

**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiano

Campus
Rio Verde

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE

FABRYNI PAULA DO PRADO

**UM SISTEMA DE CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO INTERATIVA
PARA AMEBAS DE VIDA LIVRE DO GÊNERO NAEGLERIA**

RIO VERDE, GO

2024



FABRYNI PAULA DO PRADO

**UM SISTEMA DE CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO INTERATIVA
PARA AMEBAS DE VIDA LIVRE DO GÊNERO NAEGLERIA**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano
– Campus Rio Verde, como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof.Dr. Douglas Cedrim Oliveira

RIO VERDE, GO
2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Prado, Fabryni Paula do
PP896s Um sistema de chave de classificação interativa
para amebas de vida livre do gênero Naegleria /
Fabryni Paula do Prado; orientador Douglas Cedrim
Oliveira. -- Rio Verde, 2024.
43 p.

TCC (Graduação em Ciência da Computação) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1. Chave de classificação. 2. Classificação
Interativa. 3. Amebas de vida livre. 4. Taxonomia.
5. Características morfológicas. I. Cedrim Oliveira,
Douglas, orient. II. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÃO TÉCNICA NO REPOSITÓRIO
INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano Sistema Integrado de Bibliotecas

- Profissional de Educação do IF Goiano -

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, e manual sobre a Produção Técnica, publicado pela DAV/CAPES/MEC*, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada eletronicamente abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnica – DAV/CAPES

- Editoria Material Didático
 Curso de Formação Profissional Projetos de Extensão à Comunidade
 Relatório Técnico Conclusivo Atividade Técnica/Tecnológica
 Disseminação do Conhecimento Técnico/Tecnológico Produto Bibliográfico
[X] Outras Produções Técnicas - Tipo: TCC (Graduação)

Nome Completo do Autor/a: Fabryni Paula do Prado

Matrícula: 2017102201910404

Título do Trabalho: UM SISTEMA DE CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO INTERATIVA PARA AMEBAS DE VIDA LIVRE DO GÊNERO NAEGLERIA

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim

Justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 06/ 03 / 2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro e/ou artigo? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a docente e/ou autor/a declara que:

1 - o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

2 - obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

3 - cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 6 de março de 2024.

(Assinado Eletronicamente)

Fabryni Paula do Prado (Autora)

(Assinado Eletronicamente)

Douglas Cedrim Oliveira (Orientador)

1058004

(Assinatura do Docente, Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais)

Documento assinado eletronicamente por:

- Fabryni Paula do Prado, 2017102201910404 - Discente, em 06/03/2024 21:42:01.
- Douglas Cedrim Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/03/2024 21:37:44.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 580701
Código de Autenticação: 4860a9c664



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2024 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao oitavo dia do mês de fevereiro de 2024, às 18 horas e 30 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Dr. Douglas Cedrim Oliveira (orientador), Dr. Heverton Barros de Macêdo (membro), Dr. Pablo da Costa Gontijo (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "UM SISTEMA DE CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO INTERATIVA PARA AMEBAS DE VIDA LIVRE DO GÊNERO NAEGLERIA" da estudante Fabryni Paula do Prado, Matrícula nº 2017102201910404 do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida à estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Douglas Cedrim Oliveira

Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

Heverton Barros de Macêdo

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Pablo da Costa Gontijo

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Douglas Cedrim Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/02/2024 21:15:42.
- Pablo da Costa Gontijo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/02/2024 22:15:45.
- Heverton Barros de Macedo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/02/2024 19:23:30.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/02/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 570681

Código de Autenticação: 8e04566f18



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Rio Verde

Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970

(64) 3624-1000

FABRYNI PAULA DO PRADO

**UM SISTEMA DE CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO INTERATIVA
PARA AMEBAS DE VIDA LIVRE DO GÊNERO NAEGLERIA**

Trabalho de curso DEFENDIDO E APROVADO em 8 de fevereiro de 2024, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Documento assinado digitalmente
 **HEVERTON BARROS DE MACEDO**
Data: 09/02/2024 19:42:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Heverton Barros de Macêdo
Instituto Federal Goiano

Documento assinado digitalmente
 **PABLO DA COSTA GONTIJO**
Data: 19/02/2024 23:05:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Pablo da Costa Gontijo
Instituto Federal Goiano

Documento assinado digitalmente
 **DOUGLAS CEDRIM OLIVEIRA**
Data: 09/02/2024 19:33:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Douglas Cedrim Oliveira
Orientador

Rio Verde, GO

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por tudo o que ele tem feito e faz por mim e por ter chegado até aqui.

À minha família por sempre ter me dado suporte principalmente emocional e me apoiado a seguir em frente incentivado a nunca desistir.

Ao meu orientador Prof. Dr. Douglas Cedrim Oliveira por sempre ter dado suporte orientando nas pesquisas e desenvolvimento do trabalho.

À todos os professores que fizeram parte da minha formação.

A minha psicóloga Valéria Motta que me ajudou e vem me ajudando a cuidar da minha saúde mental e fez com que eu seguisse em frente com o TCC.

A banca examinadora por ter dedicado seu tempo e contribuído com os ajustes finais.

RESUMO

PRADO, Fabryni Paula do. **Um sistema de chave de classificação interativa para amebas de vida livre do gênero Naegleria**. Fevereiro, 2024. 43 p . Monografia (Curso de Bacharelado de Ciência da Computação). Bacharelado em Ciência da Computação Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Fevereiro, 2024.

As amebas de vida livre são protozoários amplamente distribuídos na natureza e atualmente algumas são potencialmente patogênicas, mais especificamente algumas espécies pertencentes aos gêneros *Naegleria*, *Acanthamoeba* e *Balamuthia*.

Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um software para identificar espécies de amebas de vida livre com base na sua análise morfológica, ou seja suas características, através do uso de chaves de classificação. As chaves de classificação são muito utilizadas quando se deseja atribuir nomes científicos ou identificar uma espécie de animais, organismos ou plantas. Também chamadas chaves dicotômicas, são ferramentas que permitem identificar os nomes dos grupos taxonômicos que é a ciência que busca descrever, identificar e classificar os seres vivos, pertencentes a um grupo de organismos.

Palavras-chave: Chave de classificação. Classificação interativa. Amebas de vida livre. Taxonomia. Características Morfológicas.

ABSTRACT

PRADO, Fabryni Paula do. **An interactive classification key system for free-living amoebae of the genus Naegleria**. Fevereiro, 2024. 43 f. Monografia (Curso de Bacharelado de Ciência da Computação). Bacharelado em Ciência da Computação Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. Rio Verde, GO, Fevereiro, 2024.

Free-living amoebas are protozoa widely distributed in nature and currently some are potentially pathogenic, more specifically some species belonging to the genera *Naegleria*, *Acanthamoeba* and *Balamuthia*.

This work presents the development of software to identify free-living amoeba species based on their morphological analysis, that is, their characteristics, through the use of classification keys. Classification keys are widely used when you want to assign scientific names or identify a species of animals, organisms or plants. Also called dichotomous keys, they are tools that allow you to identify the names of taxonomic groups, which is the science that seeks to describe, identify and classify living beings, belonging to a group of organisms.

Keywords: Classification key. Interactive key. Free-living amoebas. Taxonomy. Morphological Characteristics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Taxonomia.	3
Figura 2 – Chave para a identificação de algumas figuras geométricas planas. . . .	4
Figura 3 – Exemplo de chave dicotômica.	5
Figura 4 – Exemplo de chave politômica.	6
Figura 5 – Microfotografia óptica de trofozoíto ameboide (a), trofozoíto flagelado (b), e cisto (c) de <i>Naegleria fowleri</i> . As letras 'n' e 'u' representam o núcleo e a extremidade uróide.	7
Figura 6 – Estágios de contaminação da <i>Naegleria fowleri</i>	8
Figura 7 – <i>Naegleria gruberi</i>	9
Figura 8 – Microfotografias eletrônicas de varredura de <i>Naegleria lovaniensis</i> colocadas em vários substratos. Amebas interagindo em (a) vidro ou em glicoproteínas, (b) colágeno I, (c) fibronectina e (d) laminina-1.	9
Figura 9 – Microfotografia óptica de trofozoítos (a) e cistos (b) de <i>Acanthamoeba</i> . As letras “n”, “cv” e “Ac”, representam o núcleo, vacúolo contráctil e acantopodia, respectivamente.	10
Figura 10 – Estágios de contaminação da <i>Acanthamoeba</i>	11
Figura 11 – Microfotografia óptica de trofozoíto (a), cisto (b).	11
Figura 12 – Estágios de contaminação da <i>Balamuthia mandrillaris</i>	12
Figura 13 – <i>Willaertia magna</i>	13
Figura 14 – WEBiKEY Página Inicial.	18
Figura 15 – JellyWeb.	19
Figura 16 – JellyWeb - Resultados.	20
Figura 17 – Orchidaceae	20
Figura 18 – Software para identificação dos gêneros de fanerógamas da Reserva Florestal Adolpho Ducke.	21
Figura 19 – Taxonomia das AVLs utilizadas no aplicativo.	23
Figura 20 – Diagrama de casos de uso.	25
Figura 21 – Chaves das Famílias da ordem <i>Schizopyrenida</i>	26
Figura 22 – Chaves dos Gêneros da família <i>Vahlkampfiidae</i>	27
Figura 23 – Chaves das Espécies do Gênero <i>Naegleria</i>	27
Figura 24 – Banco de Dados	30
Figura 25 – Tela Inicial.	32
Figura 26 – O que é AVL ?.	33
Figura 27 – Tela de Classificar Ameba.	33
Figura 28 – Classificando Ameba: Família.	34
Figura 29 – Classificando Ameba: Espécie.	35

Figura 30 – Não é da classe <i>Heterolobosea</i>	35
Figura 31 – Telas das famílias. Em a) a lista geral, em b) detalhes da família <i>Vahlkampffidae</i>	36
Figura 32 – Telas dos gêneros. Em a) a lista geral, em b) detalhes do gênero <i>Naegleria</i> .	36
Figura 33 – Lista de Espécies.	37
Figura 34 – Tela da espécie <i>Naegleria fowleri</i>	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVLs	Amebas de Vida Livre
EAG	Encefalite Amebiana Granulomatosa
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
IU	Interface de usuário
MAP	Meningoencefalite amebiana primária
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
SNC	Sistema Nervoso Central

SUMÁRIO

1	–	INTRODUÇÃO	1
2	–	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1		Taxonomia	3
2.1.1		Chave de Classificação	3
2.2		Amebas de Vida Livre	6
2.2.1		Naegleria	7
2.2.2		Demais Gêneros	9
2.3		Doenças associadas às AVLs	14
2.3.1		Encefalite Amebiana Granulomatosa	14
2.3.2		Ceratite Amebiana	14
2.3.3		Meningoencefalite Amebiana Primária	14
2.4		Aplicação para dispositivos móveis	15
3	–	REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1		Chave Interativa	17
3.2		Chave interativa para bambus - WEBiKEY	17
3.3		Chave interativa para cnidários - JellyWeb	18
3.4		Chave interativa para orquídeas - <i>Orchidaceae</i>	20
3.5		Chave interativa para plantas fanerógamas	21
4	–	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1		Requisitos	24
4.1.1		Requisitos Funcionais	24
4.1.2		Requisitos Não Funcionais	24
4.2		Diagrama de casos de uso	25
4.3		Base de Dados	26
4.4		Flutter	28
4.5		Android Studio	28
4.6		Visual Studio Code	29
4.7		Firebase	29
4.8		App Icon Generator	29
4.9		Aplicativo	30
5	–	RESULTADOS	32
6	–	CONCLUSÃO	39

6.1	Limitações e trabalhos futuros	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

As amebas de vida livre (AVLs) são dos grupos dos protozoários que não necessitam de um hospedeiro, vivendo assim de forma independente podendo ser encontrados em quase todos os ambientes do ar, da água e do solo. Está presente em todos os continentes, pois é resistente a altas temperaturas e também a vários produtos de desinfecção, como ao cloro. Por um longo tempo a área de pesquisa sobre as AVLs se manteve limitada a ciência que estuda os animais, à zoologia. Até que três pesquisadores Fowler e Carter (1965), Butt (1966), introduziram os primeiros casos de meningoencefalite fatal em humanos. Esses casos foram associados às AVLs. Acredita-se na atualidade que existem algumas espécies de AVLs que são capazes de portar-se como parasitas facultativos, ou seja, não dependem especificamente de um hospedeiro para sobreviver, podendo ter uma vida livre ou parasitária. Essas amebas são capazes de penetrar no sistema nervoso central e outros órgãos, provocando morte ou incapacidade permanente (SILVA; ROSA, 2002).

As AVLs que mais são encontradas na água e no solo, são especialmente as que pertencem ao gênero *Acanthamoeba* e ao gênero *Naegleria*. As AVLs causam um número consideravelmente pequeno de infecções. Algumas espécies dos gêneros *Acanthamoeba* e *Naegleria* podem ser patogênicas, ou seja, são aptos na produção de doenças infecciosas sempre que encontram-se em condições favoráveis. Isso significa que provocam doenças, só por encontrar-se no lugar certo na hora certa, utilizando da imunidade fragilizada dos seus hospedeiros, sendo assim são AVLs patogênicos oportunistas que geralmente não provocam doenças se o organismo da pessoa não estiver enfraquecido (JANITSCHKE et al., 1966).

A meningoencefalite amebiana primária, provocada pela espécie *Naegleria fowleri*, é uma infecção geralmente fatal que ataca o sistema nervoso central (SNC), sucedendo em pessoas que praticaram atividades como natação ou mergulho em água doce quente (CARTER, 1972). A ameba penetra nas passagens nasais e se estabiliza na mucosa nasal. Em seguida a ameba se desloca para o cérebro, sua evolução é rápida causando alterações no olfato, paladar, dores de cabeça entre outros sintomas, destruindo os tecidos do cérebro levando à morte (MARTINEZ, 1985).

Uma dificuldade na identificação das AVLs e seu diagnóstico é que há pacientes que são vítimas desses patógenos e no entanto atribui-se os sintomas a outras doenças com casos clínicos equivalentes. Nesse sentido, quanto melhor e mais eficiente for esse processo de detecção, mais chances de conseguir obter um diagnóstico preciso e com isso contribuir para um tratamento adequado.

