



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

NATHÁLIA KELLY PAULINO FERREIRA

**ANÁLISE DE TERMINOLOGIAS BOTÂNICAS LIGADAS ÀS ESTRUTURAS
REPRODUTIVAS DE PLANTAS SEM E COM SISTEMA DE VASCULARIZAÇÃO**

**CAMPINA GRANDE - PB
NOVEMBRO DE 2024**

NATHÁLIA KELLY PAULINO FERREIRA

**ANÁLISE DE TERMINOLOGIAS BOTÂNICAS LIGADAS ÀS ESTRUTURAS
REPRODUTIVAS DE PLANTAS SEM E COM SISTEMA DE VASCULARIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento do Curso
de Licenciatura em Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciada em Ciências Biológicas da.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Oliveira Mesquita
Co-orientadora: Profa. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos

**CAMPINA GRANDE - PB
NOVEMBRO DE 2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que, na reprodução, figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F383a Ferreira, Nathália Kelly Paulino.

Análise de terminologias botânicas ligadas às estruturas reprodutivas de plantas sem e com sistema de vascularização [manuscrito] / Nathália Kelly Paulino Ferreira. - 2024.
47 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Francisco de Oliveira Mesquita, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação".

"Coorientação: Prof. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos, None".

1. Briófitas. 2. Pteridófitas. 3. Gimnospermas. 4. Angiospermas. 5. Estruturas reprodutivas. I. Título

21. ed. CDD 580

NATHÁLIA KELLY PAULINO FERREIRA

**ANÁLISE DE TERMINOLOGIAS BOTÂNICAS LIGADAS ÀS ESTRUTURAS
REPRODUTIVAS DE PLANTAS SEM E COM SISTEMA DE VASCULARIZAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
parcial à obtenção do título de Licenciada
em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 21 /11 /2024.

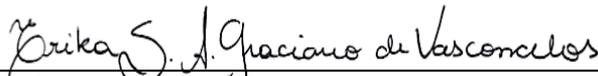
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Francisco de Oliveira Mesquita (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita (membro interno)
Universidade Estadual da Paraíba
(UEPB)



Profa. Dra. Erika Socorro Alves Graciano de Vasconcelos (membro externo)
Instituto Nacional do Semiárido - INSA

"Dedico este trabalho à educação pública brasileira, que, apesar de seus desafios, é um pilar fundamental para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária. Que o acesso ao conhecimento continue a transformar vidas e a fortalecer a esperança de um futuro melhor para todos."

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a Deus, pois pela vontade dele que eu cheguei até aqui em meio a muitos desafios.

À minha família por ser meu suporte em todos os momentos da minha vida, me incentivando e acreditando em meu potencial, em especial à minha mãe Josineide Paulino Ferreira, ao meu pai João Batista Ferreira de Lima, às minhas irmãs Rosymeyre Paulino Ferreira e Ana Karla Paulino Ferreira, e ao meu namorado Isaias Smith Bezerra Alves.

Ao meu orientador Francisco de Oliveira Mesquita que sempre esteve ao meu lado durante este processo do desenvolvimento do trabalho de conclusão, me apoiando, compartilhando um pouco de seu conhecimento para agregar e por todo suporte necessário para que este trabalho fosse realizado, só tenho a agradecer.

Não poderia deixar de agradecer imensamente aos meus colegas e amigos da turma “ValeBio” que desde o início da minha vida acadêmica estiveram sempre ajudando e incentivando uns aos outros, deixando tudo mais fácil durante o processo, irei levar para sempre comigo cada um.

A todos os profissionais da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) que contribuíram em minha jornada acadêmica na instituição.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que me ajudaram de forma direta ou indireta para minha formação como pessoa e profissional.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral analisar e interpretar as diferentes terminologias botânicas associadas às estruturas reprodutivas das briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, visando ampliar o conhecimento e a compreensão dessas estruturas reprodutivas. A metodologia adotada foi qualitativa, com a utilização de ferramentas de busca em plataformas científicas, com base em artigos científicos nacionais e internacionais, com qualis, JCR e DOI. O estudo permitiu identificar as principais terminologias de estruturas reprodutivas das plantas terrestres e suas complexidades, bem como os ciclos de vida das plantas, ciclo reprodutivo, as adaptações evolutivas e os desafios na compreensão dessas terminologias. Em conclusão, a pesquisa contribuiu para uma compreensão mais aprofundada das terminologias botânicas e das estruturas reprodutivas das plantas, apontando a importância de métodos pedagógicos inovadores no ensino de botânica para garantir a formação de um conhecimento sólido sobre as plantas e seus processos biológicos.

Palavras-chave: briófitas; pteridófitas; gimnospermas; angiospermas; reprodução; estruturas reprodutivas.

ABSTRACT

The present work had as its general objective to analyze and interpret the different botanical terminologies associated with the reproductive structures of bryophytes, pteridophytes, gymnosperms and angiosperms, aiming to expand the knowledge and understanding of these reproductive structures. The methodology adopted was qualitative, with the use of search tools in scientific platforms, based on national and international scientific articles, with qualis, JCR and DOI. The study allowed to identify the main terminologies of reproductive structures of terrestrial plants and their complexities, as well as the life cycles of plants, reproductive cycle, evolutionary adaptations and the challenges in understanding these terminologies. In conclusion, the research contributes to a deeper understanding of botanical terminology and plant reproductive structures, highlighting the importance of innovative pedagogical methods in botany teaching to ensure the formation of solid knowledge about plants and their biological processes.

Keywords: bryophytes; pteridophytes; gymnosperms; angiosperms; reproduction; reproductive structures.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Cladograma evidenciando o processo de evolução das plantas mais simples até as mais complexas considerando suas estruturas morfofisiológicas.....	14
Figura 2. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das briófitas evidenciando tanto a fase duradoura (gametófito) quanto a fase produtora de esporos (fase efêmera). 16	
Figura 3. Fluxograma de pesquisas avançada de artigos para análise crítica como parâmetros de estudos de revisão bibliométrica	26
Figura 4. Fluxograma de buscas avançada de artigos utilizados para análise crítica como parâmetros de entradas de análise por meio de revisão bibliométrica.....	28
Figura 5. Classes de plantas inferiores (briófitas-A) e de plantas com sistemas de vascularização (pteridófitas-B, gimnospermas-C e angiospermas-D) com suas respectivas estruturas reprodutivas.	30
Figura 6. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das briófitas evidenciando tanto a fase duradoura (gametófito) quanto a fase produtora de esporos (fase efêmera).....	31
Figura 7. Estruturas de reprodução das pteridófitas e sua morfologia (samambaia), <i>Blechnum occidentale</i> L. (Blechnaceae), com a presença de soros alongados.....	32
Figura 8. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das pteridófitas evidenciando tanto a fase efêmera (gametófito) quanto a fase produtora de esporos duradoura ou dominante (esporófito).	33
Figura 9. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das gimnospermas evidenciando tanto a fase efêmera (gametófito) quanto a fase duradoura e produtora de esporos (fase esporofítica).	34
Figura 10. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das angiospermas evidenciando tanto a fase efêmera (gametófito) quanto a fase duradoura e produtora de grão-de-pólen (fase esporofítica).....	36
Figura 11. Representação esquemática (morfologia floral) ou estrutura de reprodução de uma flor completa	37
Figura 12. Representação esquemática (morfologia de fruto) ou estrutura de reprodução por meio da classificação dos frutos com base em seu padrão de desenvolvimento	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estruturas reprodutivas das classes de plantas em função de sua vascularização	13
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	Gerais	12
2.2	Específicos	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1	Características gerais de estruturas reprodutivas	13
3.2	Evolução Das Plantas.....	13
3.3	Briófitas.....	14
3.3.1	<i>Principais estruturas</i>	16
3.4	Pteridófitas.....	16
3.4.1	<i>Principais estruturas</i>	17
3.4.2	<i>Importância evolutivas das estruturas reprodutivas</i>	18
3.4.3	<i>Importância Ecológica, Econômica e Científica</i>	19
3.5	Características gerais das gimnospermas	19
3.6	Características gerais das angiospermas	22
4	MÉTODO DE ESTUDO	24
4.1	Fontes de Dados e Critérios de Seleção.....	24
4.1.1	<i>Seleção das Fontes</i>	24
4.1.2	<i>Período de Publicação</i>	24
4.2	Palavras-chave Utilizadas	24
4.3	Critérios de Inclusão e Exclusão.....	25
4.3.1	<i>Critérios de Inclusão</i>	25
4.4	Coleta de Dados	25
4.5	Ferramentas de Gerenciamento de Referências.....	25
4.6	Análise Crítica	25
5	RESULTADOS	27
5.1	Terminologias botânicas ligadas às estruturas reprodutivas de plantas avasculares e vasculares.....	27
5.1.1	<i>Dificuldade de entendimento das principais terminologias botânicas – reprodutivas</i>	29
5.2	Estruturas reprodutivas de briófitas	30
5.3	Estruturas reprodutivas de pteridófitas	31
5.4	Gimnospermas	33
5.5	Angiospermas.....	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

A Botânica é uma ciência que tem como objeto de estudo os vegetais. Os estudos relacionados à botânica iniciaram na antiguidade apenas para fins medicinais, que ao longo do tempo foi-se aprofundando, até chegar nos dias atuais com outros focos de estudo, como o ambiental - a conservação e a biodiversidade, para amenizar os impactos ambientais causados pelas as ações antrópicas (o foco da biologia como todo atualmente), além dos estudos farmacológicos que é uma vertente forte, conforme (Ursi *et al.*, 2018).

Os estudos em Biologia Reprodutiva no Brasil iniciaram-se em 1960, bem mais tarde que os realizados por pesquisadores pioneiros estrangeiros, como o botânico alemão Rudolph Jacob Camerarius (1665-1721) e o naturalista britânico Charles Darwin (1809-1882) segundo Raven *et al.* (2014) e Peccatti *et al.* (2023). Esses estudos foram notadamente os primeiros ou pioneiros dentro do cenário da Biologia Reprodutiva das plantas.

As briófitas representam um passo fundamental na transição para o ambiente terrestre e, conseqüentemente, na evolução da vida na terra e das estruturas reprodutivas essencialmente, pois compreendem as mais antigas linhagens de plantas terrestres, derivadas de algas verdes ancestrais (Sousa & Sudério, 2023). Segundo Baquero *et al.* (2017) e Oliveira *et al.*, (2021) as briófitas são o segundo maior grupo de plantas terrestres, apresentando entre 15.000-18.000 espécies no mundo, divididas entre antóceros com cerca de 100, hepáticas com cerca de 5.000 e musgos com cerca de 13.000 (Raven *et al.*, 2014).

As pteridófitas, sendo um dos grupos mais antigos de plantas vasculares, exercem um papel crucial na flora tropical, constituindo uma parte significativa da vegetação herbácea nessas regiões (Mendes & Chaves, 2015). Representando aproximadamente 10% das plantas vasculares em florestas tropicais, sua prevalência é indicativa de uma notável capacidade adaptativa e evolutiva. Um dos principais fatores que garantem seu sucesso ao longo do tempo é a complexidade e a eficiência de suas estruturas reprodutivas. Diferente das plantas com sementes, as pteridófitas se reproduzem principalmente por meio de esporos, os quais são gerados em estruturas especializadas conhecidas como esporângios, geralmente agrupadas nos esporângios formando os soros nas superfícies inferiores das folhas férteis (ou frondes) conforme Sousa & Sudério (2023).

Entretanto, o ciclo de vida das plantas é considerado um tema que gera dificuldades de aprendizagem tanto por estudantes quanto por professores (Raven *et al.*, 2014), assim como outros conceitos abrangidos pelo Ensino de Botânica, uma subárea do Ensino de Biologia. O estudo da reprodução e do ciclo de vida das plantas (diferentes grupos de plantas) é crucial para o entendimento da forma pela qual a vida se renova a cada geração, dos processos evolutivos dos táxons, além de ser uma importante ferramenta na caracterização e classificação dos grupos (Della & Falkenberg, 2019) e Ganiko-Dutra *et al.*, (2022).

O ensino do ciclo reprodutivo das gimnospermas e angiospermas exigem uma apropriação de uma série de terminologias em referência às fases de vida, diferentes ciclos reprodutivos relacionados a distintas fases gametofíticas e esporofíticas, respectivamente. Nesta perspectiva da importância do conhecimento sobre a biologia floral e o sistema reprodutivo das espécies nos permite entender melhor as interações entre flores e polinizadores, as estratégias reprodutivas das plantas, bem como a dispersão dos diásporos que influenciam diretamente a distribuição dos indivíduos no ambiente, como diz (Mendonça *et al.*, 2016).

