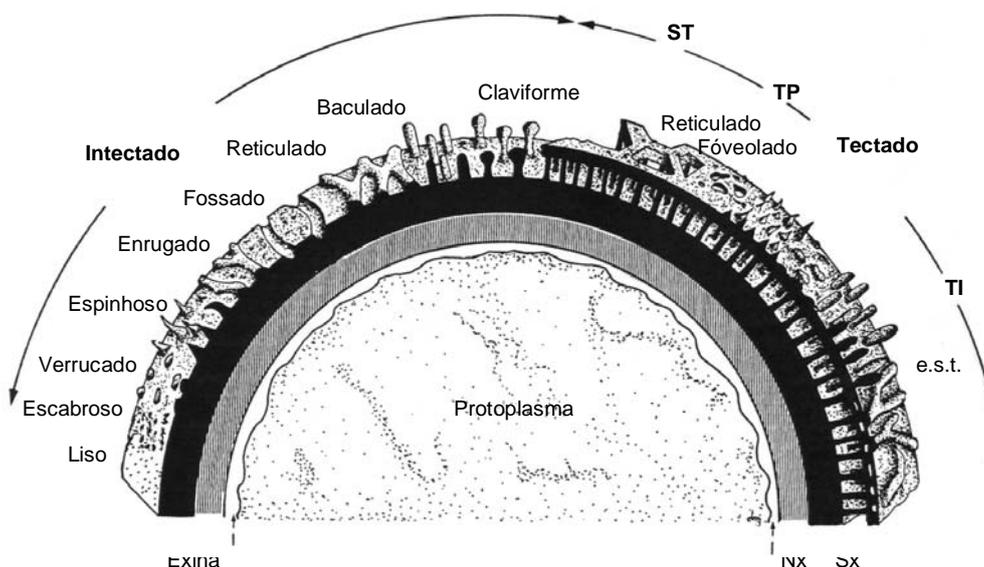


Figura 2.8 – Representação simplificada da estrutura e escultura da exina de uma angiospérmica. Nx – nexina; Sx – sexina; I – intina; e.s.t. – elementos supra-tectados; ST – semitectado; TP – tectado e perfurado; TI – tectado imperfurado (adaptado de Jansonius & McGregor, 2002).

É possível observar na figura 2.8 que existem grãos de pólen que não são totalmente tectados, (quando apenas algumas columelas apresentam tecto designam-se por semitectados). Também é possível inferir que o número de padrões possíveis é extremamente elevado, o que dificulta imenso a tarefa de querer agrupá-los com estas características; pode ainda dar-se o caso de possuírem o mesmo padrão mas as dimensões variarem, ou apresentarem mais do que um padrão.

Comparando os pólenes das gimnospérmicas com os das angiospérmicas é possível constatar que os últimos são muito mais diversificados. Os das gimnospérmicas partilham muitas características, incluindo aberturas e ornamentações. Variam de pequenos, simples, esféricos e sem aberturas, como nos géneros actuais de *Cupressus* e *Juniperus*, até grandes, bissacados e ornamentados como os de *Abies* e *Pinus*; inclui ainda formas distintas como os do género *Ephedra* com pregas (poliplicado) (Jansonius & McGregor, 2002).

Uma característica muito comum nos pólenes das gimnospérmicas é a de estes apresentarem sacos (um, dois ou três, sendo dois o número mais comum), que os das angiospérmicas não apresentam.

As angiospérmicas apresentam uma muito maior diversidade de pólenes, tal como já foi referido, para além disso podem ser libertados, após a maturação e abertura das anteras, numa forma singular: aos pares (diadas), em grupos de quatro (tétradas), ou, em múltiplos de quatro (políadas). Também se verifica que são mais diversificados no que diz respeito à ornamentação e relativamente ao número de aberturas.

2.4 OUTROS PALINOMORFOS

Tal como já foi referido, os pólenes e os esporos não são os únicos palinomorfos. A figura 2.9 apresenta alguns desses palinomorfos, assim como a sua distribuição estratigráfica.