Todas as espécies identificadas de seres vivos possuem chave de classificação. As chaves de Classificação são bastante aplicadas quando se deseja atribuir nomes científicos ou identificar uma espécie de plantas, animais ou organismos em geral. Também chamadas chaves dicotômicas, com elas podemos identificar os nomes dos grupos taxonômicos

pertencentes a um grupo de organismos. Em cada etapa, a chave de classificação oferece duas alternativas baseadas nas características do organismo e a próxima etapa depende da escolha de uma delas (NUNES, 2019).

Este trabalho propõe fazer uma aplicação para dispositivos móveis usando sistema operacional Android, que possibilite a identificação de espécies de AVLS através de uma chave de classificação interativa, com interface intuitiva e de fácil acesso. Um dos principais objetivos para a criação do aplicativo foi ser interativo, fazendo com que a pessoa se familiarizasse já no primeiro uso de forma eficaz e dinâmica trazendo facilidade na sua navegação.

Mais especificamente, nesse trabalho são abordadas espécies de AVLS da classe *Heterolobosea*, ordem *Schizopyrenida*, da família *Vahlkampfiidae*, do gênero *Naegleria*.

O restante deste trabalho está estruturado como segue: No **Capítulo 2** é falado sobre taxonomia, chaves de classificação, o que são as AVLS e a importância de sua classificação. No **Capítulo 3** é feita uma revisão de literatura mostrando os trabalhos mais relacionados com este. Já no **Capítulo 4** são discutidos os requisitos da aplicação de chave interativa, bem como detalhes das tecnologias utilizadas para no desenvolvimento. No **Capítulo 5** são ilustradas as telas da aplicação desenvolvida. E, por fim, no **Capítulo 6** são apresentadas algumas conclusões e direções de trabalhos futuros que podem ser explorados nesse tema.

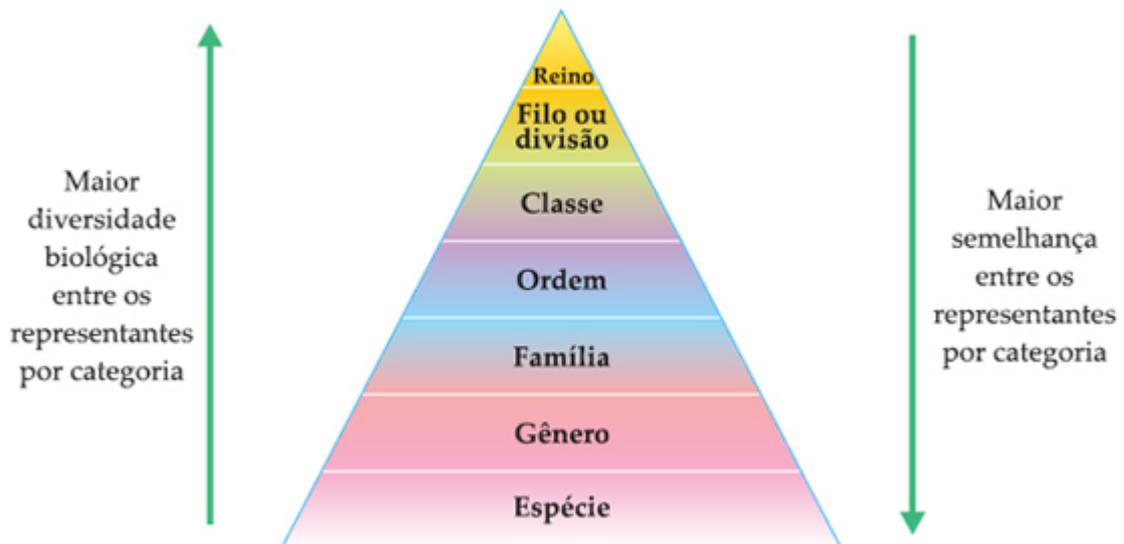
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Taxonomia

Taxonomia é a ciência que busca descrever, identificar e classificar os seres vivos os agrupando conforme suas características em comum. A história evolutiva, as relações de parentesco entre os seres vivos são observados durante a classificação taxonômica (GABALDO, 2009).

Conforme a classificação presente, as espécies são agrupadas em gêneros. Os gêneros são agrupados, se houver algumas características em comum, criando assim uma família. As famílias, por sua vez, são agrupadas em uma ordem. As Ordens são reunidas em uma classe. As Classes de seres vivos são reunidas em filós. E os filós são, por fim, componentes de um dos cinco reinos: Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia (SANTOS, 2013). Essa hierarquia de classificação é ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Taxonomia.



Fonte: Descomplica (2022).

2.1.1 Chave de Classificação

As chaves de classificação são bastante aplicadas em atribuição de nomes científicos ou para identificar um organismo, plantas e espécies de animais. São ferramentas com escritas de suas características que proporciona a identificação de uma espécie. Normalmente, as chaves de classificação são criadas de acordo com o método da divisão lógica, onde são mostradas ao leitor duas alternativas com características morfológicas de uma amostra. Onde essas duas alternativas são conhecidas como um passo ou dilema. Para fazer a identificação, basta o leitor comparar as características descritas no par de alternativas

com as características presentes no organismo que deseja identificar, assim deve-se escolher a alternativa que mais se assemelha às características do organismo em análise. A escolha de uma das alternativas determinará a próxima alternativa, esse processo de seguir para as próximas alternativas ocorre até que consiga fazer a identificação (SILVEIRA, 2017).

A Figura 2 é um exemplo simples de chave para a identificação de algumas figuras geométricas planas.

Figura 2 – Chave para a identificação de algumas figuras geométricas planas.

1. Figura definida por uma circunferência	Círculo
. Figura definida por linhas retas	2
2. Figura definida por três lados	Triângulo
. Figura definida por quatro lados	3
3. Figura definida por quatro lados iguais	Quadrado
. Figura definida por dois lados mais longos opostos e iguais entre si e dois lados mais curtos também opostos e iguais entre si	Retângulo

Fonte: Extraída de Silveira (2017).

A chave da Figura 2 possui três pares de alternativas. Para iniciar o processo de identificação utilizando a chave de classificação, primeiro compara-se a figura que deseja identificar com o primeiro par de alternativas do passo 1. Se a figura se parece com uma circunferência, a alternativa que deve ser escolhida é a primeira do passo 1. Com isso teremos a identificação da imagem sendo um círculo. Caso a figura contenha linhas retas, então deverá escolher a segunda alternativa do passo 1, que o levará para as alternativas do passo 2.

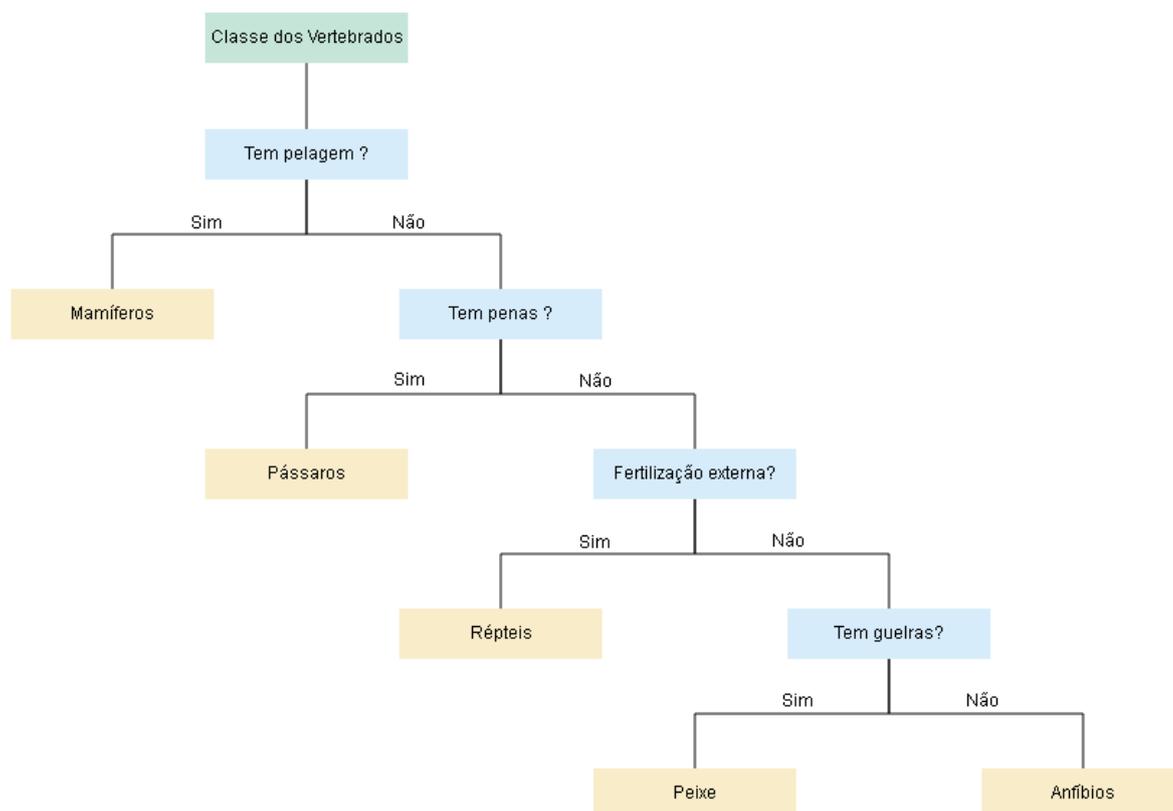
O passo 2 também contém um par de alternativas, primeira se a figura têm três lados, ela é um triângulo. Caso contrário, se a figura têm quatro lados, passa-se para o passo 3. No passo 3 compara-se a figura com as duas alternativas, primeira se possuir quatro lados iguais será um quadrado, caso contrário se possuir dois lados mais longos opostos e iguais entre si e dois mais curtos opostos e iguais entre si será um retângulo. Ao seguir esses passos por fim a identificação será concluída (SILVEIRA, 2017).

Existem dois tipos de chaves: Dicotômica e Politômica. A chave Dicotômica é a mais usada na biologia. Ela permite identificar uma espécie, baseada nas suas características, respondendo perguntas que têm apenas dois resultados possíveis, como ilustrado na Figura 3. A palavra Dicotômica significa dividida em duas partes, com isso ela sempre exhibe duas escolhas fundamentadas nas características do organismo em cada etapa. Se for selecionada corretamente a escolha certa em cada etapa, o usuário identificará o nome do organismo.

Quando se cria uma chave dicotômica são levados em conta dois fatores, tanto qualitativos quanto quantitativos. Os qualitativos são atributos físicos, ou seja, a aparência do organismo, sua cor, etc. Já os quantitativos indicam valores numéricos, tais como: o peso, a altura, o número de pernas, etc. Esse processo pode ser feito tanto em

formato de gráfico como em fluxograma ramificado, ou seja, emparelhadas organizadas sequencialmente (ATHURALIYA, 2022).

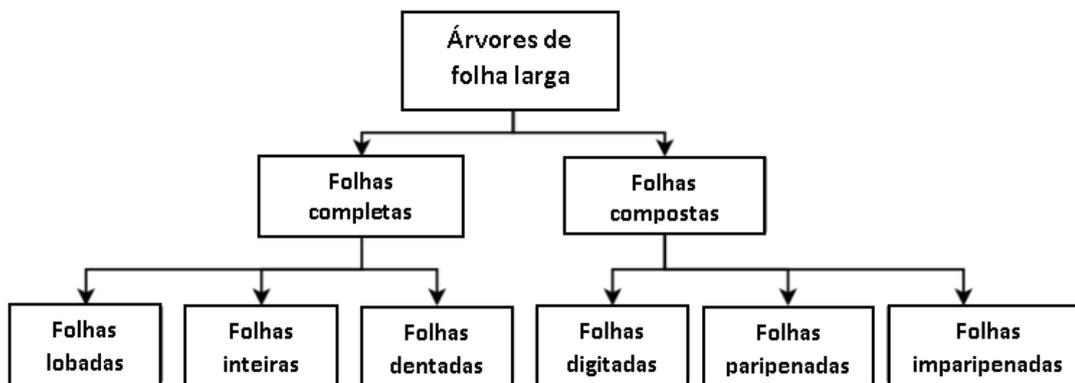
Figura 3 – Exemplo de chave dicotômica.



Fonte: Figura adaptada de Paradigma (2024).

A chave Politômica tem a mesma finalidade que uma chave dicotômica, ela visa identificar e classificar seres vivos através de suas características morfológicas, mas apresenta uma diferença importante: é uma chave taxonômica onde cada pergunta pode ter três ou mais respostas diferentes (MERRIAM-WEBSTER, 2023). Apesar disso, o processo de classificação é análogo à dicotômica. Um exemplo dessa chave é ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de chave politômica.



Fonte: Figura adaptada de Fiel e Sablatnig (2010).

2.2 Amebas de Vida Livre

As AVLs são protozoários de vida livre muito comuns na natureza, de forma que os humanos estão constantemente em contato com elas. A maior parte das AVLs é encontrada em ambientes aquáticos como piscinas, lagos, rios, mas também podem ser encontradas no solo, no ar, na poeira, ou até mesmo em soluções de lentes de contato. As amebas se caracterizam por serem organismos anfitriões, o que quer dizer que elas possuem capacidade de fazerem seu ciclo de vida completo sem necessitar de um hospedeiro, ou seja, vivem de forma independente. Os gêneros que são bastante encontrados no solo e na água são *Acanthamoeba* e *Naegleria*, já a ameba do gênero *Balamuthia*, só foi encontrada no solo e na poeira (CALIXTO et al., 2014).

A evolução das AVLs apresenta duas formas, sendo o trofozoíto onde se alimenta, movimenta e se reproduz, e o cisto que é o responsável por sua resistência no ambiente. Essas duas formas de evolução são adquiridas quando entram em contato com lesões na pele, com os olhos ou através das vias nasais, porém o que gera danos ao hospedeiro é quando está na forma trofozoíto (NUNES, 2020).

No momento atual as amebas patogênicas, ou seja, que podem causar doenças nos seres humanos, são as que pertencem aos gêneros: *Balamuthia*, *Sappinia*, *Acanthamoeba* e *Naegleria*. No gênero *Balamuthia*, mais especificamente a espécie *Balamuthia mandrillaris*, pode causar encefalite por meio de feridas ou se for inalada. Já o gênero *Sappinia* foi identificado em um paciente que não era imunocomprometido com sinais de encefalite amebiana. Muitas espécies de *Acanthamoeba* podem causar infecções na córnea, no pulmão, encefalite e infecções em outros órgãos. No gênero *Naegleria* apenas a espécie *Naegleria fowleri* é capaz de causar a meningoencefalite amebiana primária, uma infecção de difícil identificação e que é fatal (POSSAMAI, 2012).