De acordo com Melo *et al.* (2020), demonstram a proximidade que o ensino de Botânica tem com os estudantes pode ter um significado importante e auxiliar na sua compreensão sobre o papel biológico desses organismos, tornando-os cidadãos conscientes e com responsabilidade sobre as questões ambientais. Assim, o uso de ferramentas práticas no ensino de Botânica em sala de aula, como a citada anteriormente, é tão importante no aprendizado social e científico dos estudantes.

Nesse sentido, envolver-se o estudo de diferentes metodologias na aprendizagem dos diferentes termos ou táxons (estruturas reprodutivas) no curso de biologia do qual possibilita a oportunidade de reconhecer e prever transformações que ocorrem na natureza acadêmica. Portanto, a presente pesquisa tem como objetivo principal analisar sob a ótica de diferentes processos metodológicos ou de revisão de literatura explorar de forma bastante sistêmica toda a compreensão e entendimento das estruturas reprodutoras das briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

2 OBJETIVOS

2.1 Gerais

- Analisar e interpretar as diferentes terminologias botânicas relacionadas às estruturas reprodutivas das briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, visando ampliar o conhecimento e compreensão dessas estruturas reprodutiva.

2.2 Específicos

- Identificar e descrever as principais terminologias botânicas relacionadas às estruturas reprodutivas das briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.
- Estudar as diferenças e semelhanças dessas estruturas reprodutivas entre os diferentes grupos de plantas.
- Destacar os processos ou adaptações evolutivas que permitem a reprodução bem-sucedida em diferentes de plantas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Características gerais de estruturas reprodutivas

As estruturas reprodutivas das plantas vasculares e avasculares apresentam uma ampla diversidade do ponto de vista reprodução ou dispersão das espécies, refletindo a complexidade da evolução das espécies, desde as briófitas até as plantas superiores, como as gimnospermas e angiospermas. Este texto explora as características gerais dessas estruturas ao longo do desenvolvimento das plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Estruturas reprodutivas das classes de plantas em função de sua vascularização.

GRUPO	Geração dominante	Vascularização	Estruturas reprodutivas	Dispersão	Possuem sementes	Frutos
<i>Briófitas</i>	Gametofítica	Avasculares	Anterídios/ arquegônio	Esporos	Não	Não
<i>Pteridófitas</i>	Esporofítica	Vasculares	Anterídios/ arquegônio	Esporos	Não	Não
<i>Gimnospermas</i>	Esporofítica	Vasculares	Estróbilos	Semente	Sim	Não
<i>Angiospermas</i>	Esporofítica	Vasculares	Flor	Semente	Sim	Sim

Fonte: **Arquivos do pesquisador (2024).**

3.2 Evolução Das Plantas

Sendo as Briófitas (musgos, antóceros e hepáticas) as primeiras do Reino *Plantae* a surgirem no Planeta, é importante o seu estudo para que possamos entender o processo de evolução, quais foram condições adversas encontradas e suas limitações na conquista do ambiente terrestre. Por possuírem estruturas rudimentares, desprovidas de vasos condutores de seiva, bem como a dependência de água para sua reprodução limitou a conquista dos musgos ficando restritos aos lugares úmidos (Cevallos-Ferriz & Vergana, 2018; Pérez-Atilano *et al.*, 2023).

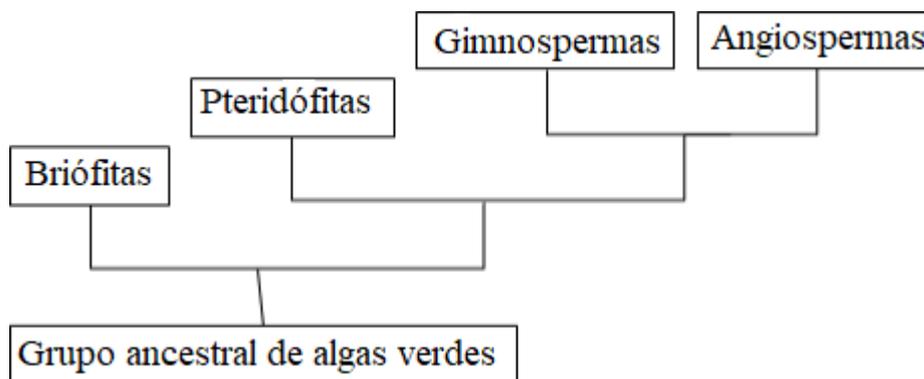
As primeiras plantas vasculares a conquistarem definitivamente o ambiente terrestre, cerca de 400 milhões de anos, no período da era Paleozóica, foram as Pteridófitas que evolutivamente desenvolveram vasos condutores de seiva, com maior porte, menor dependência de água, formando imensas florestas úmida que predominaram o planeta por milhões de anos (Cevallos-Ferriz & Vergana, 2018).

Há cerca de 245 milhões de anos, já no período Triássico surgiram as primeiras plantas com sementes, porém desprovidas de frutos e flores atingindo o seu apogeu

no período Jurássico, há cerca de 208 milhões de anos que são as Gimnospermas (MACHADO, 2003, p 346), cujo o representante mais conhecido é o pinheiro. Além disso, as gimnospermas compartilham com as angiospermas estruturas que as diferenciam das criptógamas, das quais possibilitaram cada vez menor dependência de água para reprodução – sementes e tubo polínico. Conforme Silva (2017) e Luz & Bortolini (2017) o tubo polínico que conduz as células reprodutivas masculinas ao óvulo para realização da fecundação, sem a necessidade de água para realizar o transporte dos gametas.

Segundo Cevallos-Ferriz & Vergana, 2018, o último grupo de plantas a se desenvolverem de forma abrupta no tempo e no espaço foram as Angiospermas e a que melhor se adaptou ao ambiente terrestre de forma significativa, sendo uma das principais causas deste sucesso foi a presença de flores e destas o desenvolvimento de frutos protegendo as sementes verdadeiras (Figura 1).

Figura 1. Cladograma evidenciando o processo de evolução das plantas mais simples até as mais complexas considerando suas estruturas morfofisiológicas.



Fonte: Amabis & Martho. Biologia dos organismos, 2005.

3.3 Briófitas

Briófitas (do grego *bryon* = musgo; *phyton* = planta), planta de pequeno porte geralmente com alguns centímetros de estatura, que se desenvolvem nos mais diversos ambientes, principalmente em lugares úmidos e sombreados, sendo fator limitante desta planta a falta de vasos condutores de nutrientes e água. Possuem estruturas especializadas para absorção de água e fixação os rizoides. No entanto, conforme sua evolução as briófitas desenvolveram adaptações que as permitem sobreviverem em regiões áridas, conforme Oliveira *et al.* (2021) possuem estratégias como: a coloração esbranquiçada dos filídios ajuda a refletir os raios UV e pelas

células mortas nas pontas dos filídios (ápices hialinos) agem como absorventes de gotas de orvalho. Além de que são tolerantes à dessecação, em tempos secos as briófitas ficam dormentes, ou seja, diminui seu metabolismo para evitar o gasto de água.

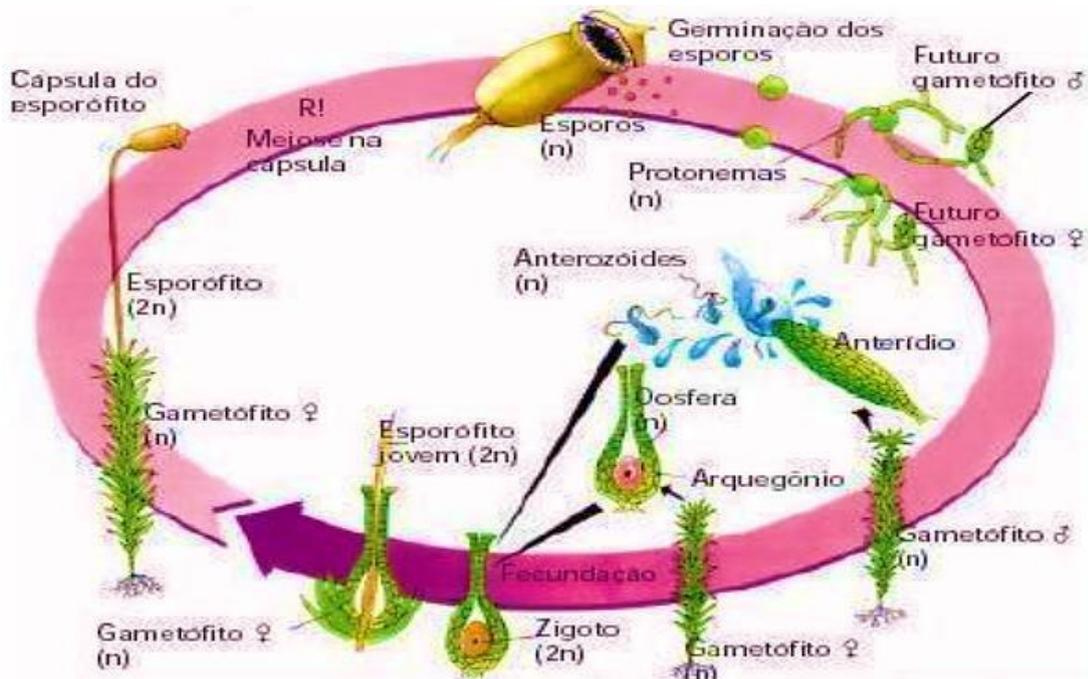
As briófitas, que incluem musgos e hepáticas, são plantas não vasculares e dependem da água para a reprodução. Sua estrutura reprodutiva básica é o gametófito, que é a fase dominante do ciclo de vida. As briófitas produzem gametas em estruturas específicas chamadas gametângios: anterídios (masculinos) e arquegônios (femininos). A fertilização ocorre na presença de água, resultando na formação do esporófito, que é dependente do gametófito e geralmente se desenvolve em uma cápsula que libera esporos.

As briófitas, um grupo diversificado de plantas não vasculares, exibem uma variedade de estratégias de reprodução que contribuem para sua adaptação ao ambiente terrestre. Uma das características mais marcantes das briófitas é sua reprodução predominantemente assexuada, embora a reprodução sexual também seja observada em muitas espécies (Silva *et al.*, 2023).

Os principais tipos de reprodução assexuada nas briófitas incluem a fragmentação vegetativa e a formação de brotos ou gemas. Na fragmentação vegetativa, partes do corpo da planta, como rizoides ou caules, podem se separar e originar novos indivíduos. Já a formação de brotos ou gemas envolve o surgimento de estruturas especializadas que se desenvolvem em novas plantas, muitas vezes próximas à planta mãe (Paiva *et al.*, 2015).

Por outro lado, a reprodução sexual nas briófitas ocorre por meio da produção de gametas masculinos e femininos em estruturas especializadas chamadas gametângios. Os gametângios masculinos, conhecidos como anterídeos, produzem anterozoídes, enquanto os gametângios femininos, chamados arquegônios, produzem oosferas. A fertilização ocorre quando os anterozoídes nadam em direção às oosferas, dando origem ao zigoto, que se desenvolverá em um novo indivíduo (Figura 2).

Figura 2. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das briófitas evidenciando tanto a fase duradoura (gametófito) quanto a fase produtora de esporos (fase efêmera).



Fonte: Amabis & Martho (2005).

3.3.1 Principais estruturas

As briófitas, um grupo de plantas não vasculares, possuem uma morfologia e um ciclo reprodutivo únicos que requerem um conjunto específico de terminologias botânicas para sua descrição. A seguir, apresentamos uma explanação abrangente sobre algumas dessas terminologias, complementada por citações científicas relevantes (García, 2018; Paiva *et al.*, 2015).

As briófitas apresentam um ciclo de vida alternado entre duas fases: a fase **esporofítica** e a fase **gametofítica**. A fase gametofítica é a fase dominante e autotrófica, onde o organismo é geralmente verde e fotossintético. Nessa fase, são produzidos gametas em estruturas especializadas. A fase esporofítica, por outro lado, é tipicamente dependente do gametófito e geralmente se manifesta como uma cápsula que contém esporos. De acordo com Raven *et al.* (2014), a alternância de gerações é uma característica definidora das briófitas, onde a fase gametofítica predomina em relação à esporofítica.

3.4 Pteridófitas

A palavra pteridófita vem do grego *pteridon* que tem como significado “zigoto” e

phyton que significa “planta”, folhas em brotamento das pteridófitas (conhecidas como báculo) lembram a posição do feto no ventre materno e daí o seu significado. Composto por plantas vasculares como *samambaias*, *licopódios* e *selaginelas*. Elas são encontradas em uma variedade de habitats, desde florestas tropicais úmidas até regiões áridas e montanhosas (Raven *et al.*, 2014).

As estruturas reprodutivas das pteridófitas são fascinantes e desempenham um papel crucial na perpetuação dessas plantas em uma variedade de ambientes. Para entender melhor essas estruturas, é importante explorar suas características e mecanismos de reprodução (Paiva *et al.*, 2015).