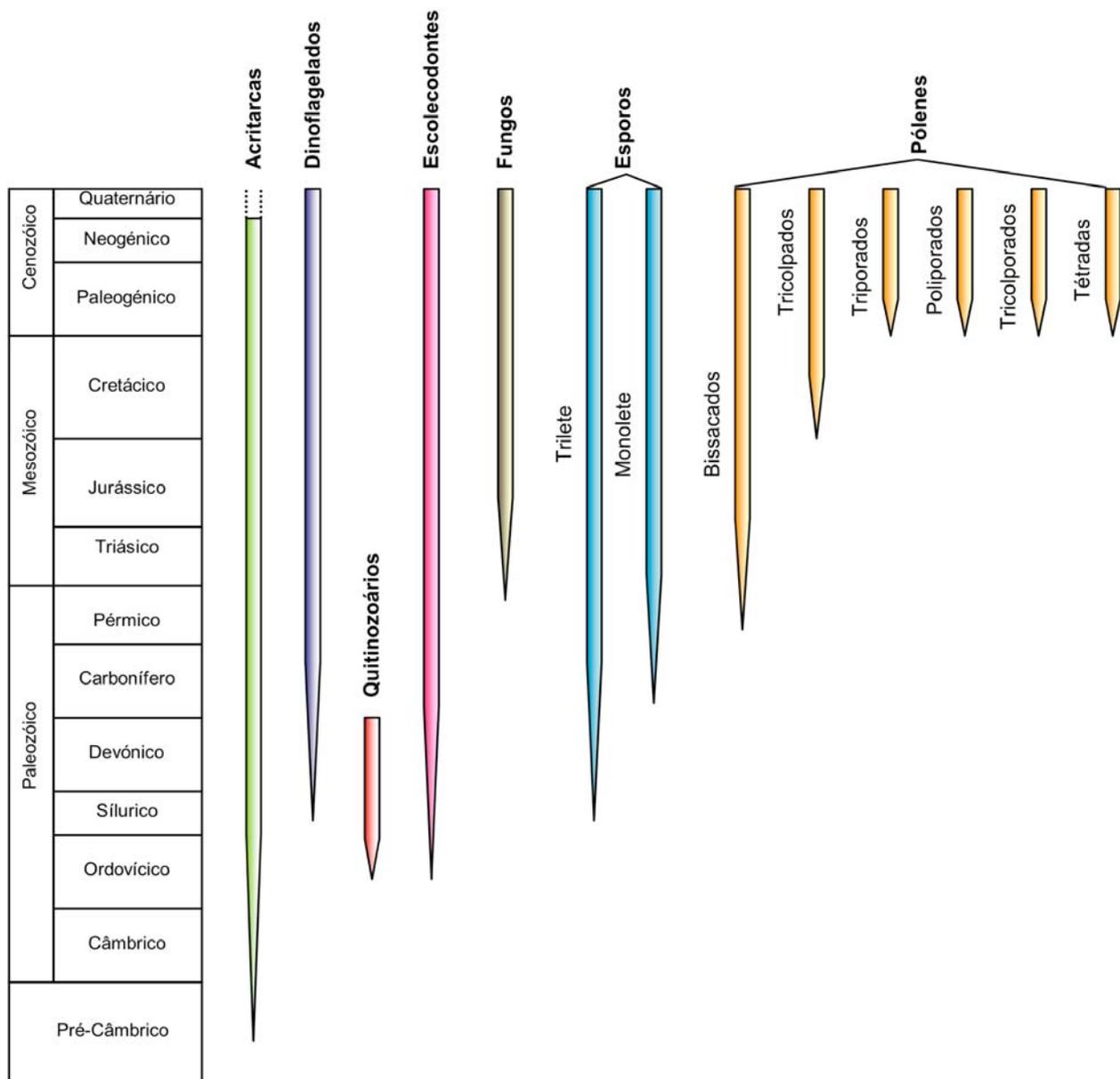


Figura 2.9 – Distribuição estratigráfica de alguns palinomorfos.

Acritarcas são quistos de protistas unicelulares fossilizados que não possuem um grupo de correspondência nos dias de hoje. A maioria deverá pertencer a quistos de fitoplâncton marinho. Ocorrem ao longo da coluna geológica, sendo mais abundantes no Paleozóico Inferior. A morfologia é diversificada, podendo ser reflexo das origens variadas. A maioria dos indivíduos consiste numa única vesícula que pode apresentar estruturas e ornamentação. As dimensões podem variar entre valores inferiores a 10 μm e superiores a 1 mm, mas a maioria varia entre os 15 e 80 μm . Possuem algum valor biostratigráfico, especialmente no Paleozóico, são importantes para estudos paleogeográficos e paleoambientais. No entanto, o pouco conhecimento das relações sistemáticas entre as acritarcas e as algas torna difíceis as inferências paleoecológicas (Jansonius & McGregor, 2002).

Os Dinoflagelados são organismos unicelulares (considerados algas, protozoários e actualmente protistas) com mobilidade devido à presença de dois flagelos (*e.g.* Jansonius & McGregor, 2000). Muitas espécies apresentam quistos que se acumulam nos sedimentos, representando assim o registo fóssil do grupo. As espécies actuais e fósseis apresentam esporopolenina nas paredes, podendo esta ser de natureza calcária ou siliciosa (mais raro). Marcadores detectados geoquimicamente sugerem que estes já existiam no Câmbrico, mas o registo fóssil refere uma ocorrência isolada no Silúrico, seguindo-se presença consistente desde o Triásico até a actualidade (Haslett, 2002).

Os Quitinozoários são um grupo de microfósseis marinhos extintos com uma parede orgânica. Ocorrem desde o Ordovícico Inferior ao Devónico Superior. As vesículas individuais apresentam diferentes formas e dimensões (entre os 50 e os 2000 μm).