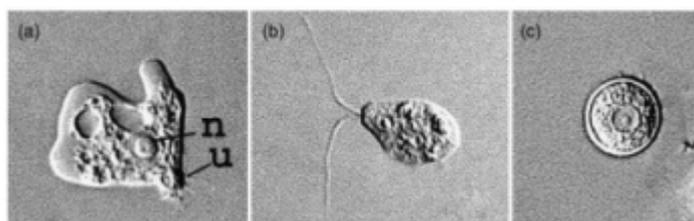
Os sintomas que as AVLs causam são difíceis de serem identificadas, o que pode levar a serem confundidos com outras infecções causadas por outros protozoários, vírus

ou bactérias, dificultando assim o seu diagnóstico. As técnicas utilizadas para identificar amebas são poucas executadas, impossibilitando assim a sua identificação. As AVLs são resistentes a vários remédios, pois seus cistos apresentam duas ou três paredes celulares onde sua função é proteger a célula e a reforçar. Não existe uma regra a ser seguida para o seu tratamento, e os remédios utilizados em outras doenças patogênicas não são eficazes contra as AVLs (NUNES, 2020).

2.2.1 Naegleria

O gênero *Naegleria* é conhecido como amebo-flagelado, ou seja, traz uma fase no ciclo biológico que se diferencia em forma flagelada, nessa forma ela não se divide e não se alimenta. O gênero *Naegleria* possui mais de 40 espécies, dessas espécies somente a *Naegleria fowleri* causa infecções em humanos. A *Naegleria* possui um ciclo de vida com três estágios: cisto, trofozoíto ameboide e trofozoíto flagelado, como ilustrado na Figura 5. Quando está em forma de cisto, ela apresenta na sua parede dois poros que são preenchidos com muco até a indução do estágio trofozoíto. Se ocorrer mudanças no ambiente, o cisto é ativado se rompendo dando origem ao trofozoíto ameboide, que é o estágio mais infectante e é a única forma replicativa. Não é em todas as cepas da *Naegleria* que o trofozoíto ameboide se diferencia do trofozoíto flagelado. O trofozoíto ameboide possui a mesma localização no núcleo e as mesmas dimensões que o trofozoíto flagelado. O trofozoíto flagelado possui dois flagelos e se movem de forma rápida. A forma flagelar é o estágio transitório ou seja a ameba volta à forma ameboide. Quando o trofozoíto se depara com lugares em condições contraditórias, a ameba mais uma vez se distingue em sua forma de resistência, o cisto (CALIXTO et al., 2014).

Figura 5 – Microfotografia óptica de trofozoíto ameboide (a), trofozoíto flagelado (b), e cisto (c) de *Naegleria fowleri*. As letras 'n' e 'u' representam o núcleo e a extremidade uróide.



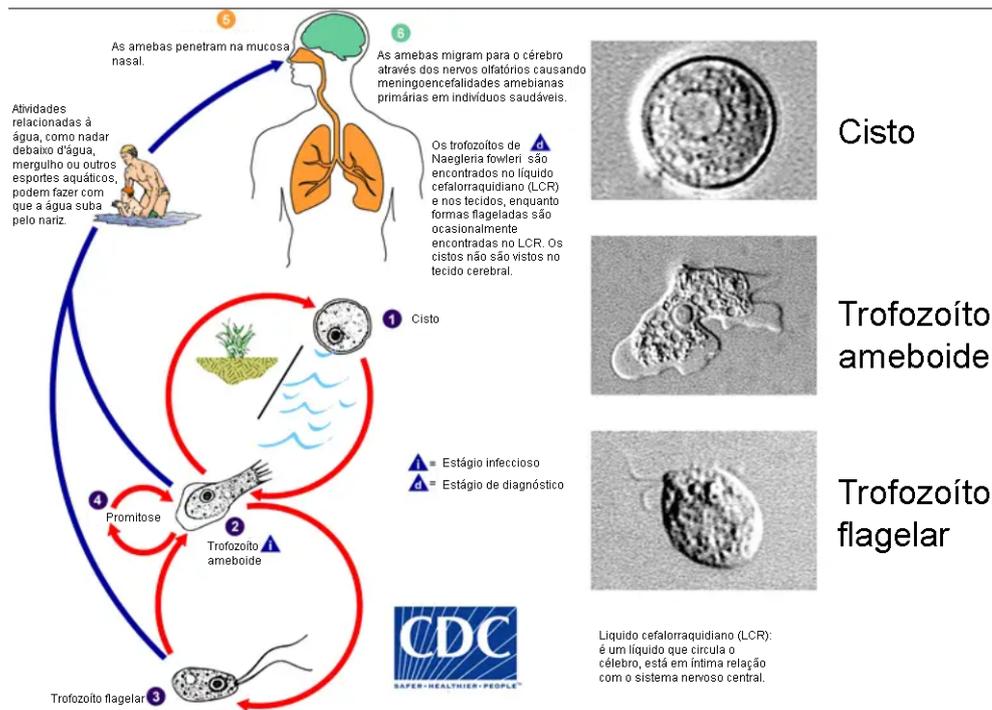
Fonte: Calixto et al. (2014).

Naegleria fowleri

Apesar da *Naegleria fowleri* ser bastante distribuída no solo e na água, ela não é tão comum quanto a *Acanthamoeba*. A *Naegleria fowleri* também é conhecida como comedora de cérebros podendo ser encontrada em água quente fresca, piscinas aquecidas sem cloro, lagos, córregos, aquários, esgotos e está presente em todo o mundo. Ela só

infecta as pessoas no momento que a água contaminada entra em contato com o nariz, assim as pessoas não são contaminadas pelo contato dessa água com a pele e nem se ela for ingerida como ilustrado na Figura 6. A *Naegleria fowleri* é muito sensível a alta osmolaridade, ou seja, não sobrevive em ambientes com água salgada como as do mar (SCHUSTER; VISVESVARA, 2004).

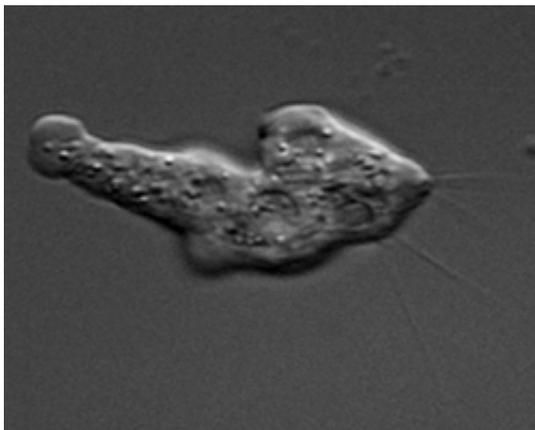
Figura 6 – Estágios de contaminação da *Naegleria fowleri*



Fonte: Figura adapta da CDC (2022).

Naegleria gruberi

A *Naegleria gruberi* Figura 7 é bastante encontrada em água doce e no solo. É um organismo não patogênico, ou seja, não causa nenhuma infecção, embora esteja relacionada com a *Naegleria fowleri* que é causadora da Meningoencefalite Amebiana Primária. A *Naegleria gruberi* também possui um ciclo de vida de três estágios sendo eles: ameboide, flagelado e cisto (PHYCOCOSM, 2010).

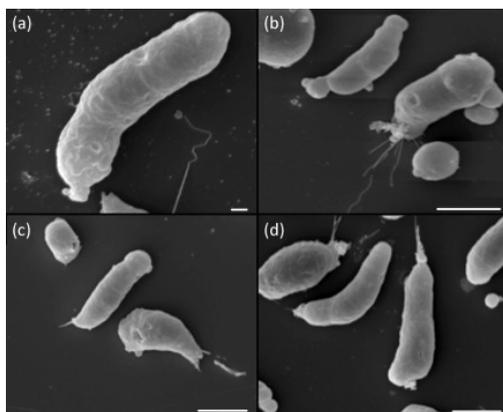
Figura 7 – *Naegleria gruberi*.

Fonte: Phycocosm (2010).

Naegleria lovaniensis

Quando fizeram uma microscopia eletrônica de varredura (MEV) na *Naegleria lovaniensis* foi descoberto, que ao ser comparada com a *Naegleria fowleri* elas possuem diferentes morfologias, com a *Naegleria lovaniensis* apresentando um aspecto mais espalhado como ilustrado na Figura 8 (JAMERSON; AZEVEDO; CABRAL, 2012).

Figura 8 – Microfotografias eletrônicas de varredura de *Naegleria lovaniensis* colocadas em vários substratos. Amebas interagindo em (a) vidro ou em glicoproteínas, (b) colágeno I, (c) fibronectina e (d) laminina-1.



Fonte: Jamerson, Azevedo e Cabral (2012).

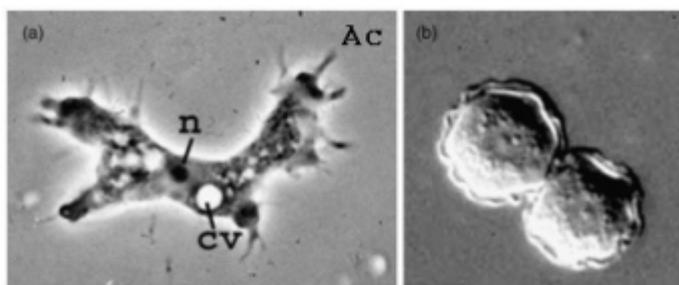
2.2.2 Demais Gêneros

Apesar dos demais gêneros, o foco do trabalho é o gênero *Naegleria*, porém o objetivo inicial do trabalho era abordar os demais gêneros, mas por questões de complexidade foi restrito a análise do gênero *Naegleria*. Os demais gêneros que são abordados nessa seção, também são importantes para a família *Valhikampfidae*, por isso será abordando um pouco sobre a importância deles. Apesar de não detalhar aqui, decidimos manter no aplicativo, para mostrar como seria o caso de ter mais gêneros.

Acanthamoeba

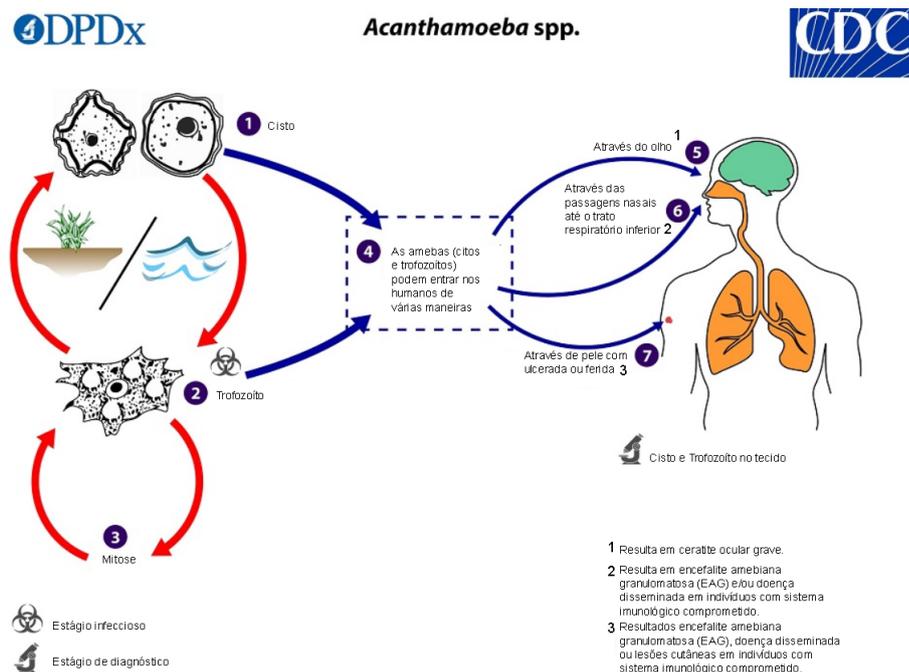
O gênero *Acanthamoeba* possui no decorrer do seu ciclo de vida dois estágios: um vegetativo e um dormente como ilustrado na Figura 9, no vegetativo ele está em sua forma de evolução trofozoíto, essa forma é considerada invasiva e infectante, no entanto não sobrevivem por muito tempo em ambientes com situações divergentes, ou seja, não sobrevive a falta de alimento, a altas temperaturas e altos níveis de pH. No estágio dormente ele está em sua forma de cisto, que é uma forma resistente que possui duas paredes, essa resistência têm poros, que monitoram as circunstâncias do ambiente para que sejam favoráveis (CALIXTO et al., 2014).

Figura 9 – Microfotografia óptica de trofozoítos (a) e cistos (b) de *Acanthamoeba*. As letras “n”, “cv” e “Ac”, representam o núcleo, vacúolo contráctil e acantopodia, respectivamente.



Fonte: Calixto et al. (2014).

O gênero *Acanthamoeba* é a AVLs mais encontrada na natureza, habitando na água, solo, poeira, lentes de contato e filtros de ar condicionado. A *Acanthamoeba* causa encefalite amebiana granulomatosa (EAG), que provoca infecções no sistema nervoso central e ceratite amebiana que causa infecções na córnea ocular como está ilustrado na Figura 10 (VELAZQUEZ, 2013).

Figura 10 – Estágios de contaminação da *Acanthamoeba*.

Fonte: Figura adapta da CDC (2022).

Balamuthia mandrillaris

De todas as espécies do gênero *Balamuthia* a única espécie responsável por causar infecções em animais e seres humanos é a *Balamuthia mandrillaris*, causando graves infecções na pele e encefalites, que em quase todos os casos são fatais (TRABELSI et al., 2012). A *Balamuthia mandrillaris* é encontrada somente no solo, tornando difícil seu cultivo e isolamento, ela possui somente dois estágios em seu ciclo de vida, sendo estágio trofozoíto e estágio cisto como ilustrado na Figura 11 (SCHUSTER; VISVESVARA, 2004).

Figura 11 – Microfotografia óptica de trofozoíto (a), cisto (b).