O esporófito nas pteridófitas é a fase dominante, apresentando folhas específicas na produção de esporos, onde essas estruturas são chamadas de soros. A fertilização, assim como nas briófitas, requer água, mas o gametófito é independente e autotrófico (Della *et al.*, 2019).

Um estudo de Della & Falkenberg (2019) destacou que as pteridófitas são caracterizadas pela presença de vasos condutores de água e nutrientes, conhecidos como xilema e floema, que permitem uma maior eficiência no transporte de substâncias através da planta. Essa característica as distingue das briófitas, que não possuem vasos condutores.

Além disso, as pteridófitas se reproduzem por meio de esporos, que são produzidos em esporângios localizados na parte inferior das folhas, chamadas esporófitos, como traz Alves *et al.* (2019). Os esporos são liberados e dispersos no ambiente, onde podem germinar e dar origem a um gametófito haploide, que por sua vez produz gametas que se fundem para formar um novo esporófito.

Em resumo, as pteridófitas são plantas vasculares caracterizadas pela presença de vasos condutores, folhas verdadeiras e reprodução por meio de esporos. Elas desempenham um papel importante nos ecossistemas e são objeto de estudo e interesse de pesquisadores em todo o mundo.

3.4.1 Principais estruturas

As estruturas reprodutivas das pteridófitas são diversas e desempenham papéis fundamentais em seu ciclo de vida. Essas plantas possuem órgãos reprodutivos especializados que permitem a produção de esporos e a fertilização.

Os esporângios são as estruturas responsáveis pela produção de esporos nas

pteridófitas. Eles estão localizados na parte inferior das folhas, agrupados em estruturas denominadas **soros**. Cada esporângio contém células-mãe dos esporos, que sofrem meiose para produzir os esporos haploides (Della *et al.*, 2014).

Os soros podem variar em forma e distribuição de acordo com a espécie e são uma característica distintiva das pteridófitas. Essas estruturas garantem a dispersão eficaz dos esporos no ambiente, possibilitando a reprodução e a colonização de novas áreas.

Além dos **esporângios**, as pteridófitas também apresentam gametângios, que são as estruturas reprodutivas responsáveis pela produção de gametas. Os gametângios masculinos, chamados anterídios, produzem anterozoides, enquanto os gametângios femininos, chamados arquegônios, produzem oosferas (Raven *et al.*, 2014).

A fertilização ocorre quando os anterozoides nadam até as oosferas e as fertilizam, formando um zigoto diploide. Esse zigoto se desenvolve em um novo esporófito, completando o ciclo de vida das pteridófitas. Estudos como os de Sousa & Sudério (2023) têm contribuído para o entendimento das estruturas reprodutivas das pteridófitas, destacando sua diversidade e importância na reprodução e evolução dessas plantas.

3.4.2 Importância evolutivas das estruturas reprodutivas

As estruturas reprodutivas das pteridófitas desempenham papéis fundamentais na adaptação, diversificação e evolução dessas plantas ao longo do tempo geológico. A reprodução sexuada, mediada por essas estruturas, é essencial para a geração de variabilidade genética dentro das populações, contribuindo diretamente para sua capacidade de adaptação a diferentes ambientes e condições ambientais desafiadoras (Smith *et al.*, 2019).

Além disso, a produção e dispersão de esporos por meio das estruturas reprodutivas são cruciais para a colonização de novos habitats e a expansão da distribuição geográfica das pteridófitas. Estudos mostram que a morfologia e a fenologia dessas estruturas podem ser influenciadas por fatores ambientais, como disponibilidade de água e luz, bem como por interações bióticas, como predação por herbívoros e polinização por animais (Jones & Smith, 2018).

A adaptação dessas estruturas ao ambiente é evidente em características

morfológicas especializadas, como a presença de soros em locais específicos das folhas para minimizar a dessecação e proteger os esporângios (Schneider *et al.*, 2020). Além disso, a evolução de estratégias reprodutivas, como a polinização por água em ambientes aquáticos ou a redução do esporófito em espécies de pteridófitas aquáticas, reflete a diversificação ecológica dessas plantas ao longo do tempo geológico (Brown & Brown, 2019).

Estudos filogenéticos recentes têm explorado as relações evolutivas entre as diferentes linhagens de pteridófitas com base em características das estruturas reprodutivas, contribuindo para uma melhor compreensão da história evolutiva dessas plantas (Johnson *et al.*, 2021). Em suma, as estruturas reprodutivas das pteridófitas representam adaptações complexas e multifacetadas que desempenham papéis cruciais na sobrevivência, diversificação e evolução dessas plantas ao longo do tempo geológico.

3.4.3 Importância Ecológica, Econômica e Científica

A principal importância econômica das Pteridófitas plantas, principalmente orquídeas e outras samambaias. Muitas espécies vêm sendo usadas na medicina, cerca de 220 espécies e, destas, aproximadamente 60 espécies são usadas no Brasil, entre elas, *Dicranopteris pectinata* (Willd.) Underw., *Selaginella convoluta* (Arn.) Spring; além de pesquisas importantes com espécies do gênero *Huperzia* Bernh., para a cura do “mal de Alzheimer” (Paiva *et al.*, 2014).

3.5 Características gerais das gimnospermas

As gimnospermas são representadas por quatro filos: Coníferas, Cicadófitas, Ginkgófitas e Gnetófitas. Elas fazem parte do grupo das fanerógamas ou espermatófitas, no qual designa plantas com estrutura afim de proteger e nutrir os embriões denominada das sementes, porém, neste grupo as sementes são chamadas de sementes “nuas” por elas ficarem expostas ao meio externo (sem o fruto) diferente das angiospermas sua semente é protegida por folhas modificadas (escamas) que formam uma estrutura cônica denominada de estróbilo (Silva *et al.*, 2014; Santiago, 2018).

Além disso, as gimnospermas compartilham com as angiospermas uma estrutura chama semente, conforme Canhoto (2017), as espermatófitas têm a

capacidade de formar sementes que são estruturas essenciais para sua reprodução e dispersão. As primeiras plantas produtoras de sementes surgiram no Devônico Superior, há cerca de 365 milhões de anos, um marco evolutivo significativo que possibilitou uma maior eficiência na propagação das espécies. No entanto, o embrião, que é formado por todas as plantas terrestres, surgiu antes da semente, como uma etapa inicial do ciclo de vida das plantas.

As gimnospermas vivas estão distribuídas em todos os continentes, exceto na Antártica, dos quais dois terços são coníferas, um grupo que constitui mais de 39% das florestas do mundo. Apresentam plantas lenhosas, arbóreas ou arbustivas quase sempre com folhas curtas e rígidas (Amaral & Silva Filho, 2010). No Brasil, existe uma importância econômica com madeira de excelente qualidade e sementes comestíveis (pinhões), mais ao sul do país. Porém, segundo Canhoto (2018) em outros países as coníferas possuem destaque durante o natal, sendo utilizadas como árvores de natal.

Uma das características específica deste grupo é estróbilo ou cone um ramo reprodutivo que contem folhas modificadas na qual encontram-se gametas masculino ou feminino produzidos pelos esporângios que pode variar de tamanho de acordo com o seu sexo. Estróbilo é um ramo modificado, que contém folhas férteis, formadoras de gametas (Lucena *et al.*, 2015). Os esporângios femininos são denominados de megasporângios produzem os óvulos e os masculinos microesporângios que produzem os grãos de pólen (Raven *et al.*, 2014). Segundo Luz e Bortolini (2017) existem espécies de plantas monóicas - apresentam apenas um sexo (o órgão sexual feminino ou masculino) por indivíduo e dióicas apresentam os dois sexos no mesmo organismo. Portanto, nos quais encontram-se reunidos em cones separados na mesma planta são monóicas e em plantas diferentes são dióicas.

Neste grupo a água não é mais necessária como meio de transporte do gameta masculino para as oosferas, no qual o processo de polinização é responsável pela transferência dos gametas masculinos pelo vento para os gametas femininos (Raven *et al.*, 2014). Com o surgimento do grão de pólen e do tubo polínico, também a semente, fizeram com que o fator água não fosse determinante para a reprodução das plantas, assim colonizando mais ambientes terrestres. Nas plantas com sementes a transferência de gametas se dá pela polinização na qual o grão de pólen geralmente é disperso pelo vento e pode ser anemofilia (vento) e existe alguns casos de ser feita por insetos que é denominada entomofilia, assim levando o grão de pólen (masculino)

para o gameta feminino de forma mais rápida (Santiago, 2018). Nas pesquisas de Mendonça *et al.* (2016) acreditam-se que a polinização pelo vento ao longo do tempo desenvolveu adaptações em algumas espécies e a partir dessa hipótese eles investigam as características dos estróbilos e do pólen das principais famílias das gimnospermas, examinando as adaptações evolutivas entre as estruturas reprodutivas masculinas e a polinização anemofilia.

Para Raven *et al.* (2014) entre as gimnospermas fósseis e as formas atuais ocorreu uma redução da jaqueta anteridial e a correspondente produção de um tubo polínico. O tubo polínico é formado a partir das células do tubo presentes no grão de pólen, quando ocorre a germinação do grão de pólen, assim promovendo o crescimento do tubo polínico. A célula generativa dispõe-se entre a célula do tubo e as demais células protálicas, e a célula estéril se posiciona ao seu lado. As principais deste grupo são: *estróbilos ou cones, microsporófilos, macrosporófilos, megasporângios, microesporângios, tubo polínico, polinização anemofilia e entomofilia, grão de pólen e micrópila.*

De acordo com Raven *et al.* (2024) os cones masculinos são estruturas pequenas e numerosas que produzem grãos de pólen, formados por inúmeras folhas modificadas, denominadas microsporófilos que dão origem aos microesporângios que são responsáveis pela produção do grão de pólen. Cada grão de pólen contém células germinativas masculinas e outras, que são transportadas pelo vento até os cones femininos para a polinização, chamada de polinização anemófila.

Os cones femininos, ou cones de semente, são estruturas maiores e menos numerosas que contêm óvulos, proveniente de folhas modificadas escamosas chamadas macrosporófilos, que produzem os óvulos ou macrosporângios (Raven *et al.*, 2014). Cada óvulo é cercado por tecidos protetores, como o tegumento, no qual fica exposto no cone feminino e em cada óvulo possui uma pequena abertura chamada de micrópila, onde o grão de pólen adere (Lucena *et al.*, 2015).

A polinização, os grãos de pólen germinam e produzem tubos polínicos que penetram nos cones femininos. A fertilização ocorre dentro dos cones femininos, resultando na formação de sementes. As sementes são então dispersas, muitas vezes pelo vento, água ou animais, e germinam para dar origem a novas plantas (Lucena *et al.*, 2015; Santiago, 2018).

3.6 Características gerais das angiospermas

Os primeiros fósseis associados a angiospermas foram grãos de pólen do início do *Cretáceo*, datados de cerca de 140 milhões de anos. No entanto, o fóssil mais antigo atribuído a esse grupo, sem qualquer dúvida, data de algum tempo depois, há cerca de 132 milhões de anos (Melo *et al.*, 2020).

As angiospermas, ou plantas com flores, sementes e frutos, constituem o grupo mais diversificado e abundante do reino vegetal. Elas são caracterizadas pela presença de flores, onde os órgãos reprodutivos estão encapsulados em estruturas chamadas de carpelos, e sementes protegidas dentro de frutos. Como destacado por Raven *et al.* (2014), essa característica distintiva contribuiu significativamente para o sucesso evolutivo das angiospermas, permitindo uma eficiente disseminação de sementes e uma vasta gama de estratégias reprodutivas (Santana *et al.*, 2021).

Várias inovações permitiram que as angiospermas superassem as restrições que limitavam a diversidade de espécies e o espaço de nicho ecológico para outras plantas terrestres, como gimnospermas e samambaias, como por exemplo: surgimento de flor, fertilização dupla, redução da fase gametofítica, sementes, frutos, xilema bem desenvolvido, aumento do número de estômatos, duplicação do genoma e redução do tamanho do genoma (Benton; Wilf & Sauquet, 2021).

As angiospermas exibem uma ampla variedade de morfos florais, que podem variar significativamente entre diferentes espécies, nas quais podem apresentar presença dos dois órgãos reprodutivos feminino e masculino (hermafroditas/bissexuais), já em outras ocorre a ausência de um dos sexos (unissexuais) e além dessas possui flores estéreis que não possui nenhum órgão reprodutivo apenas o perianto (Vieira & Fonseca, 2014).

Assim, espécies deste grupo de plantas podem ser encontrada em diversos ambientes, desde quentes à frios. No qual o trabalho de Folk, Siniscalchi e Soltis (2020) enfatizam o contraste entre a diversidade de soluções que as plantas com flores desenvolveram face a ambientes extremos e uma ampla correlação entre adaptações secas e frias que em alguns casos podem sugerir origens comuns profundas.