Podem ocorrer isolados ou em agregados. Estes microfósseis evoluíram rapidamente ao longo dos 140 milhões de anos de existência, tendo sido referidos em todos os continentes. Este facto leva a que sejam uma importante ferramenta de correlação no estudo das rochas do Paleozóico inferior e médio. As suas aplicações paleontológicas estão a expandir-se da biostratigrafia para a paleoecologia, paleogeografia e geotermometria. Alguns apresentam distribuição restrita do ponto de vista ecológico e biogeográfico, enquanto que outros não aparentam qualquer limitação na distribuição. Actualmente, muitos autores crêem que a vesícula seja um invólucro de um ovo de formas indeterminadas, possivelmente um metazoário marinho desconhecido. Existem, no entanto, outras opiniões (Jansonius & McGregor, 2002). As paredes são resistentes à oxidação, às alterações térmicas, ao tectonismo e à recristalização da matriz da rocha. Os quitinozoários podem ser os únicos fósseis orgânicos reconhecidos em algumas rochas (como as ardósias) tornando-os de particular valor para os estudos de maturação térmica e biostratigrafia (Armstrong & Brasier, 2005).

Os Escolecodontes são elementos fossilizados das armaduras do probóscis de Poliquetas (Anelídeos). Apresentam composição orgânica, sendo as cores mais comuns, o castanho e o preto. A morfologia é variável, sendo na maioria alongados, com placas duplas e denticuladas ao longo de uma das margens, variando o tamanho entre 0,1 a 4 mm. O registo mais antigo data do Ordovícico Inferior, sendo mais diversos e abundantes no Ordovícico Superior, Silúrico e Devónico. Ocorrem em muitos tipos de sedimentos, sendo mais abundantes em águas pouco profundas (calcários margosos e argilitos), frequentemente associados a graptólitos, quitinozoários, esporos e acritarcas. São raros em fácies recifais e de águas profundas. São resistentes à degradação química e, podem ser encontrados bem preservados em

rochas em que outros fósseis já tenham sido destruídos por ação diagenética. O uso para a estratigrafia não é ainda muito significativo, em parte devido aos poucos conhecimentos sobre estes, e por os poliquetas serem muito sensíveis a fácies. No entanto, podem tornar-se úteis na paleoecologia. Estudos detalhados e maior conhecimento da taxonomia irá aumentar a importância do seu estudo para a geologia (Jansonius & McGregor, 2002).

Os Fungos, ao contrário das algas, briófitas, pteridófitas e plantas vasculares, não possuem pigmentos fotossintéticos. Como seres heterotróficos, vivem como epífitos, saprófitos, parasitas ou em associações simbióticas com outras plantas e animais (vivos ou mortos), a partir dos quais obtêm o seu alimento (*e.g.* Jansonius & McGregor, 2002).

Os fungos raramente produzem tecidos duros e resistentes e por isso raramente fossilizam. Dentro dos restos melhor preservados e mais variados estão os esporos, que podem ser concentrados por procedimentos da palinologia. São raros em sedimentos do Paleozóico, mais comuns no Mesozóico inferior, e aumentam fortemente em número e variedade no Cenozóico. Aparentemente, os fungos que produzem estes esporos terão tido uma evolução a par das angiospérmicas. De qualquer forma, restos de fungos têm sido identificados em estratos do Pérmico e Triásico, e em preparações “*coal-ball*” do Carbonífero (Jansonius & McGregor, 2002). A Paleomicologia, estudo dos fósseis de fungos, ainda se encontra na sua infância. Restos de fungos fossilizados (incluindo hifas, frutificações e esporos dispersos de vários tipos) têm sido esporadicamente referidos na literatura desde 1820 (Jansonius & McGregor, 2002).

Estudos recentes de fungos antigos têm revelado alguma importância na evolução, biostratigrafia, correspondência com *taxa* actuais e interpretações paleoambientais. Os palinomorfos de fungos apresentam um potencial significativo para subdivisão e zonação biostratigráfica em certos intervalos (Jansonius & McGregor, 2002).

Os esporos dos fungos menos evoluídos apresentam características em comum com a morfologia de algumas das acritarcas mais simples. Os esporos fósseis de fungos mais evoluídos apresentam características distintas: presença de septos, cor (diferentes tons de castanho), parede do esporo não estruturada quando observada ao microscópio óptico, ausência de ornamentação. Existem exceções: a melanina não se encontra em todos os fungos, nem a presença do pigmento castanho é indicador exclusivo de uma origem fúngica. As camadas da parede do esporo podem ser separadas e apresentar ornamentação. Relativamente à cor, os palinomorfos de fungos apresentam uma paleta de cores que vai do transparente ao amarelo, laranja, vermelho, castanho e preto opaco, a maioria apresenta cor castanha. A cor pode variar durante a diagénese do sedimento onde se incluem.