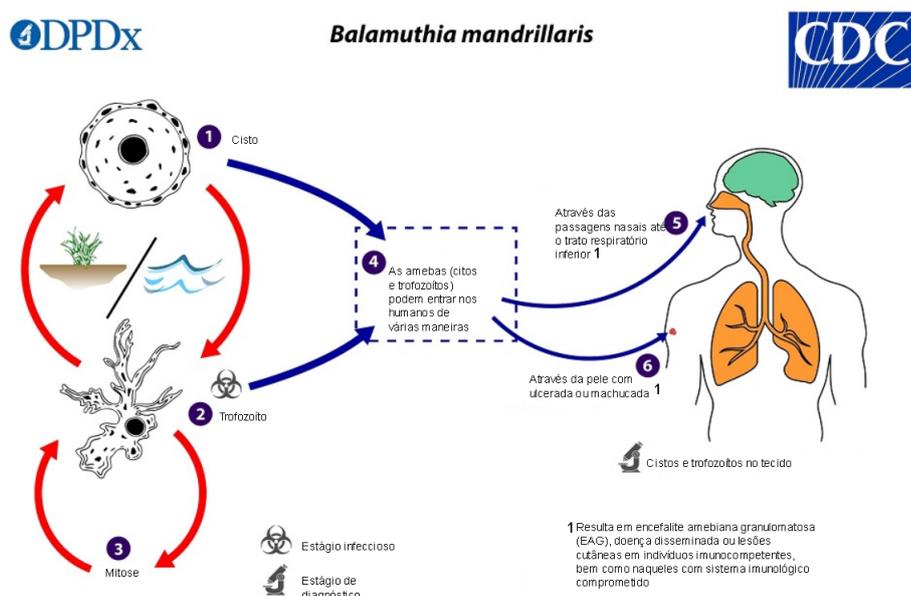


Fonte: Calixto et al. (2014).

A *Balamuthia mandrillaris* causa encefalite que é bem parecida com a encefalite causada pela *Acanthamoeba*. Ela infecta pessoas saudáveis, e possui relatos de encefalite principalmente em idosos e crianças, existem também casos de encefalites em animais. Uma das principais formas de contato com a *Balamuthia mandrillaris* é por lesões na pele, se a pessoa com essas lesões entra em contato com o solo infectado ela adquire a

doença. Outra forma de contato pode ocorrer pelo ar, pois o ar pode transportar seus cistos, com isso os cistos podem chegar até o trato respiratório como está ilustrado na Figura 12. A infecção causada pela *Balamuthia mandrillaris* é crônica e o tempo que leva desde o aparecimento de lesões na pele, até sintomas neurológicos, pode levar de um mês até dois anos. Os sintomas neurológicos são: dor de cabeça, convulsões, febre, mudanças de personalidades entre outros, e essa infecção pode se espalhar para outros órgãos como pulmões, rins e pâncreas (CALIXTO et al., 2014).

Figura 12 – Estágios de contaminação da *Balamuthia mandrillaris*.

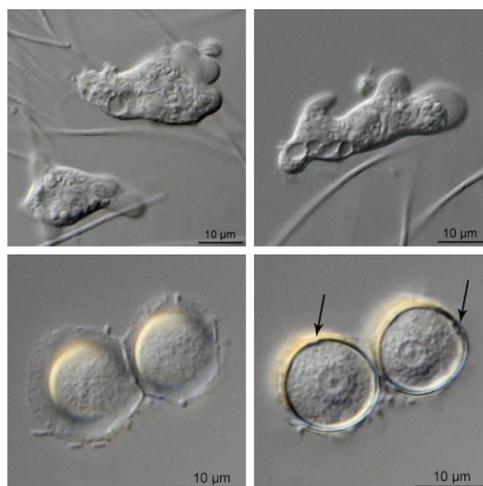


Fonte: Figura adapta da CDC (2022).

Willaertia

O gênero *Willaertia* possui um espécie chamada *Willaertia magna* ilustrada na Figura 13. A *Willaertia magna* é muito semelhante a *Naegleria gruberi* tendo cistos muito parecidos, o que as diferencia é que a *Willaertia magna* possui quadriflagelos, enquanto a *Naegleria gruberi* é biflagelada. A *Willaertia magna* pode crescer em temperatura de até 44° celsius (PAGE, 1988).

Figura 13 – Willaertia magna.



Fonte: Siemensma (2019).

Adelphamoeba

A morfologia do gênero *Adelphamoeba* possui uma pequena semelhança com à do gênero *Naegleria* seus flagelos são parecidos, porém se transforma em flagelos com menos facilidade que a *Naegleria*. O número de flagelos produzidos pela a *Adelphamoeba* é pequeno. A *Adelphamoeba* não é muito encontrada em amostras de água doce, podendo ser confundida com uma *Naegleria*, ou quando não possui flagelos, com uma *Vahlkampfia* (PAGE, 1988).

Paratetramitus

A diferença morfológica do gênero *Paratetramitus* com o gênero *Tetramitus* é na estrutura flagelar, pois a estrutura da *Paratetramitus* é biflagelada. O flagelo é mais longo, e seu núcleo é afastado da base flagelar (PAGE, 1988).

Tetramastigamoeba

A *Tetramastigamoeba* na sua fase flagelada possui quatro flagelos, tendo divisão na fase flagelada e na fase ameboide. Quando ocorrem divisões frequentes, os flagelos produzidos são menores, podendo morrer ou se transformar em amebas pequenas, sua produção de flagelos é reduzida após 6 a 12 meses em cultura (PAGE, 1988).

Tetramitus

As amebas do gênero *Tetramitus* quase nunca são relatadas, e os flagelos que pertencem ao *Tetramitus* às vezes são encontrados em amostras coletadas e algumas espécies não apresenta uma fase ameboide. Essa é uma das razões de quase não ser encontrada, pois

possui essa dificuldade em obter flagelos em culturas amebóides, conduzindo a identificações incorretas (PAGE, 1988).

2.3 Doenças associadas às AVLs

2.3.1 Encefalite Amebiana Granulomatosa

A *Acanthamoeba* é o gênero responsável por causar a Encefalite Amebiana Granulomatosa (EAG), onde quase todas as pessoas que foi diagnosticada com ela são imunocomprometidas, sua forma de contágio é por lesões na pele e pelas vias respiratórias, assim a *Acanthamoeba* entra no sistema nervoso central. O começo dos sintomas da Encefalite amebiana granulomatosa é demorado e normalmente apresenta manifestações neurológicas e alterações comportamentais. Essa doença possui outros sintomas como: febre, vômitos, convulsões, dor de cabeça, distúrbios mentais e visuais (POSSAMAI, 2012).

2.3.2 Ceratite Amebiana

A ceratite crônica é uma infecção causada pela ameba *Acanthamoeba*, é uma doença que atinge a córnea podendo prejudicar a visão de forma que não pode ser revertida. A ceratite amebiana infecta especialmente pessoas com o sistema imunológico normal, o oposto do que ocorre na encefalite amebiana granulomatosa. O uso de lentes de contato está associado ao risco de desenvolver essa doença, tendo como base a higiene inadequada das lentes. Ao usar lentes de contato pode ocorrer da pessoa fazer uma pequena lesão na córnea, esse seria um fator favorável para a formação da infecção. Sendo assim a lente de contato não só transporta a ameba como também faz um microtraumatismo na córnea, favorecendo o alojamento da ameba na córnea. Os casos de ceratite amebiana causado pela *Acanthamoeba* tem aumentado muito devido ao crescente uso de lentes de contato. São poucos os relatos de ceratite amebiana nos dois olhos. Os fatores que provocam a ceratite além de ser o uso, higiene e manutenção inadequada de lentes de contato também inclui entrar em contato com rios, mares, lagos, usar solução salina caseira ou água de torneira para fazer a limpeza das lentes entre outros. A ceratite amebiana é bem parecida com outras ceratites, isso dificulta seu diagnóstico precoce (POSSAMAI, 2012).

2.3.3 Meningoencefalite Amebiana Primária

A ameba causadora da Meningoencefalite Amebiana Primária (MAP) é a espécie *Naegleria fowleri*, a MAP é uma doença fatal causando hemorragia e infecções agudas. O primeiro caso relatado de MAP foi na Austrália em 1960. Quando uma pessoa contrai a MAP, o aparecimento de sintomas é em um período de tempo muito curto evoluindo de forma rápida, menos de 24 horas após o contato com a ameba. As pessoas entram em contato com essas amebas através da água de piscina, rios ou lagos, após 7 a 10 dias do

aparecimento dos primeiros sintomas a pessoa vai a óbito. Para uma pessoa contrair essa doença, ela precisa aspirar a água que está a *Naegleria fowleri* para dentro das passagens nasais, logo após a ameba atinge a mucosa nasal se movendo para o cérebro provocando graves danos (CALIXTO et al., 2014).

Seus primeiros sintomas são: forte dor de cabeça, náuseas, febre e rapidamente evolui para sintomas mais específicos da MAP como: delírio, sonolência, coma e transtornos mentais. O seu diagnóstico é trabalhoso e tardio fazendo com que poucos pacientes sobrevivam. Existe uma terapia que tem pequena intervenção no curso natural da MAP. Há um remédio que possui eficiência no tratamento quando a doença é identificada de forma precoce é a Anfotericina B (CARLESSO, 2006).

Diagnóstico e formas de prevenção

Para fazer o diagnóstico de infecções causadas pela *Naegleria* é coletado um líquido cefalorraquidiano do cérebro e realizado o exame microscópio, feito esse exame é possível identificar se o que o paciente têm é causado pela ameba. Para fazer o diagnóstico das infecções causadas pela *Acanthamoeba* pode ser feito o exame microscópio ou a biópsia da pele, cérebro, córnea ou tecido que é onde encontra-se trofozoítos e cistos. Através do tecido do sistema nervoso central, de análises morfológicas e análises do fluido cefalorraquidiano é possível distinguir as espécies patogênicas de *Naegleria* e da *Acanthamoeba*. As formas de prevenção dessas infecções causadas pelas amebas, são informar a comunidade sobre o perigo de mergulhar e nadar em lugares com águas onde o saneamento básico é precário, podendo ocorrer transmissão de infecções. Não frequentar lugares como clubes termais, piscinas e outros ambientes semelhantes que não têm o tratamento de higienização apropriado. Na tentativa de eliminar a presença de materiais orgânicos é viável que seja feita a higienização nas piscinas desinfetando a água com cloro, diminuindo o possível alojamentos dessas amebas. Pessoas que usam lentes de contato precisam seguir todas as orientações feitas pelo seu oftalmologista com relação ao manuseio, limpeza e armazenamento de suas lentes de contato, não fazer o uso de soluções não estéreis e salinas. Usar apenas produtos especializados para fazer a higienização das lentes de contato, diminuindo assim possíveis infecções relacionadas ao uso de soluções ou águas sujeitas a contaminação (PACHECO; MARTINS, 2008).

2.4 Aplicação para dispositivos móveis

O aplicativo é uma ferramenta que foi criada para ser instalada em dispositivos móveis como celulares e tablets. Apps como são conhecidos os aplicativos, é a sigla da palavra "Application" que traduzido significa aplicação (CRUZ, 2019).

Ao ser instalado nos dispositivos móveis, o aplicativo funciona através de um software que roda sem pausas no sistema operacional, desenvolvido unicamente para

dispositivos móveis (MADEINWEB, 2019). A interface integra controles, como botões, caixas de texto e guias onde cada controle possui comandos que determinam o que devem fazer (MANAGEMENT, 2021).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Chave Interativa

Uma *chave de classificação interativa* ou *chave interativa* (*interactive key*) é uma ferramenta que foi criada para que o usuário possa colocar as características da amostra que deseja identificar em um sistema, e fazer o processo de classificação de forma interativa. A chave interativa então elimina os táxons que não possuem características correspondente a espécie, e esse processo continua até restar apenas um táxon. Usualmente as características dos táxons são armazenados em forma de uma matriz de características por táxons. O que determina um Chave interativa é a forma como se pode usar suas características, podendo ser usados em qualquer ordem (DALLWITZ; PAINE; ZURCHER, 2018). As chaves interativas fizeram com que muitas limitações enfrentadas pelos pesquisadores com as chaves convencionais fossem diminuídas, uma possibilidade que a chave interativa possui é poder colocar imagens das características, facilitando a sua identificação (PEREIRA, 2019).

Todos os trabalhos relacionados neste capítulo implementam propostas de chaves de classificação interativas. Uma característica encontrada em todos é seu desenvolvimento para o contexto da web, nenhum utilizando o contexto de aplicativo para um dispositivo móvel.

3.2 Chave interativa para bambus - WEBiKEY

O WEBiKEY é um software que foi desenvolvido com o objetivo de identificar espécies de bambu por Attigala, Silva e Clark (2016). Ele é uma ferramenta baseada na Web, seus dados são armazenados em um banco de dados SQL Server, é gratuito e é disponível online. Essa ferramenta pode ser usada para criar novas chaves, ou seja, adicionar novas informações e identificar gênero de bambu lenhoso o Kuruna Attigala. Através da chave de classificação os usuários podem identificar de forma fácil em qual das sete espécies possíveis é um determinado bambu.

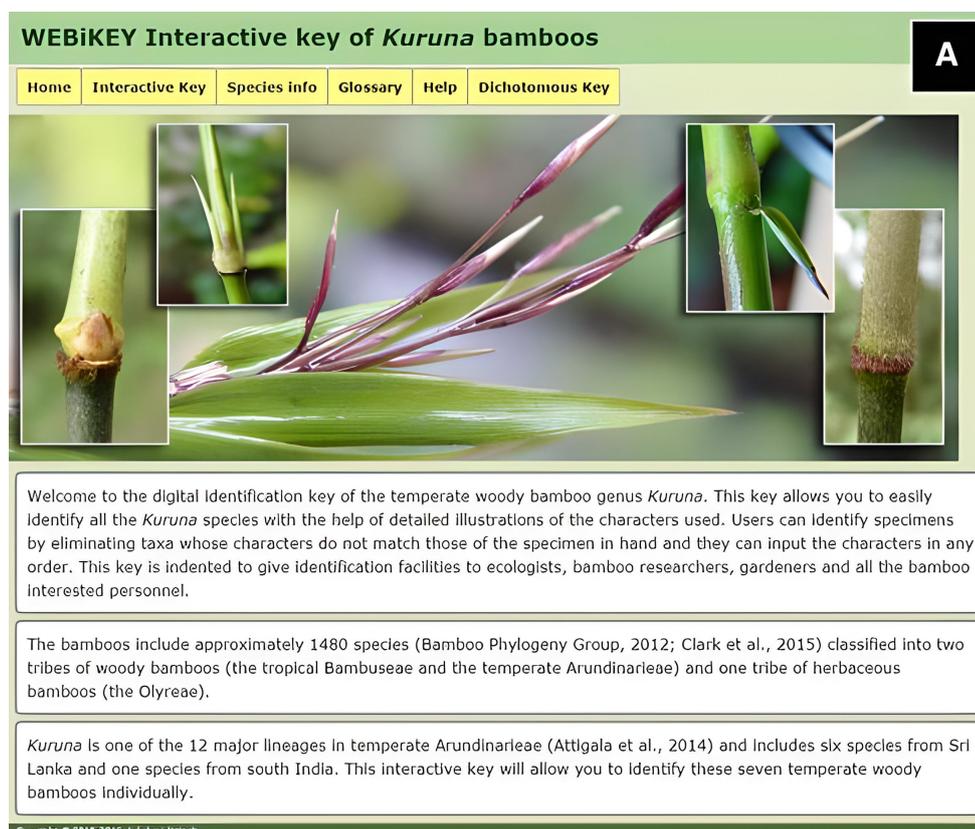
A base para essa ferramenta é um banco de dados SQL Server e tecnologias .NET, que são gratuitas para usuários Windows. O SQL Server é um banco de dados relacional seguro e rápido, as tabelas que compõem o banco de dados são: Categoria de características, Características, Estado de característica e Espécie. São relacionadas da seguinte maneira, as tabelas de Características, Estado de características e Espécie possuem dados sobre as características, estado de características, variáveis e das espécies. A tabela de Categoria de Características e a tabela Característica possuem uma relação de um para muitos. Já as tabelas de Estado de Característica e de Espécie possuem uma relação muitos para muitos.