No grupo das angiospermas são conhecidas pelas suas flores, suas estruturas complexas que abrigam os órgãos reprodutivos masculinos (estames) e femininos (carpelos) e possui partes estéreis que são as sépalas e as pétalas (Silva, 2017).

No órgão reprodutivo masculino está presente o androceu que são o conjunto

de estames, no qual possui o filete e a antera. Na antera que vai ocorrer a produção do grão de pólen. Órgão reprodutivo feminino é chamado de carpelo onde contém o óvulo e seu conjunto é denominado de gineceu, tem flores que pode ter um ou mais carpelos (Silva, 2023).

Nas anteras tem a formação do grão de pólen que carrega no seu interior células vegetativa e células geradoras. Em algumas espécies as células geradoras dão origem a dois gametas masculinos. Após a polinização, o grão de pólen germina, prolongando-se até o óvulo e liberando os dois núcleos espermáticos – um deles fecunda a oosfera do óvulo (embrião diploide) e o outro se une a dois núcleos polares presentes no óvulo, formando um tecido triploide (endosperma), com função de nutrir o embrião (Raven *et al.*, 2014; Canhoto, 2015). Essa fecundação é chamada de fertilização dupla presente apenas nas angiospermas. Como Rebouças (2023) diz quando o óvulo fecundado está maduro ocorre a formação da semente, constituída pelo embrião, tecido de reserva e tegumento, de extrema importância na dispersão das plantas. Além de fornecer dados sobre a biodiversidade, taxonomia, frugivoria, dispersão, conservação, manejo de espécies e, ainda, como material didático (Oliveira *et al.*, 2017; Silva & Chalco, 2017; Himangini & Thakur, 2018; Évora *et al.*, 2020).

A parte inferior do carpelo que contém os óvulos, onde desenvolve-se o fruto após a fertilização – ovário. Já as estruturas que contêm os gametas femininos são chamadas de óvulos, em cada um dele contém uma célula de oosfera, que se combina com um gameta masculino para formar um embrião após a fertilização. Na flor polinizada e fecundada, o ovário resulta em fruto e os óvulos em sementes (Himangini *et al.*, 2018; Canhoto, 2021). O fruto é formado a partir do desenvolvimento das paredes do ovário, que acontece o acúmulo de substâncias nutritivas, formando a parte suculenta que comemos e atrai outros animais, pode ser dividido em 3 regiões – epicarpo, mesocarpo e endocarpo. Porém, em alguns casos o desenvolvimento do fruto envolve outras partes da flor (Lucena *et al.*, 2015).

As pétalas são estruturas geralmente coloridas que cercam os órgãos reprodutivos, desempenhando um papel importante na atração de polinizadores, como insetos e pássaros, e na proteção dos órgãos reprodutivos. Segundo Gómez, Perfectti e Klingenberg (2014) algumas abelhas preferem visitar corolas com pétalas estreitas e paralelas e os bovinos preferem corolas com pétalas arredondadas sobrepostas.

4 MÉTODO DE ESTUDO

Com base no estudo bibliográfico, foi possível aprofundar o entendimento sobre as estruturas reprodutivas e os processos relacionados à perpetuação das espécies nas quatro classes de plantas: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Para organizar e categorizar o estudo, foram analisados pontos-chave, como os mecanismos de reprodução, as condições ecológicas que favorecem ou limitam o sucesso reprodutivo e a interação dessas plantas com o ambiente.

4.1 Fontes de Dados e Critérios de Seleção

4.1.1. Seleção das Fontes

Foi posto como critério alguns itens supra importantes para o reconhecimento de artigos ou trabalhos acadêmicos de alto fator de impacto para academia científica. As fontes de dados incluíram:

Bases de dados acadêmicas: Plataforma Scielo, Portal da CAPES e Google.

Revistas e periódicos locais e internacionais: Para assegurar a inclusão de estudos das terminologias das estruturas reprodutivas das quatro classes de plantas.

Repositórios de universidades: Os trabalhos de dissertações e teses não foram inclusos nesse quesito de trabalho.

4.1.2 Período de Publicação

A revisão foi realizada a partir da análise de artigos de periódicos com alto fator de impacto, artigos com JCR, qualis (estrato A e B) e DOI, ou seja, aquelas publicações relevantes e recentes de 2014 a 2024.

4.2 Palavras-chave Utilizadas

As pesquisas deste trabalho foram realizadas utilizando algumas palavras como input ou dados de entradas, posteriormente essas palavras-chave e suas combinações foram interessantes para encontrar e baixar artigos para síntese ou análise, tal como:

"Arquegônio, anterídio, antera, estigma; micrósporos, megásporo, óvulo, esporângio, soros, pétalas, corola, semente, grão-de-pólen, cones, estróbilo, carpelo, fruto, flor, estame, estilete, ovário e tubo polínico".

4.3 Critérios de Inclusão e Exclusão

4.3.1 Critérios de Inclusão:

- Artigos publicados nos últimos 10 anos.
- Estudos de caso ou circular com ISSN relevantes sobre estruturas reprodutivas.
- Artigos técnicos como input do banco de dados e meta-análises sobre estruturas reprodutivas.
- Publicações trabalhos com alto fator de impacto científico na comunidade científica e revisados por pares (ad hoc) com ISSN, DOI, JCR e qualis A ou B.

4.4 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada em quatro categorias principais, tais como:

Busca Inicial: Identificação de estudos relevantes através das palavras-chave em bases de dados selecionadas.

Triagem de Resumos: Leitura inicial dos artigos para verificar a relevância em relação ao tema proposto.

Período de publicação: foi feito uma triagem rigorosa sobre o ano de publicação de cada artigo para entrar no bando de dados.

Seleção de Artigos: Leitura e análise dos artigos de periódicos de alto fator de impacto que atenderam aos critérios de inclusão e posterior análise crítica.

4.5 Ferramentas de Gerenciamento de Referências

Para a organização das referências, foram utilizados softwares de gerenciamento de referências como Mendeley, Zotero ou EndNote, garantindo a padronização e fácil acesso aos artigos revisados.

4.6 Análise Crítica

Os artigos selecionados foram submetidos a uma análise crítica mais aprofundada visando extrair informações relevantes sobre uma abordagem sistêmica de estruturas reprodutivas de todas as classes de plantas, conforme Andrade (2024), considerando:

Figura 3. Fluxograma de pesquisas avançada de artigos para análise crítica como parâmetros de estudos de revisão bibliométrica.



Fonte: Andrade (2024).

Para esta análise, foram contabilizados artigos estritamente relacionados à pesquisa, além de outros que possivelmente abordaram alguma estrutura reprodutiva, independentemente da classe vegetal, abrangendo briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas.

De forma geral, foram avaliados 398 artigos, dos quais 378 se enquadram diretamente na temática deste estudo. A seguir, serão apresentados diversos insights, destacando os principais pontos ou uma discussão abrangente relacionadas às estruturas reprodutivas dessas plantas, bem como as conclusões, considerações finais e a relevância deste estudo, evidenciando seu impacto para a sociedade e para o mundo científico.

5 RESULTADOS

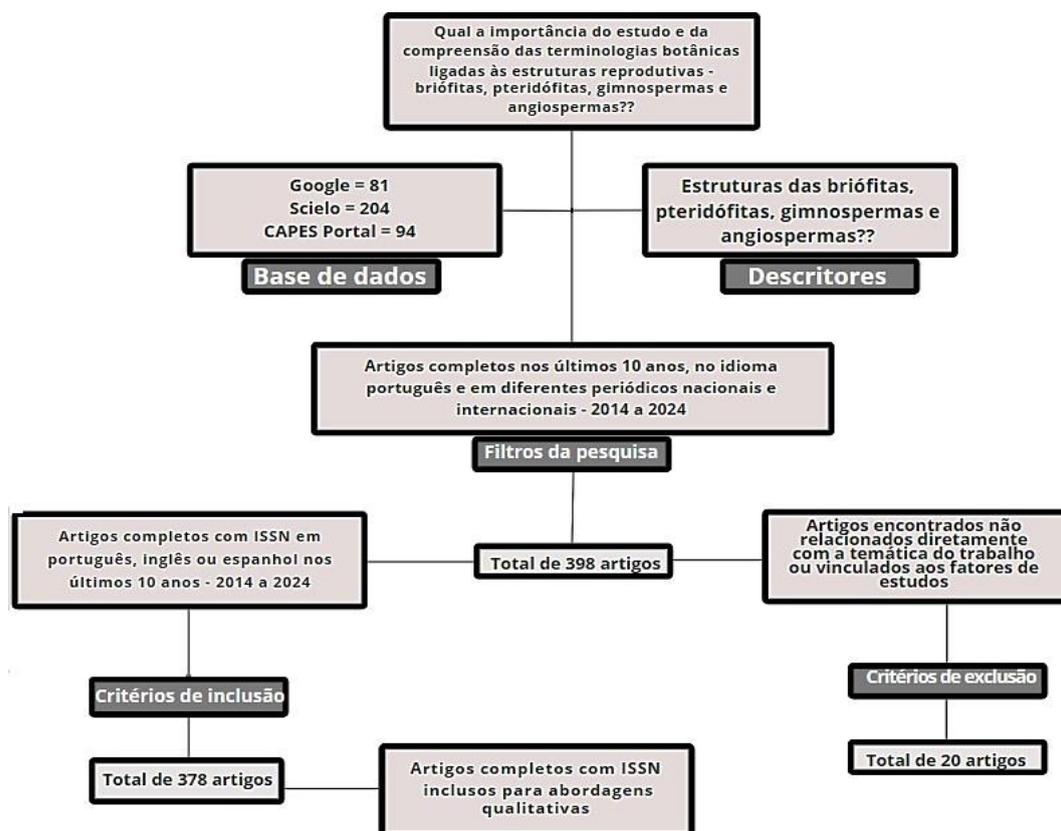
5.1 Terminologias botânicas ligadas às estruturas reprodutivas de plantas avasculares e vasculares

As principais estruturas reprodutivas, independentemente da classe vegetal, têm se tornado um tema amplamente discutido entre pesquisadores, professores, alunos e a comunidade em geral. Essa discussão é motivada pela complexidade das terminologias reprodutivas, que apresenta um dilema recorrente tanto na compreensão quanto na escrita. Essa gama de terminologias varia desde os termos mais simples, como "*musgo*", até expressões mais complexas e desafiadoras, como "*anteridióforos*" em plantas inferiores e também existem outras mais complexas tal como "*Ginkgophyta – estróbilos*" nas gimnospermas ou até mesmo "*megasporócito*" nas angiospermas.

Através da análise deste fluxograma como abordagem qualitativa, constatou-se que apenas 378 artigos foram selecionados para a análise qualitativa deste trabalho, proporcionando uma base sólida para a discussão sobre a compreensão e a importância das estruturas reprodutivas de diferentes classes de plantas, tanto inferiores quanto superiores, dentre um total de 398 artigos. Esse tipo de fluxograma permite explorar o universo da compreensão e da quantidade na comunidade acadêmica e na produção científica, evidenciando como o estudo dessas estruturas reprodutivas pode facilitar tanto a escrita quanto a compreensão, por meio de metodologias inovadoras e abordagens didáticas relacionadas aos táxons e palavras-chave (Figura 4).

Os artigos encontrados e excluídos do rol de trabalhos para compor o fluxograma foram da ordem de 20 paper's, embora não tenham sido diretamente relacionados ao tema, destacam a necessidade de um critério rigoroso na seleção de literatura científica para assegurar a relevância e a especificidade das informações utilizadas na revisão (Figura 4).

Figura 4. Fluxograma de buscas avançada de artigos utilizados para análise crítica como parâmetros de entradas de análise por meio de revisão bibliométrica.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Toda a fundamentação dessa pesquisa foi para entender o universo científico mediante trabalhos efetivamente publicado no período de 2014 a 2024 em diferentes revistas ou periódicos científicos de alto impacto e com JCR. As plantas avasculares, como as briófitas, possuem estruturas reprodutivas simples, como os anterídios (estruturas masculinas que produzem anterozóide) e os arquegônios (estruturas femininas que produzem a oosfera), enquanto as pteridófitas, plantas vasculares sem sementes, apresentam esporângios organizados em soros nas folhas para a produção de esporos, com gametófitos que também contêm anterídios e arquegônios. Nas gimnospermas, as estruturas reprodutivas são os cones ou estróbilos, sendo os cones masculinos produtores de grão-de-pólen e os cones femininos formadores de óvulos após ser fecundada irá formar as sementes, que ficam expostas nas escamas dos cones. Por fim, as angiospermas, plantas com flores, possuem um sistema reprodutivo mais complexo, com estames (estruturas masculinas que produzem pólen) e pistilos (estruturas femininas onde os óvulos são fertilizados), além da formação de frutos, que envolvem as sementes e facilitam sua dispersão (Della *et al.*, 2019).

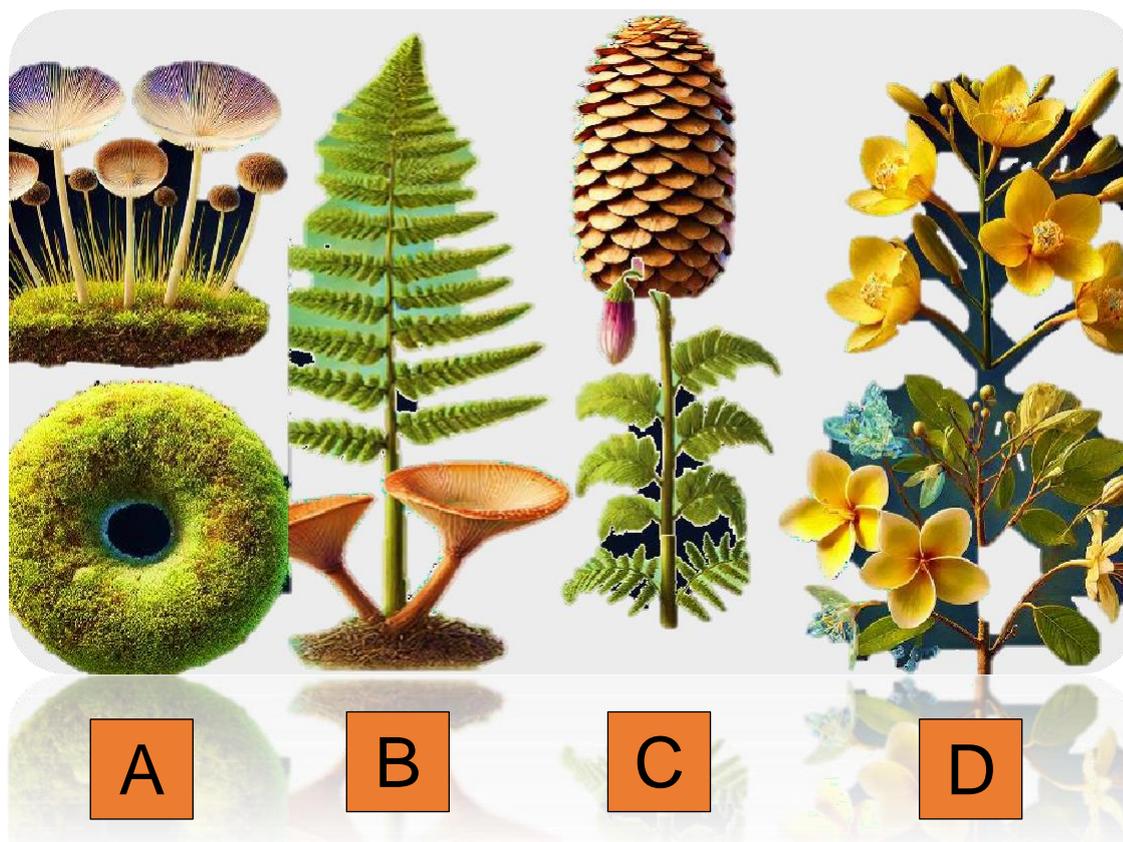
5.1.1 Dificuldade de entendimento das principais terminologias botânicas – reprodutivas

A compreensão das terminologias botânicas relacionadas às estruturas reprodutivas das plantas pode ser desafiadora atualmente, especialmente para aqueles que não têm o meio acadêmico em botânica. Muitas das palavras utilizadas são específicas em termos de terminologias reprodutivas e podem parecer confusas, uma vez que descrevem processos e estruturas que variam entre as diferentes classes de plantas. Por exemplo, termos como gametófito e esporófito são fundamentais para entender o ciclo de vida das briófitas e pteridófitas, mas podem ser difíceis de assimilar. Além disso, em briófitas, a terminologia pode incluir palavras como anterídio e arquegônio, que se referem às estruturas que produzem gametas, enquanto em pteridófitas, encontramos termos como soros, que são agrupamentos de esporângios localizados nas folhas. Estas palavras mais acessíveis servem como uma introdução, mas logo surgem outras, como heterosporia e poiquilohídricas ou hemeoídricas, que demandam um maior conhecimento ou estudo botânico para serem compreendidas efetivamente (Queiroz *et al.*, 2021).

No caso das gimnospermas, termos como estróbilo, micrósporo e megásporo podem ser difíceis de entender, especialmente pela ausência de frutos, que caracteriza esse grupo. Já nas angiospermas, as estruturas mais complexas como o gineceu, androceu e o processo de polinização cruzada com agentes bióticos ou abióticos adicionam uma camada de dificuldade na compreensão dos detalhes anatômicos e funcionais dessas estruturas.

No entanto alguns autores citam que ainda há um déficit na metodologia de ensino utilizada por alguns professores no processo de ensino de botânica. De acordo com Andrade (2024) essa deficiência pode estar relacionada à metodologia de ensino utilizada pelo professor relacionado estritamente ao método proposto e inclusive na demonstração de estruturas reprodutivas das quatro classes de plantas (Figura 5), pelo qual concentra a aula apenas em conceitos levando à desmotivação e ao pouco avanço do estudante na disciplina.

Figura 5. . Classes de plantas inferiores (briófitas-A) e de plantas com sistemas de vascularização (pteridófitas-B, gimnospermas-C e angiospermas-D) com suas respectivas estruturas reprodutivas.

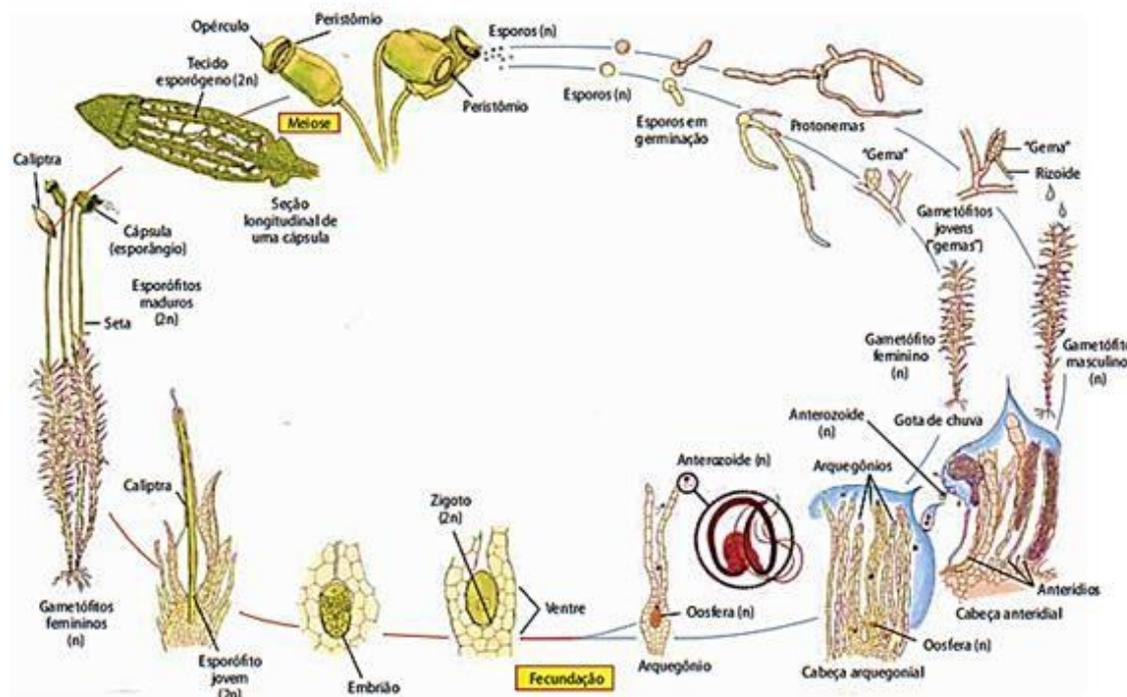


Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

5.2 Estruturas reprodutivas de briófitas

Durante o processo de revisão, foi constatado que na fase de reprodução as briófitas são totalmente dependentes da água, pois essa estrutura é chamada de anterídeos que são produzidos os anterozóides (gameta masculino flagelado) que chegam até o arquegônio para fecundar a oosfera (estrutura feminina), através de uma película de água que se forma com a chuva ou mesmo com o orvalho da noite. Uma vez alcançado o arquegônio o anterozoide fecundará a oosfera formando um zigoto (que possui a carga genética $2n$) que pelo processo de meiose formará um embrião iniciando assim a segunda fase (Figura 6).

Figura 6. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das briófitas evidenciando tanto a fase duradoura (gametófito) quanto a fase produtora de esporos (fase efêmera).



Fonte: Raven *et al.* (2014).

Revisões detalhadas sobre a biologia reprodutiva das briófitas destacam que esse processo é vital para a continuidade do ciclo de vida dessas plantas, uma vez que o movimento do anterozoide depende inteiramente da presença de um meio aquoso. Ao alcançar o arquegônio, o anterozoide fecunda a oosfera, formando um **zigoto** (com carga genética diploide, $2n$), o qual, por meio da **meiose**, desenvolve-se em um embrião, iniciando a fase esporofítica. Este padrão reprodutivo é amplamente aceito e corroborado por uma série de revisões científicas, conforme indicado em diversas publicações recentes na área de biologia vegetal, que enfatizam a importância da água no ciclo reprodutivo de plantas avasculares (Figura 6).

5.3 Estruturas reprodutivas de pteridófitas

Por meio de revisões mais abrangente, foram evidenciadas que as pteridófitas possuem tecidos diferenciados formando as raízes, caule e folhas. As raízes das Pteridófitas na fase esporofítica são do tipo adventícias, partindo do caule com função de fixação da planta e absorção de água e sais minerais. Na fase gametofítica ela é de menor porte e conhecida como rizoides (Paiva *et al.*, 2015).

A planta possui um ciclo reprodutivo com alternância de geração, onde a fase duradoura neste caso é o esporófito. Na superfície inferior das folhas ou nas bordas formam-se esporângios chamados de soros, nos quais são produzidos esporos que possuem como principal agente dispersor o vento (Raven *et al.*, 2014).

As folhas são também conhecidas como frondes cujos tamanhos variam de espécie para espécie, desde alguns milímetros a 2 metros das espécies gigantes. Na parte inferior das folhas encontramos as estruturas reprodutivas chamadas de **soros** produtoras de esporos (Figura 7).

Figura 7. Estruturas de reprodução das pteridófitas e sua morfologia (samambaia), *Blechnum occidentale* L. (Blechnaceae), com a presença de soros alongados.

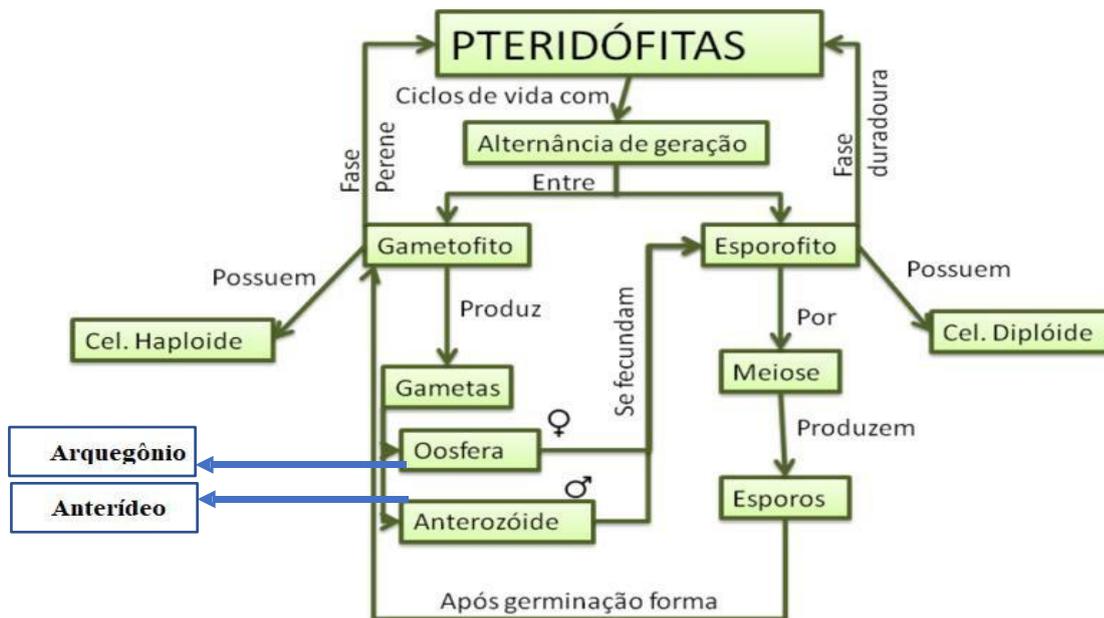


Fonte: Raven *et al.* (2014).