O intuito do WEBiKEY é atender dois tipos de usuários, sendo um usuário com o

objetivo de descobrir a espécie que procura e o outro um usuário administrativo, aquele que adiciona mais informações. Foi escolhida a espécie do bambu Kuruna para se desenvolver esse software porque biólogos do Sri Lanka frequentemente precisam identificar eles.

O WEBiKEY como está ilustrado na Figura 14 possui três páginas principais: a página principal, a página de seleção de características principais e uma página chave classificadora. Também possui menus que possibilitam os usuários fazerem *downloads* e um PDF explicando como usá-lo. Na chave classificadora foram usados 55 características diferentes para distinguir 7 espécies de Kuruna, por possuírem características únicas foi preciso utilizar imagens. Para listar os oito principais tipos de características o usuário precisa clicar no link chave interativa no menu, que o leva para a página web com a lista dos oito características, depois o usuário precisa escolher quais os principais grupos de características estão presentes na espécie que ele está precisando identificar.

Figura 14 – WEBiKEY Página Inicial.



Fonte: Attigala, Silva e Clark (2016).

3.3 Chave interativa para cnidários - JellyWeb

Outro sistema criado para classificação interativa é o JellyWeb, proposto por Stefano, Ukosich e Avian (2016) para identificar espécies restritas às classes: *Scyphozoa*, *Cubozoa* e *Staurozoa*, classes do filo *Cnidaria*. Assim como o WEBiKEY, o JellyWeb foi desenvolvido para ser de fácil acesso permitindo que tanto pesquisadores quanto não

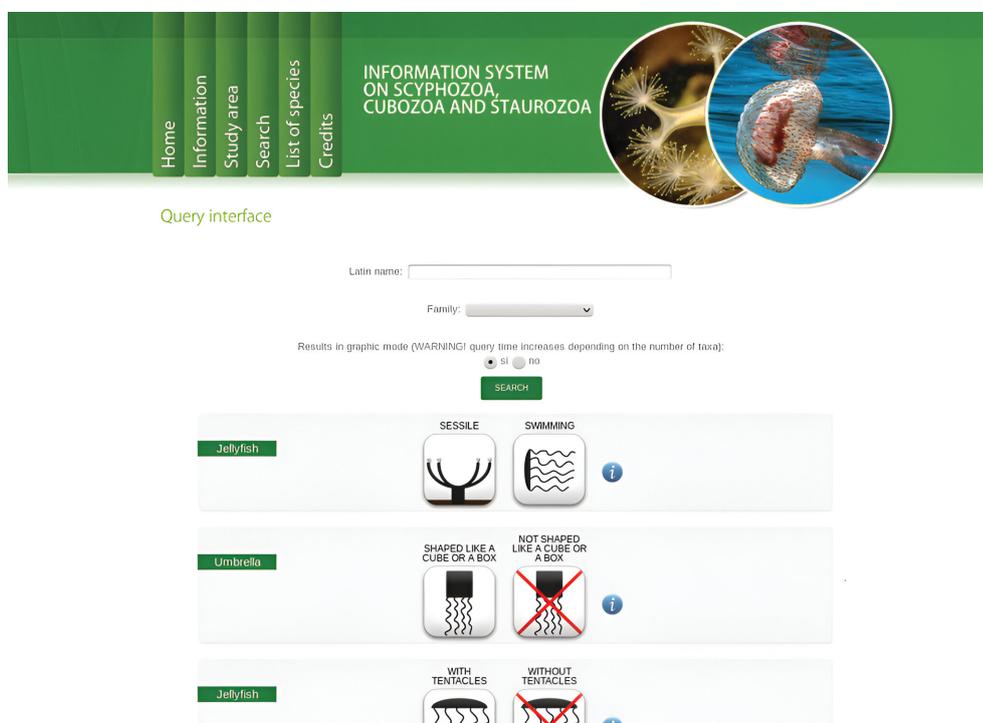
especialistas conseguissem identificar a espécie procurada. Ele possui um banco de dados que armazenam as informações sobre cada espécie.

O JellyWeb foi desenvolvido usando a linguagem PHP, e seus dados foram armazenados em um banco de dados MySQL. Seu sistema possui entradas múltiplas, operando em banco de dados que possui nove características morfológicas e em um banco de dados taxonômicos. O sistema permite consultas complexas com entradas múltiplas retornando listas de táxons, ou seja, depois de concluir a consulta o software retorna a lista das possíveis espécies que correspondem à consulta feita.

Ele é um sistema que está em constante desenvolvimento, visto que é possível que os usuários adicionem mais informações. Disponibiliza várias páginas, tais como: descrição de como o sistema funciona; página para classificação interativa; lista de todos táxons com os nomes do gêneros na ordem alfabética e espécies, fornecendo separadamente o acesso a cada espécie como está ilustrado na Figura 15.

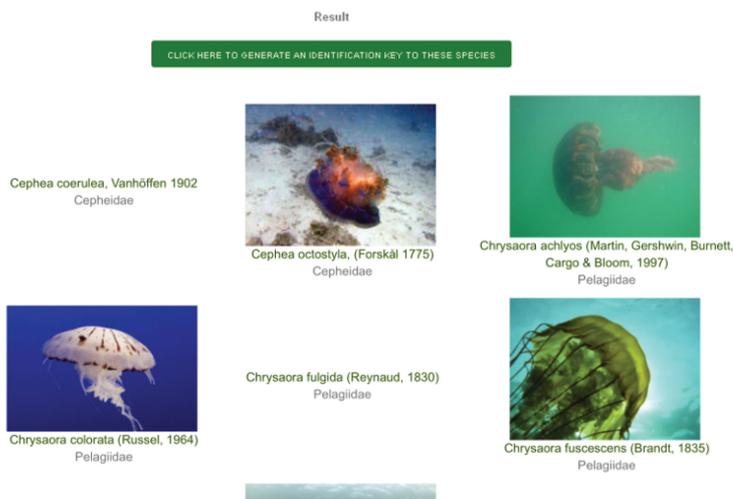
Os usuários precisam especificar um conjunto de 9 características como está ilustrado na Figura 15. Quando o usuário faz uma consulta, o resultado é composto por uma lista de táxons e para cada um deles uma imagem é mostrada, cada um possui um link, nesse link se tem uma descrição mais detalhada sobre a espécie em questão, ilustrado na Figura 16.

Figura 15 – JellyWeb.



Fonte: Stefano, Ukosich e Avian (2016).

Figura 16 – JellyWeb - Resultados.



Fonte: Stefano, Ukosich e Avian (2016).

3.4 Chave interativa para orquídeas - *Orchidaceae*

Para identificar a família *Orchidaceae*, no contexto de orquídeas comuns da Coreia do Sul, foi criada uma chave de identificação visual por Seo e Oh (2017), com aproximadamente 25.000 espécies. A *Orchidaceae* é uma das maiores famílias de angiospermas e estão sendo ameaçadas de extinção. É através das características de suas flores que é baseada sua classificação, pois se a espécie estiver sem flores será muito difícil identificar à qual espécie pertence. Para construir a chave visual foi preciso uma foto de cada espécie, depois classificá-las em grupos com base nas suas características em comum. No fim das etapas de classificação são mostradas três fotos, e informações sobre a floração da espécie para facilitar a identificação correta das espécies (SEO; OH, 2017).

Figura 17 – Orchidaceae



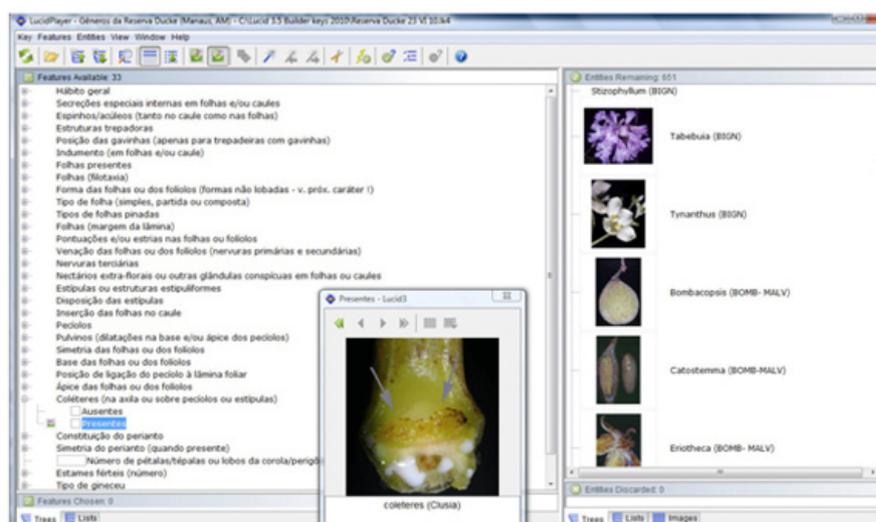
Fonte: Seo e Oh (2017).

O software foi criado usando a linguagem HTML para ser usada em um navegador web. Cada página mostra duas ou três imagens para que a pessoa possa comparar com a espécie que deseja identificar, e escolher a opção que mais se assemelhe a ela como está ilustrado na Figura 17. Ao selecionar uma das opções o software leva para outro conjunto de imagens. Com esse software podem ser identificados 101 táxons da família *Orchidaceae*, usando a chave de classificação. Seu desempenho foi melhor que a chave taxonômica tradicional e do que o processo de separação manual florístico (SEO; OH, 2017).

3.5 Chave interativa para plantas fanerógamas

Esse software, criado em Manaus, possibilita uma chave interativa para a identificação dos gêneros de fanerógamas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, ilustrado na Figura 18. Para a identificação das plantas da Reserva Ducke foi criada uma chave interativa com entradas múltiplas, baseada na Flora da reserva Ducke especialmente as características vegetativas, foi criada uma chave para os gêneros de angiospermas que possuem na Reserva Ducke. Por ter utilizado apenas dez características os resultados foram limitados porque as informações não foram suficientes. Para que essa chave interativa fosse melhorada, foram incluídas características adicionais e outras características foram reavaliadas, com isso foram incluídas várias ilustrações (BITTRICH et al., 2011).

Figura 18 – Software para identificação dos gêneros de fanerógamas da Reserva Florestal Adolpho Ducke.



Fonte: Bittrich et al. (2011).

A chave foi criada para identificar os gêneros e não as espécies, a identificação do gênero possui vantagens pois a identificação costuma ser correta mesmo quando a espécie não é conhecida. Também tem grandes chances de fazer uma identificação correta mesmo se a espécie não constar no guia da Reserva Ducke. Foi feita uma lista de 33

características. Quando a lista de características é muito grande e a pessoa não está familiarizada com a importância dos diferentes características taxonômicas, ela poderá ficar sem saber quais são as melhores características para iniciar a identificação. Algumas características importantes e de fácil observação podem ser duplicados e incluídos na lista, chamados de características sugeridas para começar. Com essas características um grande número de gêneros é eliminado, o que facilita muito a identificação. Na chave para os gêneros com sementes da Reserva Ducke esse processo não foi necessário, porque o seu número de características é pequeno se for comparado com o número de táxons (BITTRICH et al., 2011).

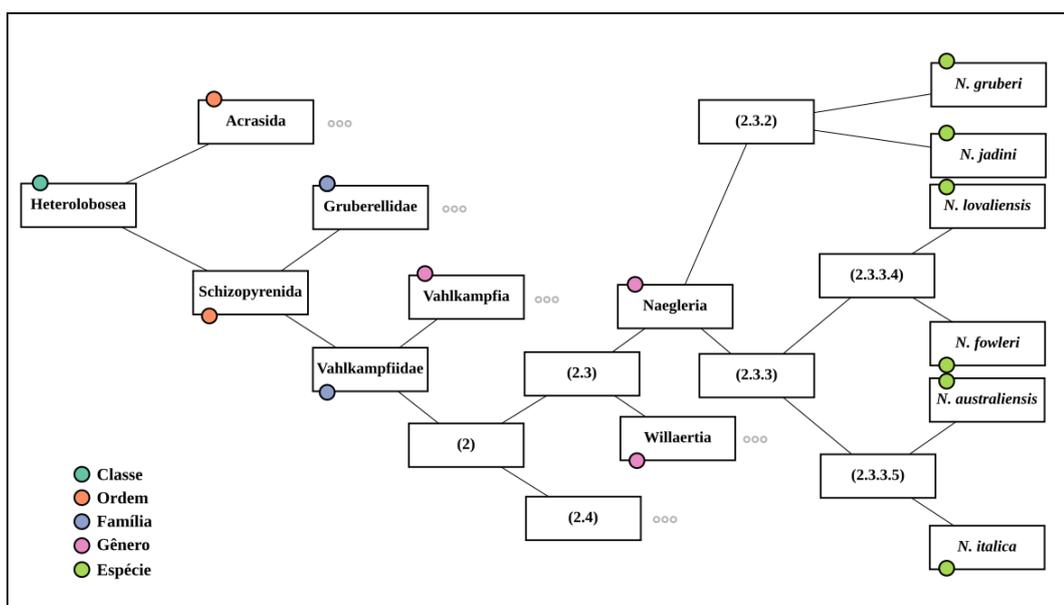
4 MATERIAIS E MÉTODOS

O aplicativo poderia ter sido feito usando diferentes ferramentas. As que foram utilizadas para a elaboração do aplicativo foram Flutter, Android Studio, Firebase, App Icon. Elas serão apresentadas logo abaixo. Essas ferramentas possibilitaram a modelagem das chaves de classificação das AVLs. Todas as imagens utilizadas para a classificação foram obtidas da internet e de livros, um deles é do Neves (2005). O software foi feito de forma mais intuitiva possível, para facilitar a interação do usuário, com o objetivo de identificar AVLs através de uma chave interativa.