O anterozoide (**gameta masculino**) produzido no arquegônio é um gameta multiflagelado que necessita de água para nadar até o arquegônio onde se encontra a oosfera (**gameta feminino**) para que ocorra a fecundação (Figura 8). Do zigoto formado após a fecundação desenvolve-se uma nova planta esporófito, reiniciando o ciclo reprodutivo. A maioria das pteridófitas também podem se reproduzir pela reprodução vegetativa de seu rizoma (Silva *et al.*, 2017).

Todas as estruturas morfológicas do esporófito de uma pteridófito podem apresentar tipos de indumentos como escamas, tricomas, paráfises, além de indúcio, que é uma película de proteção junto aos soros em algumas Pteridófitas. Todas estas estruturas são funcionalmente importantes para a planta, além de se apresentarem como caracteres morfológicos estruturais importantes na identificação taxonômica de algumas espécies (Raven *et al.*, 2014).

Figura 8. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das pteridófitas evidenciando tanto a fase efêmera (gametófito) quanto a fase produtora de esporos duradoura ou dominante (esporófito).



Fonte: Amabis & Martho. Biologia dos organismos, 2005.

Segundo Silva & Barros *et al.* (2017), as pteridófitas estão amplamente distribuídas e representam um importante grupo vegetal da flora brasileira, cerca de 1200 a 1300 espécies. São encontradas em diferentes regiões, desde cerrado, dunas, matas ou rochas. Algumas pteridófitas mostram-se pioneiras e eficientes na regeneração de fragmentos de florestas degradadas (Queiroz *et al.*, 2021).

5.4 Gimnospermas

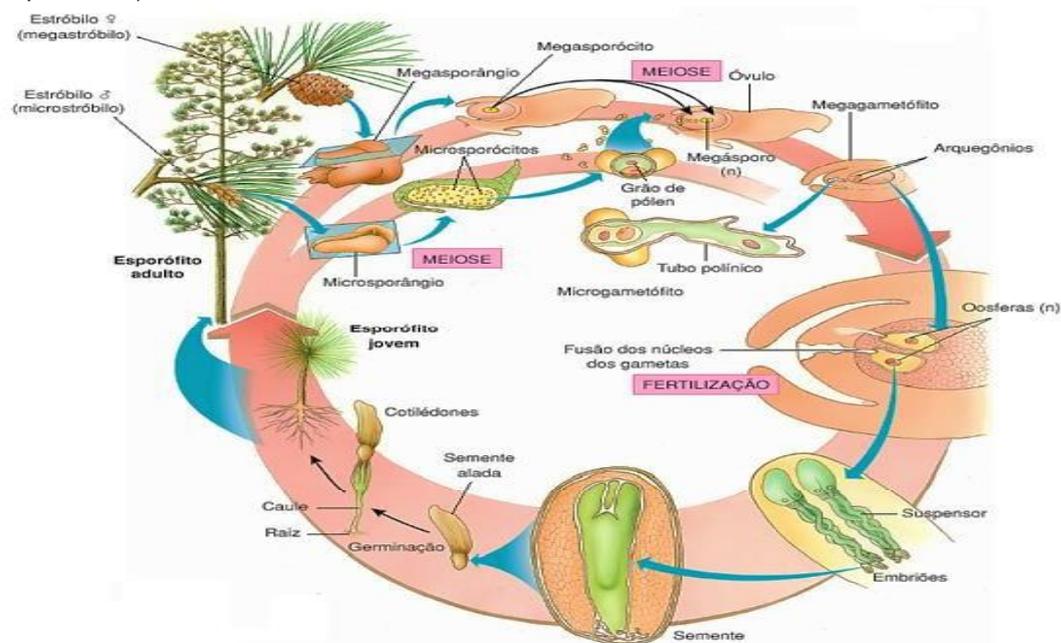
Revisões abrangentes sobre a morfologia e evolução das gimnospermas indicam que essa adaptação foi crucial na colonização de ambientes terrestres mais secos, oferecendo uma vantagem evolutiva significativa em relação às plantas sem sementes. O conceito de "sementes nuas" se consolidou na literatura científica como uma definição central na caracterização das gimnospermas, sendo repetidamente mencionado em publicações de botânica e biologia evolutiva devido à importância ecológica e adaptativa dessa forma de reprodução (Himangini *et al.*, 2018). As gimnospermas representam um grupo de plantas que, ao longo de sua evolução, desenvolveram a capacidade de produzir sementes, mas diferem das angiospermas por não apresentarem frutos que envolvam essas sementes e nem flores.

A literatura científica sobre esse grupo frequentemente as classifica como "plantas de sementes nuas", uma vez que suas sementes não estão protegidas por frutos. Estudos revisados detalham que, em gimnospermas, as sementes são envolvidas por **escamas**, que são folhas modificadas, as quais se organizam em torno do eixo do ramo que as produz, formando uma estrutura cônica conhecida como **estróbilo** (cone). Essas escamas sobrepostas têm como função a proteção das sementes, que se desenvolvem expostas sobre essas estruturas, o que é uma característica-chave desse grupo (Gaglioti & Garcia, 2015).

A semente, portanto, abriga e protege o embrião contra a desidratação, o calor, o frio e a ação de parasitas. Outra função importante da semente é armazenar reservas nutritivas, que alimentarão o embrião durante o desenvolvimento da plântula até que as suas primeiras folhas se formem completamente. A partir daí, a nova planta elaborará o seu alimento através da fotossíntese (Moreira *et al.*, 2015).

As Gimnospermas, portanto, possuem duas gerações: uma geração esporofítica, que corresponde a planta propriamente dita, conforme a vemos na natureza, que é o esporófito e uma geração gametofítica, que cresce dentro do esporófito e tem curta duração. Esta geração é formada pelo gametófito masculino e pelo gametófito feminino (Figura 9).

Figura 9. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das gimnospermas evidenciando tanto a fase efêmera (gametófito) quanto a fase duradoura e produtora de esporos (fase esporofítica).



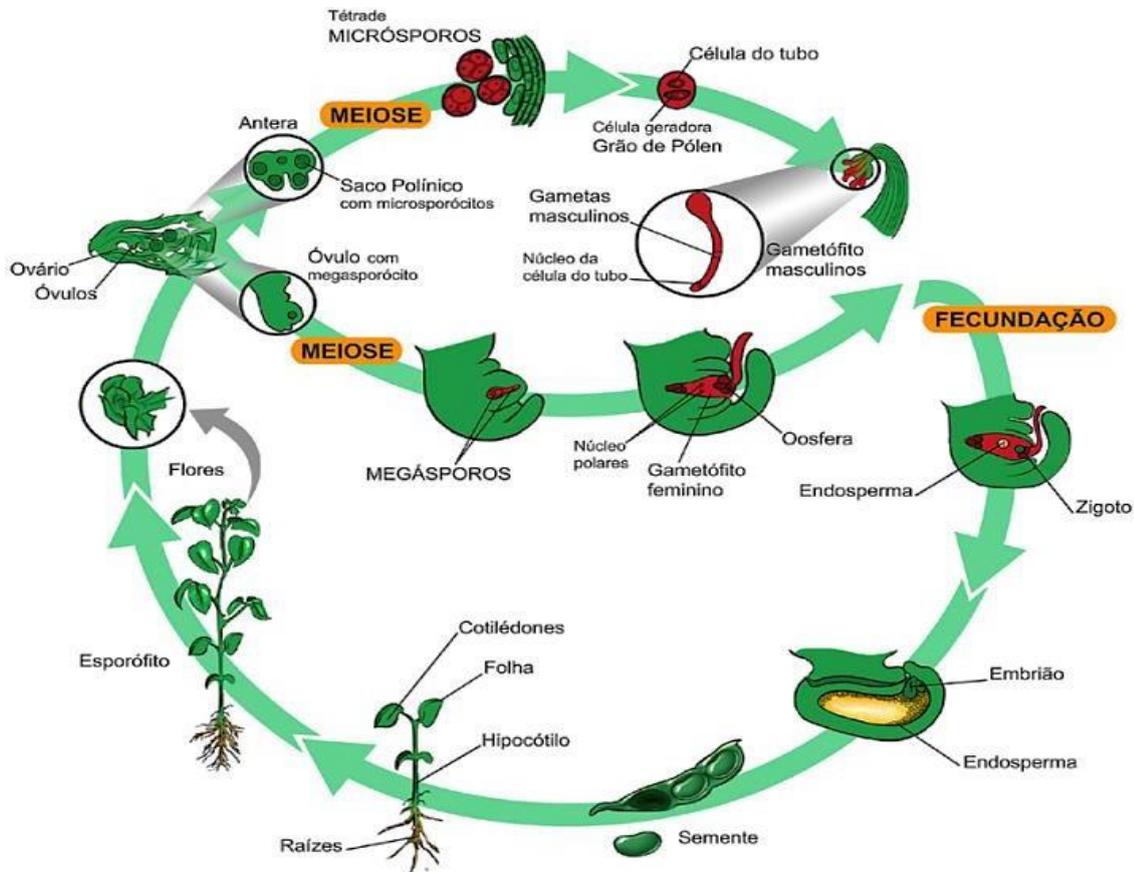
Segundo Gaglioti *et al.* (2015), as gimnospermas, um dos primeiros grupos de plantas a desenvolver sementes, marcam um importante passo evolutivo em relação às plantas mais primitivas, como as pteridófitas. Sua principal inovação foi a produção de sementes "nuas" e evolução de algumas estruturas reprodutivas que incluem os estróbilos (cones), dos quais produzem gametas masculinos (pólen) e femininos (óvulos). O pólen é transportado pelo vento, o que eliminou a dependência direta da água para a fecundação, uma adaptação crucial para sua sobrevivência em habitats mais secos. Essas inovações permitiram às gimnospermas conquistar novos nichos e diversificar-se amplamente ao longo de sua evolução.

5.5 Angiospermas

Como já conhecido na literatura, as angiospermas formam um grupo muito diverso, com estruturas vegetativas e reprodutivas altamente especializadas e diferenciadas em vários ambientes. No entanto, todas compartilham algumas novidades evolutivas que nos permitem reconhecê-las como um grupo monofilético (Raven *et al.*, 2014).

Foi constatado na literatura, todo o 'processo de reprodução das angiospermas e seu ciclo de vida' (Figura 10). Assim como na formação do gametófito masculino, na formação do gametófito feminino há dois processos distintos: *megasporogênese*, que é a formação dos *megásporos* no interior do *megasporângio*, e *megagametogênese*, que é a formação do gametófito feminino. O óvulo é formado pelo *megasporângio* envolto por dois tegumentos interrompidos em uma pequena porção correspondente à micrópila. No início do desenvolvimento, somente um *megasporócito* (célula-mãe de *megásporo*) sofre meiose, originando quatro *megásporos*. Esse processo é a *megasporogênese*.

Figura 10. Ciclo reprodutivo (estruturas reprodutivas) das angiospermas evidenciando tanto a fase efêmera (gametófito) quanto a fase duradoura e produtora de grão-de-pólen (fase esporófitica).



Fonte: Raven *et al.* (2024).

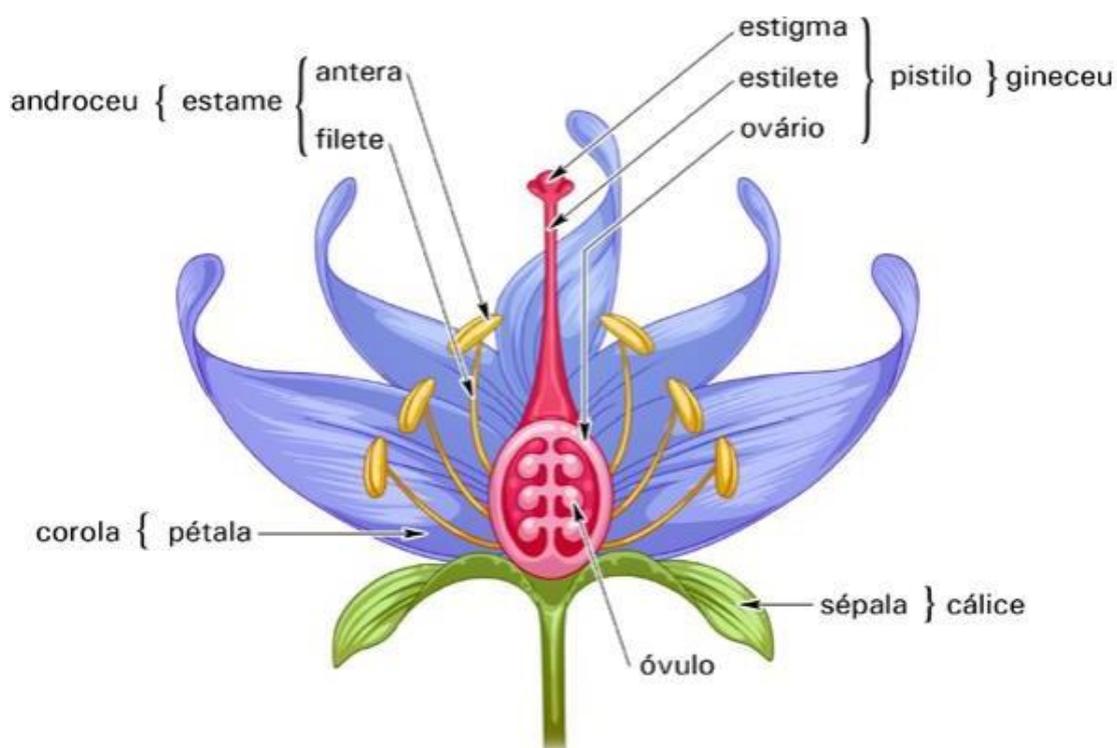
As Angiospermas, assim como as Gimnospermas, são plantas vasculares que produzem sementes. Mas, a grande diferença entre estes dois grupos de plantas é que nas **Angiospermas** as sementes são protegidas pelo fruto. Portanto, nome angiosperma, originado do grego: **aggeion=vaso + sperma=semente**, se refere ao ovário em forma de vaso que protege a semente (Raven *et al.*, 2024).

A flor consiste em um ramo caulinar de crescimento determinado. Esse ramo apresenta folhas modificadas, dispostas nos nós que estão muito próximos entre si, devido ao achatamento dos entrenós. Essa estrutura representou um avanço evolutivo muito importante, pois nesse grupo de plantas os óvulos e as sementes não estão mais expostos ao meio externo, mas incluídos num ovário. Dessa estrutura, que envolve os óvulos e as sementes, foi originado o nome do grupo: **angiosperma** (do grego angio = vaso ou urna; sperma= semente) (Silva *et al.*, 2015).

Por meio de estudos bibliográficos, muitas flores apresentam quatro conjuntos de apêndices, dois estéreis e dois férteis, ligados ao **receptáculo** (parte do eixo na

qual as peças florais estão inseridas), dispostos, muitas vezes, em círculos (**verticilos**) (Figura 11). Abaixo do receptáculo, existe um eixo que sustenta a flor, chamado de **pedicelo**, e, na base deste, há uma **bráctea**, uma folha modificada, geralmente bem reduzida (Salatino *et al.*, 2016).

Figura 11. Representação esquemática (morfologia floral) ou estrutura de reprodução de uma flor completa.



Fonte: Raven *et al.* (2014).

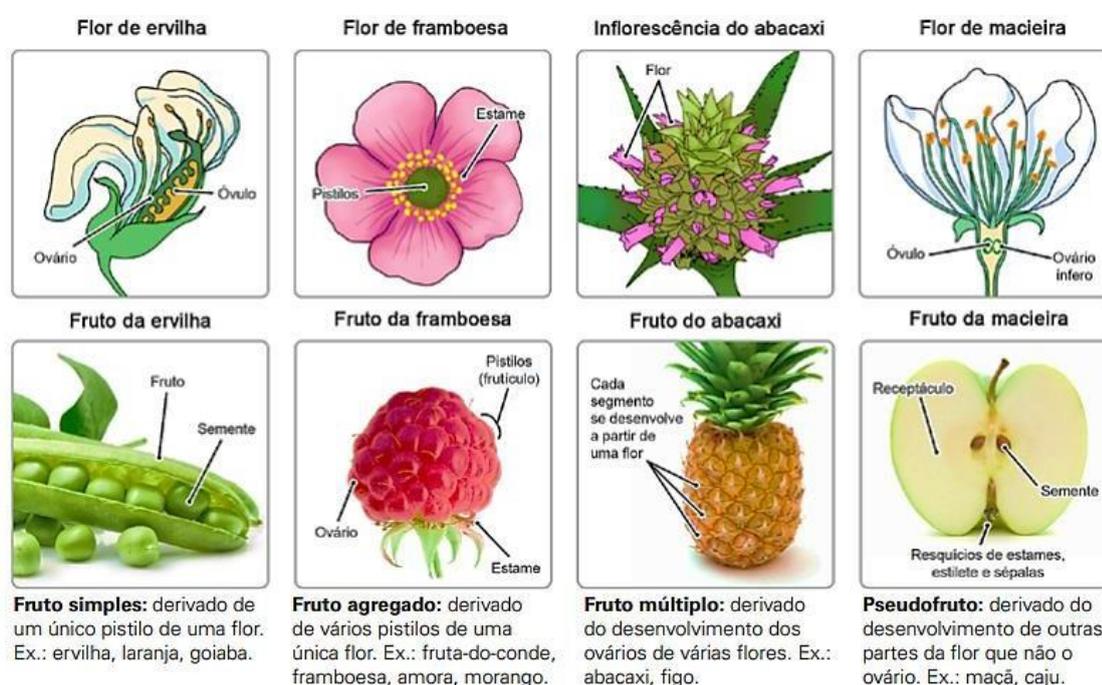
Como já comentamos anteriormente, a diferenciação do ovário contendo os óvulos possibilitou a formação dos frutos. O fruto corresponde ao ovário desenvolvido após a fecundação, contendo, em seu interior, as sementes. A parede do fruto é denominada de pericarpo. Em alguns casos, três camadas podem ser distintas no pericarpo: epicarpo (mais externa), mesocarpo (entre o epicarpo e endocarpo) e endocarpo (mais próxima à semente).

De acordo com Santos e Silva (2013) quando o aluno constrói seu desenho em detalhes aguçados pode-se analisar o seu nível de desenvolvimento cognitivo. Portanto, é notório através dos traços detalhados no desenho o aprendizado das estruturas da planta dicotiledônea.

Com base em seu desenvolvimento, os frutos podem ser simples, ou seja,

derivados de um único pistilo de uma flor, ou compostos. Dentre os compostos, temos os frutos agregados, derivados de vários pistilos de uma única flor (ou seja, uma flor com gineceu apocárpico), ou múltiplos, derivados do desenvolvimento dos ovários de várias flores. Em alguns casos, outras partes da flor, além do ovário, desenvolvem-se formando o fruto. Nesse caso, esses frutos são chamados de pseudofrutos (Figura 12).

Figura 12. Representação esquemática (morfologia de fruto) ou estrutura de reprodução por meio da classificação dos frutos com base em seu padrão de desenvolvimento.



Fonte: Raven *et al.* (2014)

Outra forma de classificar esses frutos está relacionada a eles se abrirem (**deiscentes**) ou não (**indeiscentes**) na maturidade. Os frutos também podem ser ditos secos ou carnosos. Outras características derivadas da forma do ovário, como número de lóculos, presença ou não de septos, número de sementes (derivadas dos óvulos), posição das sementes, entre outras, também podem ser consideradas na descrição dos diversos tipos de frutos (Silva *et al.*, 2014).

O estudo das estruturas reprodutivas das angiospermas, também conhecidas como fanerógamas, apresenta um desafio significativo, dado que essas plantas representam o grupo mais complexo e diverso do reino vegetal. Embora algumas

estruturas, como o estigma, estames e pétalas, sejam facilmente reconhecíveis e amplamente compreendidas, outras envolvem maior complexidade tanto do ponto de vista fisiológico quanto morfológico. Melo *et al.* (2020) ressaltam que essa diversidade é refletida em variáveis adaptativas que afetam não só a morfologia externa das flores, mas também mecanismos internos como a formação de grãos de pólen, ovários, e o desenvolvimento de frutos e sementes. Essas estruturas desempenham papéis essenciais no sucesso reprodutivo das angiospermas, mas a interação entre fatores ambientais, polinizadores e adaptações evolutivas adiciona camadas de complexidade à compreensão desses processos. A necessidade de dominar tanto a nomenclatura quanto os processos biológicos envolvidos exige uma abordagem sistemática e profunda, que abrange desde a anatomia básica até interações ecológicas sofisticadas, tornando o estudo das fanerógamas uma área central para o avanço do conhecimento botânico (Melo *et al.*, 2020).

Brandão *et al.* (2024) afirma que os mapas conceituais feitos por alunos nos mostram seus conhecimentos significativos na área de botânica ligadas notadamente sobre estruturas reprodutivas, mesmo simplificados, pois permitem que o aluno construa seu mapa usando a integração, reconciliação e diferenciação de conceitos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica das terminologias botânicas relacionadas às estruturas reprodutivas, foi possível destacar o ciclo de vida das plantas, surgimento de novas estruturas e adaptações ao longo do processo evolutivo das plantas terrestres e as complexidades e desafios envolvidos na compreensão das terminologias botânicas, principalmente aquelas relacionadas às estruturas reprodutivas.

No que se refere às estruturas reprodutivas das plantas, o estudo detalhou a complexidade de cada grupo. As briófitas, por exemplo, dependem da água para a reprodução, sendo essa uma característica essencial para o movimento do anterozoide até o arquegônio, permitindo a fecundação. Já as pteridófitas, apesar de possuírem estruturas reprodutivas como soros e esporângios, também dependem da água para a fecundação, além de possuírem a capacidade de reprodução vegetativa através de rizomas.

Nas gimnospermas, a adaptação à seca é evidenciada pela produção de sementes nuas e a fecundação facilitada pelo transporte do pólen pelo vento, dispensando a água. Por fim, as angiospermas apresentam a estrutura reprodutiva mais complexa, com a formação de gametófitos masculinos e femininos, a proteção das sementes por frutos e a especialização das flores, o que garante a proteção e dispersão das sementes.

As terminologias podem ser de difícil compreensão, para professores e alunos, e mais ainda para aqueles que não estão familiarizados com o campo acadêmico, como estudantes e profissionais fora da área. A literatura aponta que apesar de avanços nas metodologias de ensino, ainda há um déficit significativo na compreensão das terminologias e dos processos reprodutivos das plantas e para isso é essencial uma abordagem didática e metodológica mais eficaz para o ensino de botânica, visando uma melhor compreensão dos processos reprodutivos nas diferentes classes vegetais - incluir abordagens mais interativas e visuais pode facilitar o aprendizado, principalmente quando associadas ao uso de mapas conceituais e representações gráficas, que podem ilustrar de maneira mais clara as diferentes estruturas e suas funções.

Trabalhos mais interativos e inovadores, pode contribuir para uma maior compreensão das terminologias botânicas e das estruturas reprodutivas das plantas, além de evidenciar a importância de um ensino de botânica mais eficaz, que auxilie

na formação de um conhecimento sólido sobre as complexidades do reino vegetal. Assim, a formação acadêmica sobre botânica pode ser enriquecida com métodos que promovam o entendimento profundo e a aplicabilidade do conhecimento das estruturas reprodutivas das plantas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, P. A. S.; ALVES, A. M.; TAKATA, W. H. S. Germination of spores of Amazonian ferns *Polypodium aureum* in different culture media. **Revista Ornamental Horticulture**, v. 25, n. 3, p. 218-224, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v25i3.1455>
- AMARAL, L. G.; SILVA FILHO, F. A. **Sistemática vegetal**. 1º Ed. Florianópolis: Biologia, 2010. 162p.
https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176805/2/Livro_Ciencias%20Biologicas_Sistemática%20Vegetal.PDF
- ANDRADE, L. M. P. M. **Papel das plantas nativas da caatinga na restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2024. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2024. URI: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/32639>
- BAQUERO, C. P. M.; CERPA, J. D. O.; VÁSQUEZ, J. A. J.; HENRIQUEZ, A. M. B.; NEGRITTO, M. A. briófitos: UN MUNDO EN MINIATURA. **Inflorea Boletín de Botânica**, Santa Maria, v.1, p. 1-12. 2017. URI: https://www.unimagdalena.edu.co/Content/Public/Docs/Entrada_Facultad3/adjunto_1029-20181004104040_495.pdf
- BENTON, M. J.; WILF, P.; SAUQUET, H. A revolução terrestre das angiospermas e as origens da biodiversidade moderna . **Novo Fitólogo**, v. 233, p. 2017-2035, 2022. URI: <https://doi.org/10.1111/nph.17822>
- BRANDÃO, E. C. T. A.; DANTAS, C. S. A.; OLIVEIRA, M. I. U.; SILVA, I. G. Coleções didáticas para o ensino de botânica no Instituto Federal de Sergipe -campus Aracaju. **Paubrasilia**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33447/paubrasilia.2024.e0142>
- BROWN, R.M. & BROWN, S.M. Evolutionary trends in reproductive structures of aquatic pteridophytes. **Aquatic Botany**, 154, 25-36, 2019. <https://lamont.columbia.edu/directory/o-roger-anderson>
- CANHOTO, J. M. **Revista de Ciência Elementar**, v. 5, n. 01, p. 1-4, 2015. DOI:doi.org/10.24927/rce2017.097
- CANHOTO, J. M. Semente, **Rev. Ciência Elem.**, v. 5, n. 01, p. 1-4, 2017. DOI: doi.org/10.24927/rce2017.002
- CANHOTO, J. M A árvore de Natal na perspectiva de um biólogo, **Rev. Ciência Elem.**, v. 6, n. 04, p. 1-4, 2018. DOI: doi.org/10.24927/rce2018.079
- CANHOTO, J. Biologia de organismos. **Fruto, Rev. Ciência Elem.**, v. 9, n. 01, p. 1-4, 2021. DOI: doi.org/10.24927/rce2021.010