A primeira etapa foi separar as chaves de classificação da classe *Heterolobosea*, foram tiradas do livro do Page (1988). O aplicativo foi estruturado com base na taxonomia dos seres vivos em ordem decrescente: classe, ordem, família, gênero, e espécie como é ilustrado na Figura 19. A ordem, família e gêneros que não são o foco do trabalho, estão com 3 pontos na frente, pois o trabalho teve o foco principal no gênero *Naegleria*. A segunda etapa foi a elaboração dos requisitos. O usuário irá fazer uma consulta e ao responder a lista de perguntas o software irá mostrar o resultado esperado e informações sobre a espécie.

O projeto inicial foi desenvolvido pensando em detalhar o gênero *Naegleria*, porém deixou-se outros gêneros para poder exemplificar como seria a versão completa do aplicativo. Como ilustra a Figura 19, o foco foi no gênero *Naegleria*. Na seção de Resultados irá mostrar a funcionalidade desativada e telas com outros gêneros.

Figura 19 – Taxonomia das AVLs utilizadas no aplicativo.



Fonte: Própria (2024).

4.1 Requisitos

O aplicativo foi pensado para possuir funcionalidades tais como: navegar manualmente entre as famílias, gêneros e espécies onde encontrará imagens e informações relacionadas a elas; permitir ao usuário responder a perguntas relacionadas à morfologia das AVLs, permitindo identificar os nomes dos grupos taxonômicos ao qual pertencem (família, gênero e espécie). Essas funcionalidades visam otimizar o tempo que a pessoa gastaria se ela tivesse que procurar de forma manual nas chaves de classificação. A seguir serão definidos mais formalmente os requisitos elicitados para a aplicação.

4.1.1 Requisitos Funcionais

- **RF001** - Classificar espécies do gênero *Naegleria* a partir da família;
- **RF002** - Listar as famílias da classe *Heterolobosea*, ordem *Schizopyrenida*;
- **RF003** - Listar gêneros da família *Vahlkampiidae*;
- **RF004** - Navegar nas espécies do gênero *Naegleria*;
- **RF005** - Apresentar artigo base que primeiro identificou a espécie.

Para realizar os requisitos **RF001**, **RF002**, **RF003** e **RF004** foi utilizado o Flutter, que é a ferramenta de interface, e o Android studio, que é o ambiente de desenvolvimento para se criar as páginas de navegação. No requisito **RF001**, foi utilizado do Page (1988), onde foram tiradas todas as chaves que foram implementadas e também foi utilizado do Firebase, que é um banco de dados para aplicativos móveis para se armazenar as chaves de classificação. Tudo o que foi colocado no aplicativo com informações, texto, imagens, links dos requisitos **RF001**, **RF002**, **RF003**, **RF004** e **RF005** foram armazenados no banco de dados Firebase.

4.1.2 Requisitos Não Funcionais

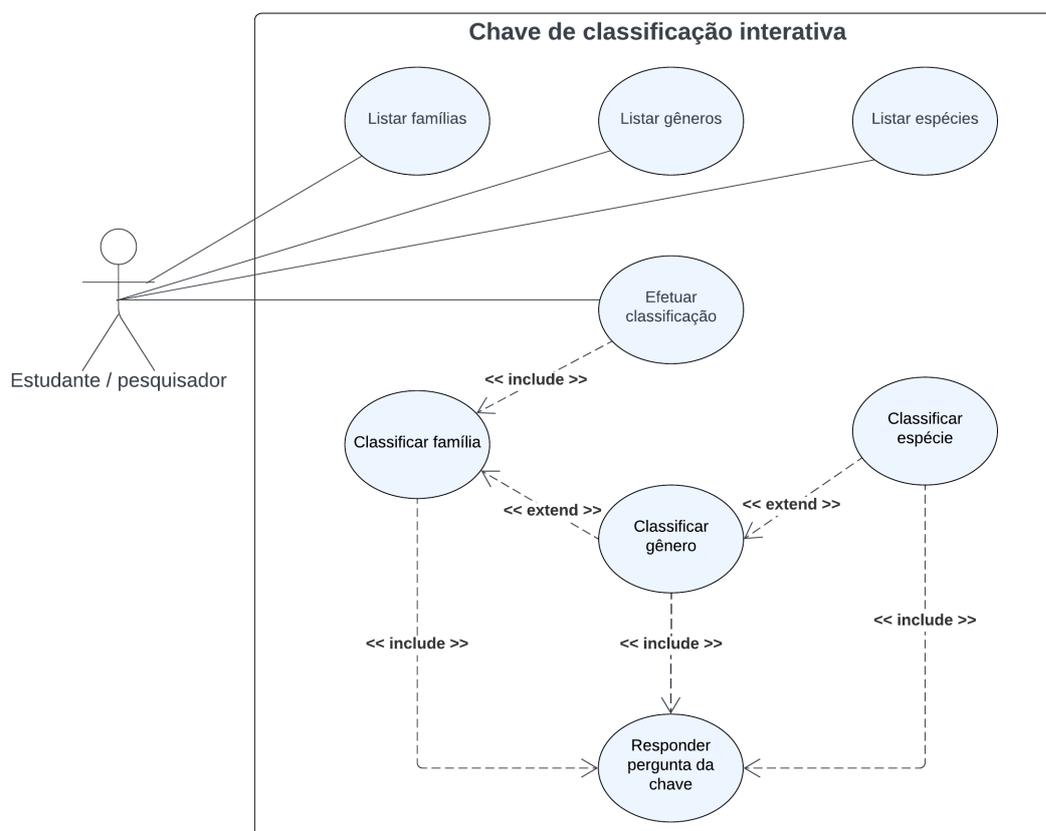
- **RNF001** - A aplicação deve funcionar em dispositivo móvel Android;
- **RNF002** - A classificação deve ser em tempo real;
- **RNF003** - A classificação deve utilizar a chave do Page (1988) como base;
- **RNF004** - O sistema deve ser de fácil uso para não especialistas na área de computação.

Para realizar os requisitos não funcionais **RNF001**, **RF002** e **RNF004** foi utilizado o Flutter e o Android studio para fazer sua interface. No requisito **RNF003** que são as chaves de classificação foi utilizado a Base de dados do Page (1988), e o Firebase para armazenar os dados.

4.2 Diagrama de casos de uso

No Diagrama de caso de uso ilustrado na Figura 20, o autor é um(a) estudante ou um(a) pesquisador(a), ou seja, a pessoa que vai utilizar o aplicativo. O aplicativo é o quadrado, com cada um desses círculos, que são os casos de uso. Os casos de uso: **Listar famílias**, **Listar gêneros**, **Listar espécies** e **Efetuar classificação**, são as funcionalidades que o usuário consegue fazer no software.

Figura 20 – Diagrama de casos de uso.



Fonte: Autoria própria.

O caso de uso **Efetuar classificação**, detalha como foi estruturado o esquema das chaves de classificação no software. Ele possui um estereótipo de *<< include >>* para o caso de uso **Classificar família**, significando que quando o usuário vai efetuar a classificação, é obrigatório iniciar pela classificação da família, ele não consegue iniciar pela classificação do gênero ou da espécie. Se o autor classificou a família, ele tem a opção de parar a classificação ou continuar e classificar o gênero, por isso o caso de uso **Classificar gênero** possui um estereótipo do tipo *<< extend >>* para o caso de uso **Classificar família**, que é algo que o autor pode fazer, ou seja, ele não é obrigado a classificar o gênero. Da mesma forma ocorre com o caso de uso **Classificar espécie**, o autor pode ou não classificar a espécie, considerando que ele classificou o gênero.

Os casos de uso **Classificar família**, **Classificar gênero** e **Classificar espécie** possuem todos um estereótipo do tipo << *include* >> para o caso de uso **Responder perguntas da chave**, que significa que para classificar família, gênero e espécie é obrigatório responder perguntas da chave de classificação.

4.3 Base de Dados

A base de dados foi tirada do livro Page (1988), onde as chaves de classificação que aparecem nas imagens foram traduzidas para o português. Na Figura 21 temos a chave de classificação das famílias da classe *Heterolobosea* e ordem *Schizopyrenida*.

No aplicativo foi implementado essa estrutura de chaves das famílias (Figura 21), porém somente dentro da família *Vahlkampfiidae* foi implementado seus gêneros (Figura 22), dentro dos seus gêneros foi implementado somente as espécies do gênero *Naegleria* (Figura 23).

Figura 21 – Chaves das Famílias da ordem *Schizopyrenida*.

Chaves das Famílias

- 1 Sem cortes de frutas (**Schizophrenia**)2
- Corpos de frutificação formados (**Acrasida**)3
- 2 Nucléolos dividindo formas massas polares mitose (propostais); forma de ambocondo cilíndrico; Fase de flagelato na maioria dos gêneros..... (**Vahlkampfiidae**)
- Nucléolos, mas não membrana nuclear desintegrando-se na mitose; O formato de espécies de água doce / solo conhecido não é achatado, com pouca subposição subaputopia, bem fina; Nenhuma fase de flagelato conhecido..... (**Gruberellidae**)
- 3 (1) Células de soro parável diferenciadas em esporos morfologicamente distintos e células de talos; Flagel- estágio tardio presente ou Ausente..... (**ACRASIDEE**)
- Células ao longo de Soro carp, essencialmente todos; Não há fases de castelo conhecido..... (**Guttulinopsidae**)

Fonte: Figura adaptada de Page (1988).

Em primeiro lugar temos as chaves das famílias, ilustrada na Figura 21. Ela deve ser respondida de acordo com as características da ameba que se está querendo identificar, com base na resposta as chaves de famílias nos leva para a chaves de gêneros, ilustrada na Figura 22.

Na Figura 22, temos as chaves dos gêneros que devem ser respondidos de acordo com as características da ameba, se a ameba for do gênero *Naegleria*, então as chave do gênero *Naegleria* nos leva para essas chaves de espécies indicadas na Figura 23 (PAGE, 1988). Ao responder as chaves da Figura 23, elas lhe trará a possível identificação da ameba que deseja identificar.

Esse trabalho visa fazer a implementação somente das espécies do gênero *Naegleria* da família *Vahlkampfiidae*.

Figura 22 – Chaves dos Gêneros da família *Vahlkampfiidae*.**Chaves de Gênero**

- 1 Sem estágio flagelado..... (**Vahlkampfia**)
 - Com estágio flagelado.....2
- 2 Cistos com poros: Flagelo sem citostâmico.....3
 - Cistos sem poros; Flagelo com ou citostômio de altura4
- 3 Billagelie; Divisão em estágio ambocado apenas..... (**Naegleria**)
 - Quadriflagelo; Divisão com estágio ambocado naegleria..... (**Willaertia**)
- 4 (2) Biflagelo; com ou sem divisão em flagelo, bem como quadriflagelo de estágio ambocado;.....5
 - Divisão em estágios Ameboide e Flagelado.....6
- 5 Flagelo sem borrante anterior; Núcleos anterior, vácuo contractil em direção a extremidade posterior; Nenhuma divisão em fase de flagelo relatado;.....(**Adelphamoebu**)
 - Núcleo não perto da extremidade anterior, Divisão em estágios ambocados e flagelados..... (**Paratetramitus**)
- 6 (4) Flagelo clortistom com citostatom e Rostrum; Núcleos e vácuo anterior antileta de anti-pateratiticismo.....(**Tetramitus**)
 - Sem citostâmico ou rostrum; Núcleos anterior, vácuo contractil..... (**Tetramastigamo**)

Fonte: Figura adaptada de Page (1988).

Figura 23 – Chaves das Espécies do Gênero *Naegleria*.**Chave das Espécies**

- 1 Cresce bem a 20 ° C.....2
 - Não cresce bem a 20 ° C; Bom crescimento acima de 40 ° C.....3
- 2 Poros de cistério com borda visivelmente engrossada; A parede de cisto pode ser suave, áspera ou angular.....(**Naegleria gruberi**)
 - Poros de cisto sem luz não recarregada; Parede de cisma suave..... (**N. jadini**)
- 3 Cresce a 45 ° C; Rim de poros cistos não visivelmente ou apenas ligeiramente engrossificados.....4
 - Cresce a 42 ° C, mas não a 45 ° C; Rim de poros de cistos visivelmente engrossados.....5
- 4 Aglutinado por Concavalina A: Rim de poros de cistos, muitas vezes engrossadamente..... (**N. lovaniensis**)
 - Não aglutido por Concavalina A; Rim de poros de cisto não acentuadamente engrossados.....(**N. fowleri**)
- 5 Aglutido por Concavalina A.....(**N. australiensis australiensis**)
 - Não é aglutido por Concavalina A.....(**N. australiensis italica**)

Fonte: Figura adaptada de Page (1988).

4.4 Flutter

Flutter foi criado pelo Google como uma ferramenta de desenvolvimento de aplicativos para: dispositivos móveis, web e desktop. Possibilita o desenvolvimento de aplicativos para diferentes sistemas operacionais como: Android, iOS, Linux, Windows e macOS. O Flutter utiliza a linguagem Dart como base para a criação dos aplicativos (ALBERTO, 2023).

O Dart é uma linguagem de programação criada também pelo Google, seu objetivo inicial era substituir o JavaScript para o desenvolvimento de páginas web. O Dart apresenta uma linguagem tendo uma estrutura muito parecida com a programação orientada a objetos. Ele pode ser executado em máquina virtual e também é considerada uma linguagem multi-paradigma, ou seja, suporta vários paradigmas de programação (GUEDES, 2020).

As telas do aplicativo foram criadas utilizando as funcionalidades de um “Scaffold” que é uma classe que fornece “widgets”, com ela foram construídas a estrutura de cada tela como: a barra superior utilizando do “AppBar”, o corpo da tela através do “Body”. Os botões para ir para a tela inicial do aplicativo foram feitos utilizando-se do “IconButton”, onde é passado a rota através do “MaterialPageRoute”, que aquele botão deve seguir ao ser acionado.

Para criar as telas com a lista de famílias, e deixar como uma lista um embaixo do outro conforme aparece no aplicativo, foi utilizado a classe do Flutter chamada *SliverList*, que utiliza-se de um parâmetro *Delegate* para fornecer os itens da lista armazenados no banco de dados conforme aparecem. O mesmo foi feito para a lista de gêneros e a lista de espécies. Dentro de uma *SliverList* foram usados *Containers* para comportar os *widgets*, que podem ser: botões, textos, imagens e links. A barra de rolagem em cada tela foi feita através da classe do Flutter chamada *ScrollView*, que fornece vários efeitos de rolagem. Através da classe *Card* foram criadas as listas de famílias, gêneros e espécies e a tela inicial, passando a rota de cada uma delas por uma instância da classe *MaterialPageRoute*. Na criação dos botões *Ver Famílias*, *Ver Gêneros*, *Ver Espécies*, foi utilizada a classe *ElevatedButton*, que trás a funcionalidade de deixar o botão no estilo que quiser, podendo escolher a cor e o tamanho.

4.5 Android Studio

O Android Studio é um software gratuito disponibilizado pelo Google, feito como um programa com ferramentas que dão suporte para a criação de aplicativos para dispositivos móveis para a plataforma Android. O Android Studio também é chamado de Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE, sigla em inglês para *Integrated Development Environment*) sendo um programa criado para criar diversos aplicativos (HARADA, 2019).

O Android Studio possui um emulador onde o usuário pode inicializar e instalar apps de forma mais rápida podendo simular o aplicativo em vários tipos de dispositivos,

pois possui vários modelos de dispositivos, além de permitir criar protótipos e testá-los oferecendo quase todos os recursos que um smartphone android físico pode oferecer (DEVELOPERS, 2023).

4.6 Visual Studio Code

O Visual Studio Code foi criado pela a Microsoft com o intuito de ser um editor de texto. Ele suporta várias linguagens de programação, possui terminal de comandos, várias extensões onde podem ser adicionadas várias funcionalidades (HANASHIRO, 2021).

4.7 Firebase

O Firebase é uma ferramenta que auxilia na criação de aplicativos, tendo como proprietário o Google e pode ser acessada de forma gratuita usando sua conta do Google e também possui um plano pago. Com o Firebase pode-se desenvolver aplicativos Android, iOS e Web (SILVA, 2021).

O Firebase possui recursos interessantes como autenticação, armazenamento de arquivos, banco de dados, envio de notificações entre outros, com o Firebase os desenvolvedores não precisam se preocupar com hospedagem (BATSCHINSKI, 2020).

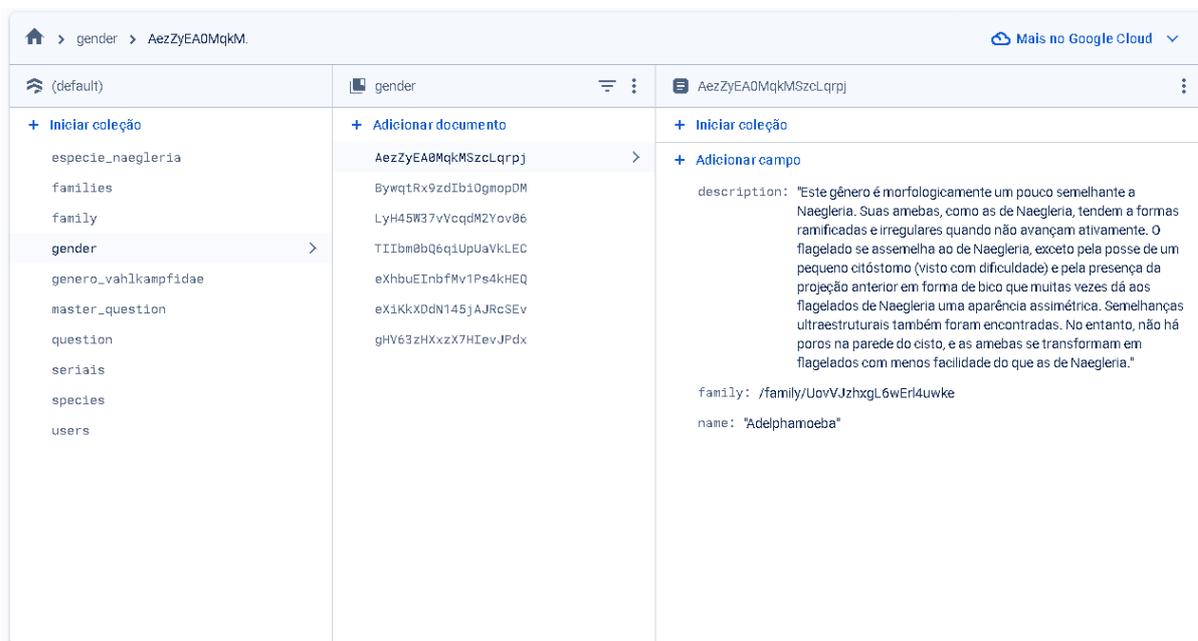
O Banco de Dados do projeto foi estruturado no Firebase criando coleções como ilustrado na Figura 24, que é como se fossem pastas, essas coleções armazenam todos os dados do aplicativo. Possuindo coleções que armazenam a descrição, imagem, links com referências sobre a família, os gêneros, as espécies e a coleção que armazena as chaves de classificação.

Esses dados são armazenados localmente em nuvem e, mesmo estando offline, os acontecimentos em tempo real continuam sendo acessados, o que permitem aos usuários uma experiência versátil. Na ocasião que o dispositivo móvel recupera a sua conexão, o Realtime Database faz a sincronização das alterações, que foram feitas nos dados, o qual ocorreram enquanto o usuário estava offline, intercalando qualquer conflito (FIREBASE, 2023).

4.8 App Icon Generator

O App Icon é uma ferramenta responsável por criar o ícone de um aplicativo, através do ícone a pessoa tem o primeiro contato com o aplicativo antes de baixá-lo. O App Icon converte qualquer imagem em imagens de vários tamanhos que pode ser usada como ícones de aplicativos, o usuário pode usar sua criatividade, melhorar a qualidade da imagem criando ícones que se destacam (RANKMYAPP, 2018).

Figura 24 – Banco de Dados



Fonte: Autoria própria.

4.9 Aplicativo

As ferramentas apresentadas neste capítulo foram utilizadas para desenvolvimento do aplicativo que possibilitou a interação com as chaves de classificação, funcionando através de um Smartphone com sistema operacional Android até a versão 10.0, possibilitando o uso do sistema em qualquer local com internet. Com o Android em outras versões também é possível baixar o aplicativo e acessá-lo, porém a função de acessar os links e referências pode não funcionar corretamente.

Para a elaboração do aplicativo foi utilizado a ferramenta Flutter na versão 2.2.2 que é um framework para desenvolvimento de aplicativos que utiliza a linguagem de programação Dart como base para criar aplicativos. O Dart na versão 2.13.3 que é uma linguagem criada pela Google, hoje ela pode ser considerada uma linguagem multi-paradigma, embora apresente fortes estruturas de programação orientada a objeto.

Foi utilizado como editor de texto a ferramenta Visual Studio Code na versão 1.85.1, que é um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), disponibilizado pela Microsoft. E como emulador foi utilizado a ferramenta Android Studio na versão 4.1, disponibilizado pela Google para desenvolvimento de aplicativos para Android.

Para a criação das páginas foi utilizado o método de reaproveitamento de código, ou seja, foi criada uma pasta e dentro dessa pasta foram criados os componentes reutilizáveis. O primeiro utilizado foi o *OptionCard.dart*, que contém os botões que aparecem na tela inicial sendo usados como: Identificar espécie e Visualizar espécie. O segundo utilizado foi o *QuestionPage.dart*, usado para a criação das páginas de perguntas da Visualização de

espécie, que monta a estrutura que coloca a questão e os dois botões.

Para o armazenamento de dados de cada espécie foi utilizado o Firebase. Para a aplicação se comunicar com o Firebase foi utilizado o arquivo para comunicação que o Firebase fornece quando o Banco de dados é criado. Além disso foram importadas as bibliotecas dele no Flutter, e também adicionado na lista de permissões do aplicativo a de uso de internet.

Para gerar o ícone do aplicativo e colocar no formato que o Android aceita foi utilizado o App Icon, que já coloca a imagem nos padrões do Android.

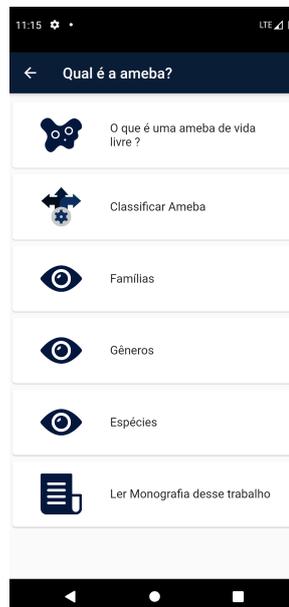
Como os requisitos de hardware para o aplicativo são mínimos, e atualmente a maioria da população brasileira tem acesso a um *smartphone*, o aplicativo proporciona uma experiência prática e acessível a qualquer instante. No ranking mundial o Brasil é o 5^o país com a maior número de usuários de *smartphones*, possuindo mais de 118 milhões de pessoas com celulares ativos (EXAME, 2023), o que possibilita um acesso relativamente amplo à aplicação desenvolvida.

5 RESULTADOS

Além do aplicativo trazer uma forma interativa na sua modelagem, ele possibilita que pesquisadores e estudantes identifiquem as amebas de forma mais rápida que utilizando uma chave textual. Neste capítulo são mostradas telas do aplicativo desenvolvido.

Para acessar o aplicativo o *smartphone* precisa estar conectado na internet, para que possa ter acesso a todas as informações das espécies que estão no banco de dados em nuvem. A tela inicial, ilustrada na Figura 25, possui seis tópicos para o usuário escolher o que deseja fazer sendo eles: **O que é uma ameba de vida livre?**, **Classificar Ameba**, **Famílias**, **Gêneros**, **Espécies** e **Ler Monografia deste trabalho**.

Figura 25 – Tela Inicial.



Fonte: Autoria própria.

Quando o usuário acessa a opção **“O que é uma ameba de vida livre ? ”** ele tem acesso à tela ilustrada na Figura 26, onde possui uma descrição geral de uma AVL e também um link para uma descrição mais detalhada.

Figura 26 – O que é AVL ?.



Fonte: Autoria própria.

Quando o usuário acessa a opção “**Classificar Ameba**” ele terá acesso à tela ilustrada na Figura 27. O usuário irá responder as perguntas analisando a ameba que ele está querendo identificar.

Figura 27 – Tela de Classificar Ameba.



Fonte: Autoria própria.

A medida que o usuário for respondendo as perguntas da classificação, o aplicativo apresentará a tela ilustrada na Figura 28, onde já informa qual a família que a ameba pertence, e o botão se o usuário deseja continuar a classificação. Há também um botão

“Ver Famílias”, onde o usuário será direcionado para tela com uma lista de todas as famílias daquela classe.

Se o usuário decidir continuar a classificação ele deverá continuar respondendo às perguntas. Nesse caso entrará nas perguntas sobre os gêneros e, após efetuar a classificação, aparecerá a mesma tela informando o gênero da ameba. Novamente será disponibilizado a opção para caso ele deseje continuar a classificação, indo para as espécies.

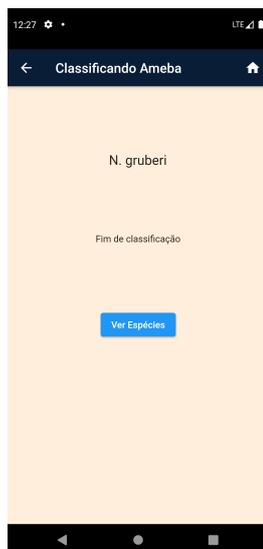
Figura 28 – Classificando Ameba: Família.



Fonte: Autoria própria.

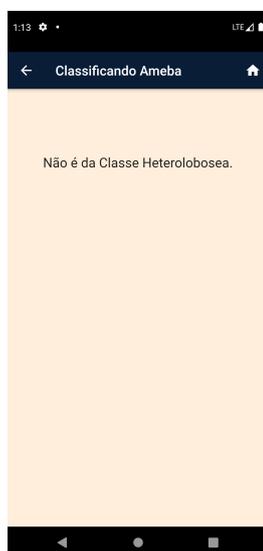
Ao fim da classificação depois que usuário respondeu as perguntas, conforme a análise morfológica da ameba que ele quer identificar, e ela for da classe *Heterolobosea*, o aplicativo apresentará a tela ilustrada na Figura 29, informando o nome da espécie identificada, e também um botão para que o usuário possa acessar a lista de espécies, caso necessário.

Figura 29 – Classificando Ameba: Espécie.



Fonte: Autoria própria.

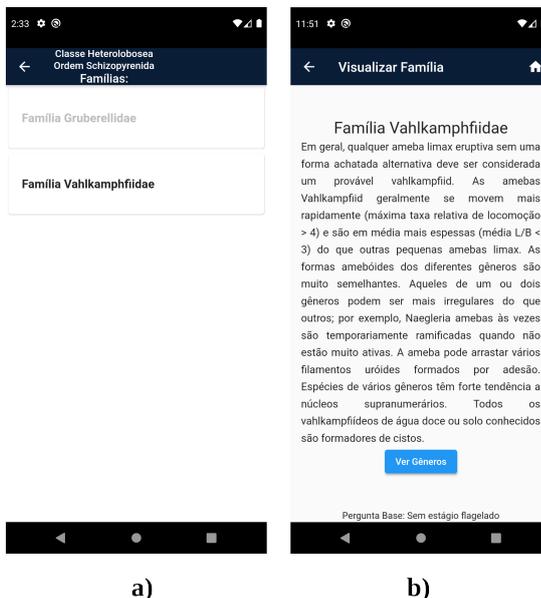
Caso a ameba que o usuário está querendo identificar não seja da Classe *Heterolobosea* aparecerá a tela da Figura 30, informando que aquela ameba não é da classe *Heterolobosea*.

Figura 30 – Não é da classe *Heterolobosea*.

Fonte: Autoria própria.