CEVALLOS-FERRIZ, S. R. S.; VERGANA, A. R. H. Una historia de éxito: biodiversidad a través de fósiles. **TIP Revista** Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 21(Supl. 2): 69-84, 2018. DOI: 10.22201/fesz.23958723e.2018.0.158

DELLA, A. P. & FALKENBERG, D. B. Pteridófitas usadas na legislação como indicadores de estágios sucessionais no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, v. 46, n. 2, p.e572018, 2019. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-57/2018>

ÉVORA, L. B.; SOUZA, A. C. O.; NARDINA, C. F.; de OLINDA, M. L.; GUERREIROA, C.; & Bernacci, L. C. III–Artigo Científico. **Revista de Recursos Genéticos-RG News**, 2020. 6, 1. <http://www.recursosgeneticos.org/revista/revista-rg-news8>

FOLK R.A.; SINISCALCHI C. M.; SOLTIS D. E. Angiospermas na borda: extremidade, diversidade e filogenia. **Planta, Célula e Meio Ambiente**, v. 43: 2871 – 2893, 2020. https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176805/2/Livro_Ciencias%20Biologicas_Sistemica%20Vegetal.PDF

GAGLIOTI, A. L.; GARCIA, R. J. F. Gimnospermas no Parque Ibirapuera, São Paulo, SP, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 1, p. 93-108, 4 fig., 2015. <https://doi.org/10.1590/2236-8906-01/2014>

GANIKO-DUTRA, M.; BONADIO, L. D. C.; CAFFEU, B. P.; BASTOS, F. Não existe flor hermafrodita: uma investigação das nomenclaturas utilizadas para as estruturas reprodutivas na alternância de gerações de Angiospermas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, e22056, p. 1-17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320220056>

GÓMEZ, J. M., PERFECTTI, F., KLINGENBERG, C. P. O papel da diversidade de polinizadores na evolução da integração em forma de corola em um clado de planta generalista de polinização Phil. **Trad. R. Soc.B**, v. 369, n. 1, p. 20130257, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1098/rstb.2013.0257>

HIMANGINI, & THAKUR, A. Effect of seed storage conditions on seed germination and vigor of *Withania somnifera*. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 6, p.1409-1413, 2018. <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue6/PartY/7-6-243-741.pdf>

JOHNSON, H.L. et al. Phylogenetic analysis of pteridophyte reproductive structures: insights into fern evolution. **American Journal of Botany**, v. 8, n. 4, p. 521-536, 2021. <https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3732/ajb.91.10.1582>

JONES, C.D. & SMITH, J.K. Environmental and biotic influences on reproductive structures in ferns: implications for conservation. **Plant Ecology**, v. 219, n. 3, 285-297, 2018. <https://academic.oup.com/bioscience/article/74/5/322/7635907>

LUCENA, E. M.; MEDEIROS, J. B. L. P.; MENDES, R. M. S. **Morfologia e Anatomia de espermatófitas**. 1. ed. Reimpressão – Fortaleza, 2015. 175p. https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/431648/2/Livro_Ciencias%20Biologicas_Morfologia%20e%20Taxonomia%20de%20Espermatofitas.PDF

LUZ, A. R.; BORTOLINI, A. J. A importância da polinização para produção de frutos em diferentes espécies frutíferas. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 1, n. 1, p.1-4, 2017. <https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/laboratoriodematologia/agronomiabrasileira/rab201709rdoi.pdf>

MELO, D. L. et al. Dissecção de flores como ferramenta de ensino de Botânica no Ensino Médio. **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 78799-78810, 2020. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/18352>

MENDES, R. M. S.; CHAVES, B. E. **Sistemática vegetal: noções básicas com enfoque em algumas famílias de angiospermas representativas no Brasil**. 2. ed. Fortaleza: EdUECE (Editora da Universidade Estadual do Ceará), 2015. 223. ISBN: 978-85-7826-346-5. https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/176805/2/Livro_Ciencias%20Biologicas_Sistemica%20Vegetal.PDF

MENDONÇA, A. V. REIS.; FREITAS, T. A. S.; SOUZA, L. S.; FONSECA, M. D. S.; SOUZA, J. S. Morfologia de frutos e sementes e germinação de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, comb. **Nov. Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 375-387, abr.-jun., 2016. <https://www.scielo.br/j/cflo/a/bcj9PJ5hcX8hBvgQvV48gNb/abstract/?lang=pt>

MOREIRA, C. Ciclo de Vida de uma Gimnospérmica, **Rev. Ciência Elem.** v. 3, n. p. 1-2, 2015. doi.org/10.24927/rce2015.053

OLIVEIRA, Y. R.; DA SILVA, P. H.; DE DEUS, M. D. S. M.; Gonçalves, N. M. N., & de ABREU, M. C. Carpoteca: ferramenta de ensino em botânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 1-14, 2017. DOI: 10.3895/rbect.v10n2.4503

OLIVEIRA, M. F. D.; Araújo, C. A. T.; Oliveira, B. A.; Peñaloza-Bojacá, G. F. Plantas fantásticas e onde habitam. **Revista Botânica Pública**, v. 2, p. 6-13, 2021. https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/776/o/Revista_Digital_Botanica_Publica_-_v2_2021.pdf

PAIVA, L, A. et al. Briófitas de um fragmento florestal urbano de Minas Gerais (Brasil). Pesquisas, **Botânica**, São Leopoldo, v. 67, n. 181, 1-19, 2015. <https://www2.ufjf.br/jardimbotanico//files/2018/04/PDF-Lu%c3%adza-Ara%c3%baixo-de-Paiva-2015.pdf>

PECCATTI, A.; ROVEDDER, A. P. M.; PROCKNOW, D.; STEFFENI, G. P. K.; SALDANHAI, C. W.; Floresta, A. J.; Silva, R. P.; Sulzbach, P. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 33, n. 3, e68893, p. 1-20, jul./set. 2023. https://www.researchgate.net/publication/375563447_Aspectos_iniciais_da_fenologia_reprodutiva_de_plantas_de_Monteverdia_ilicifolia_Mart_ex_Reissek_Biral_cultivadas_com_bioestimulantes

PÉREZ-ATILANO, Y.; REYES-SILVA, J. A.; LÓPEZ-SOTO, D.; HUERTA-PIOQUINTO, A.; HERNÁNDEZ-ATILANO, A. **Reino Plantae: Características y clasificación**. UNO Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria. Vol. 5, No. 10, p. 8-10, 2023. URI: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa1/issue/archive>

QUEIROZ, M. P.; EGIDIO, J. A. F.; Nascimento, B. P. Estratégias para o ensino de botânica no espaço escolar: uma análise bibliográfica de recursos didáticos. **Educationis**, v.9, n. 2, p.34-42, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3047.2021.002.0004>.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 59p. https://www.academia.edu/38593261/Biologia_Vegetal_Peter_H_Raven_5_Edi%C3%A7%C3%A3o

REBOUÇAS, I. C. P. **Implicações taxonômicas da morfologia externa das sementes na classificação das Angiospermas não Monocotiledôneas do Brasil**. Orientador: Nádia Roque. 2023. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023. <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/37775>

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. S. **Mas de que te serve saber botânica?** Estudos Avançados, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142016.30870011>. DOI: 10.1590/S0103-40142016.30870011.

SANTANA, H. M.; SILVA, C. S.; LINDOZO, C. I. S.; SANTOS, J. G.; LIMA, T. C. O conceito de flor por licenciandos em Ciências Biológicas: um olhar hermenêutico dialético. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.11, p.102533-102546 nov.2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n11-056>

SANTIAGO, S. A. **Morfologia sistemática vegetal**. Santiago. – Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 216p. [https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2203/4/COLETA%20DE%20GERMOPLASMA%20E%20VALIDA%C3%87%C3%83O%20DE%20DESCRITORE%20MORFOL%C3%93GICOS%20EM%20PLANTAS%20JOVENS%20JAMBU%20\(Acmella%20spp\).pdf](https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2203/4/COLETA%20DE%20GERMOPLASMA%20E%20VALIDA%C3%87%C3%83O%20DE%20DESCRITORE%20MORFOL%C3%93GICOS%20EM%20PLANTAS%20JOVENS%20JAMBU%20(Acmella%20spp).pdf)

SANTOS, A. S; SILVA, M. R. S. **O Desenho Como Estratégia Pedagógica Na Educação Infantil**. XI Congresso Nacional De Educação EDUCERE, 2013. DOI: 10.30681/rep.v2i1.8949

SCHNEIDER, L.C. et al. Morphological adaptations of reproductive structures in terrestrial ferns: a comparative study. **Journal of Plant Research**, v. 133, n. 1, 53-68, 2020. DOI: 10.1086/503848

SILVA, A. F.; RABELO, M.F.R.; ENOQUE, M.M. Diversidade de angiospermas e espécies medicinais de uma área de Cerrado. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1016-1030, 2015. https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_115

SILVA, H. H. A.; SOUSA e SILVA, D. V.; SILVA, M. P. P. Briófitas da estação ecológica de Tapacurá, São Lourenço da mata, Pernambuco, brasil. **Bol. Lab. Hidrobiol.** v. 33, n. 1, p. 1-5, 2023. DOI/10.18764/1981-6421e2023.5

SILVA, J. M. D. & CHALCO, F. P. **Coleções didáticas de sementes de hortaliças.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Estado do Amazonas. 2017. <https://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/653>

SILVA, M. F.; L. O. Briófitas e pteridófitas: a perspectiva dos alunos do sétimo ano do ensino fundamental de jaguaribe, CE. **Conex.** **Ci. e Tecnol.** Fortaleza/CE, v.11, n. 6, p. 36-44, dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v11i6.994>

SILVA, M. M. F.; BARROS, I. O. Briófitas e Pteridófitas: A Perspectiva dos Alunos do Sétimo Ano do Ensino Fundamental de Jaguaribe, CE. **Conexões - Ciência e Tecnologia:** v. 11 n. 4, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v11i6.994>

SILVA, N. S. **Linguagem audiovisual para o ensino da morfologia floral e biologia da polinização: desenvolvendo um vídeo utilizando a técnica do stop motion.** 2023. TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Centro Acadêmico da Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2023. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/50113>

SILVA, R. A. FLOR, **Rev. Ciência Elem.**, v. 5, n. 03, p.1-4, 2017. doi.org/10.24927/rce2017.033

SILVA, R. M.; RIBEIRO, R. T. M.; COUTINHO, D. J.; SILVA, S. I.; GALLÃO, M. I. Caracterização de frutos, sementes, plântulas e germinação de Jeniparana. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 61, n.5, p. 746-751, set/out, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461050019>

SMITH, A.B.C. et al. The role of reproductive structures in pteridophyte systematics: advances and prospects. **Annals of Botany**, v. 124, n. 6, p. 905-922, 2019. https://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/

SOUSA, G. F.; SUDÉRIO, F. B. “Eu vejo plantas”: uma sequência didática para o ensino de botânica no ensino médio. **Dialogia**, São Paulo, n. 45, p. 1-21, e23696, maio /ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.5585/45.2023.23696>

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. D. S.; Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0002

VASQUES, D. T.; URSI, S. Active Learning of Plants Biology — Report on an Effort to Educate Science Teachers in Brazil. In: 9th **International Conference New Perspectives in Science Education Proceedings**. Filodiritto Editore, 2020. p. 401-405. https://www.cytoconference.org/?gad_source=1&qclid=Cj0KCQiAo5u6BhDJA RiAAVoDWsrc4042Oo2dqLPSW9w60EGcomj3oTgEtGX1qJ5Hq0d6Vj3zp40l8EaAre4EALw_wcB

VIEIRA, M. F, FONSECA, R. S. **Biologia Reprodutiva em Angiospermas: Síndromes florais, Polinização e Sistemas Reprodutivos sexuais.** Viçosa, MG: Ed. UFV, 2014. p. 33-34. https://www.researchgate.net/publication/273886717_Biologia_reprodutiva_em_angiospermas_sindromes_florais_polinizacao_e_sistemas_reprodutivos_sexuados