Ao voltar a tela inicial e acessar a opção “**Famílias**” é exibida a lista as famílias, conforme ilustrado na Figura 31a. O botão da família *Gruberellidae* está inativo pois o foco do trabalho é na família *Vahlkamphfiidae*. Ao clicar no botão “**Família Vahlkamphfiidae**” será apresentada uma tela como a ilustrada na Figura 31b, com informações sobre a família e um botão “Ver gênero”, que o encaminha para a lista de gêneros da família Figura 32.

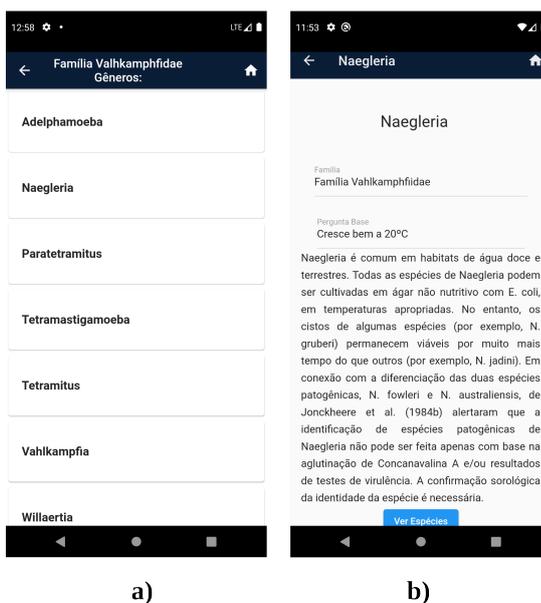
Figura 31 – Telas das famílias. Em a) a lista geral, em b) detalhes da família *Vahlkampfiidae*.



Fonte: Autoria própria.

Voltando na tela inicial e acessando a opção “**Gêneros**” aparecerá um lista com sete gêneros da família *Vahlkampfiidae*, como ilustrado na Figura 32a. Ao escolher um desses gêneros, por exemplo o gênero *Naegleria*, será apresentada uma tela como a ilustrada na Figura 32b, que apresenta informações sobre o gênero.

Figura 32 – Telas dos gêneros. Em a) a lista geral, em b) detalhes do gênero *Naegleria*.

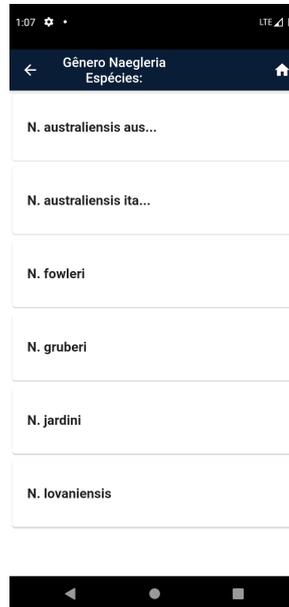


Fonte: Autoria própria.

Há também um botão “**Ver Espécie**”, que direciona o usuário para a lista de espécies daquele gênero, como ilustrado na Figura 33.

Na tela inicial escolhendo a opção “Espécies” aparecerá a tela ilustrada na Figura 33, com uma lista de seis espécies do gênero *Naegleria*.

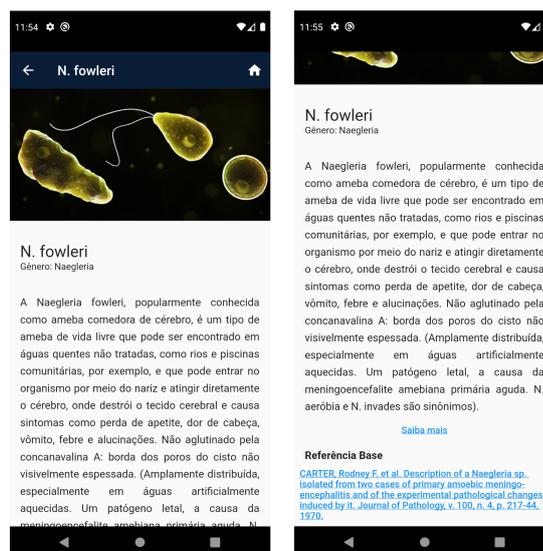
Figura 33 – Lista de Espécies.



Fonte: Autoria própria.

Escolhendo uma dessas espécies, por exemplo a espécie *N. fowleri*, o aplicativo apresenta uma tela com foto, informações, um link para mais informações e a referência base sobre a espécie. Isso está ilustrado na Figura 34.

Figura 34 – Tela da espécie *Naegleria fowleri*.



a)

b)

Fonte: Autoria própria.

O aplicativo desenvolvido encontra-se na versão 1.0, e pode ser encontrado no link:

<<https://drive.google.com/file/d/1V15sPPzdGIDuVqHZxw6UfwG42tfKf6DO/view?usp=sharing>>

6 CONCLUSÃO

Como foi visto na seção de resultados, o aplicativo apresentado traz uma inovação na identificação das AVLS através do uso de chaves de classificação, contribuindo com pesquisadores, pois agiliza o processo de identificação através de sua análise morfológica.

Fornecer uma chave interativa online para Amebas de vida livre será importante para pesquisadores e estudantes. A capacidade de visualizar facilmente as imagens, informações gerais e links com informações mais detalhadas para cada espécie também tornam mais fácil conhecer as AVLS.

A aplicação possibilitou identificar AVLS, usando as chaves de classificação de uma forma rápida e interativa. O que é algo importante não somente para o caso da chave de classificação analisada neste trabalho, mas também para os casos em que as chaves de classificação sejam muito mais extensas. A facilidade no uso do aplicativo e agilidade nos processos são pontos importantes e que, hoje em dia, podem ser necessários em projetos e pesquisas.

O projeto ficará disponível para receber atualizações futuras, como adicionar mais espécies na lista de espécies, adicionar mais elementos da chave de classificação do Page (1988), possibilitando que espécies de outras classes sejam identificadas.

6.1 Limitações e trabalhos futuros

Uma das limitações é a utilização de uma chave de classificação (PAGE, 1988) que, apesar de clássica, não lista diversas novas espécies já descobertas desde sua publicação. Porém, ainda é uma referência bastante utilizada na literatura.

Outra limitação é que o sistema não permite lidar com incertezas que o usuário tenha, ou seja, necessariamente terá de escolher entre as duas opções de cada pergunta na etapa da classificação. Hoje não há a possibilidade de pular algumas perguntas, e escolher quais perguntas responder, como o trabalho de Bittrich et al. (2011).

Um trabalho futuro é automatizar a construção das telas do sistema a partir de uma chave de classificação descrita utilizando um padrão de dados abertos para taxonomia (SDDCONTENTS, 2007; HAGEDORN et al., 2005). Outro caminho possível é permitir ao usuário responder às questões em outras ordens que não seja a padrão da chave, semelhante ao trabalho de Bittrich et al. (2011).

Referências

- ALBERTO, M. **Flutter: o que é e tudo sobre o framework**. 2023. Último acesso em: 20 de outubro de 2023. Disponível em: <<https://www.alura.com.br/artigos/flutter>>. Citado na página 28.
- ATHURALIYA, A. **The Easy Guide to Making a Dichotomous Key with Editable Examples**. 2022. Último acesso em: 31 de outubro de 2023. Disponível em: <<https://creately.com/guides/what-is-a-dichotomous-key/>>. Citado na página 5.
- ATTIGALA, L.; SILVA, N.; CLARK, L. Simple web-based interactive key development software (webikey) and an example key for kuruna (poaceae: Bambusoideae). **Applications in Plant Sciences**, v. 4, p. 1500128, 04 2016. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- BATSCHINSKI, G. **O que é Firebase ?** 2020. Último acesso em: 21 de junho de 2021. Disponível em: <<https://blog.back4app.com/pt/o-que-e-o-firebase/>>. Citado na página 29.
- BITTRICH, V. et al. An interactive key (lucid) for the identifying of the genera of seed plants from the ducke reserve, manaus, am, brazil. 2011. Citado 3 vezes nas páginas 21, 22 e 39.
- BUTT, C. Primary amebic meningoencephalitis. 1966. Citado na página 1.
- CALIXTO, P. H. M. et al. Aspectos biológicos das principais amebas de vida livre de importância médica. p. 1–6, 2014. Citado 6 vezes nas páginas 6, 7, 10, 11, 12 e 15.
- CARLESSO, A. M. Isolamento e identificação de amebas de vida livre potencialmente patogênicas em amostras de ambientes do hospital de clínicas de porto alegre-rs). p. 1–86, 2006. Citado na página 15.
- CARTER, R. Primary amoebic meningo-encephalitis. an appraisal of present knowledge. 1972. Citado na página 1.
- CDC, C. f. D. C. P. **Naegleria fowleri — Primary Amebic Meningoencephalitis (PAM) — Amebic Encephalitis**. 2022. Último acesso em: 13 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/parasites/naegleria/pathogen.html#:~:text=Naegleria%20fowleri%20trophozoites%20are%20found,are%20occasionally%20found%20in%20CSF.>> Citado 3 vezes nas páginas 8, 11 e 12.
- CRUZ, C. R. F. **Aplicativos para Dispositivos para Dispositivos Móveis nas Empresas**. 2019. Último acesso em: 05 de outubro de 2023. Disponível em: <<https://meuartigo.brasielcola.uol.com.br/informatica/aplicativos-para-dispositivos-moveis-nas-empresas.htm>>. Citado na página 15.
- DALLWITZ, M. J.; PAINE, T.; ZURCHER, E. Principles of interactive keys. 2018. Último acesso em: 31 de outubro de 2023. Disponível em: <<https://www.delta-intkey.com/www/interactivekeys.pdf>>. Citado na página 17.
- DESCOMPLICA. **Conceitos básicos em taxonomia**. 2022. Último acesso em: 05 de setembro de 2023. Disponível em: <<https://descomplica.com.br/blog/resumo-taxonomia-saude/>>. Citado na página 3.

DEVELOPERS. **Executar apps no Android Emulator**. 2023. Último acesso em: 20 de julho de 2023. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/run/emulator?hl=pt-br>>. Citado na página 29.

EXAME. **Brasil é um dos cinco países com maior número de smartphones, mostra ranking**. 2023. Último acesso em: 25 de novembro de 2023. Disponível em: <<https://exame.com/tecnologia/brasil-e-um-dos-cinco-paises-com-maior-numero-de-smartphone-mostra-ranking/>>. Citado na página 31.

FIEL, S.; SABLATNIG, R. Automated identification of treespecies from images of the bark, leavesor needles. 2010. Citado na página 6.

FIREBASE. **Firestore Realtime Database**. 2023. Último acesso em: 14 de fevereiro de 2024. Disponível em: <<https://firebase.google.com/docs/database?hl=pt-br>>. Citado na página 29.

FOWLER, M.; CARTER, R. Acute pyogenic meningitis probably due to acanthamoeba sp. 1965. Citado na página 1.

GABALDO, K. A. **Taxonomia**. 2009. Último acesso em: 15 de junho de 2021. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/biologia/taxonomia/>>. Citado na página 3.

GUEDES, M. **O que é Dart ?** 2020. Último acesso em: 20 de junho de 2021. Disponível em: <<https://www.treinaweb.com.br/blog/o-que-e-dart>>. Citado na página 28.

HAGEDORN, G. et al. The structured descriptive data (sdd) w3c-xml-schema, version 1.0. **Biodiversity Information Standards (TDWG)**, <http://www.tdwg.org/standards/116>, 2005. Citado na página 39.

HANASHIRO, A. **VS Code - O que é e por que você deve usar?** 2021. Último acesso em: 13 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://www.treinaweb.com.br/blog/vs-code-o-que-e-e-por-que-voce-deve-usar>>. Citado na página 29.

HARADA, E. **O que é o Android Studio, ferramenta criada para desenvolver apps mobile**. 2019. Último acesso em: 30 de junho de 2021. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/software/146361-o-android-studio-ferramenta-criada-desenvolver-apps-mobile.htm>>. Citado na página 28.

JAMERSON, M.; AZEVEDO, G. A. C. Bruno da R.; CABRAL, F. M. **Pathogenic Naegleria fowleri and non-pathogenic Naegleria lovaniensis exhibit differential adhesion to, and invasion of, extracellular matrix proteins**. 2012. Último acesso em: 20 de junho de 2021. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3352113/>>. Citado na página 9.

JANITSCHKE, K. et al. Animal model balamuthia mandrillaris. 1966. Citado na página 1.

MADEINWEB. **Qual a diferença entre App Mobile e Web?** 2019. Último acesso em: 10 de setembro de 2023. Disponível em: <<https://madeinweb.com.br/diferenca-app-mobile-web/>>. Citado na página 16.

MANAGEMENT, M. A. **Estrutura de Aplicativo**. 2021. Último acesso em: 10 de setembro de 2023. Disponível em: <<https://www.ibm.com/docs/pt-br/mam-saas/7.6.0.6?topic=applications-application-framework>>. Citado na página 16.

MARTINEZ, A. J. Free-living amoebas: Natural history, prevention, diagnosis, pathology, and treatment of disease. 1985. Citado na página 1.

MERRIAM-WEBSTER. **Polychotomous key**. 2023. Último acesso em: 25 de novembro de 2023. Disponível em: <<https://www.merriam-webster.com/dictionary/polychotomous%20key>>. Citado na página 5.

NEVES, D. Parasitologia humana. Elsevier, v. 11, p. 1–498, 2005. Citado na página 23.

NUNES, P. L. **O que sabemos sobre as amebas de vida livre até o momento ?** 2020. Último acesso em: 13 de dezembro de 2023. Disponível em: <<http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/refacer/article/view/4699/3315>>. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 7.

NUNES, T. **Chave de identificação botânica: dicas de uso**. 2019. Último acesso em: 10 de maio de 2021. Disponível em: <<https://pontobiologia.com.br/chave-identificacao-botanica/>>. Citado na página 2.

PACHECO, L. G.; MARTINS, A. V. A importância do estudo das amebas de vida livre. 2008. Citado na página 15.

PAGE, F. C. A new key to freshwater and soil gymnamoebae. p. 1–64, 1988. Citado 8 vezes nas páginas 12, 13, 14, 23, 24, 26, 27 e 39.

PARADIGMA, V. **Criador de chaves dicotômicas online**. 2024. Último acesso em: 14 de fevereiro de 2024. Disponível em: <<https://online.visual-paradigm.com/pt/diagrams/features/dichotomous-key-maker/>>. Citado na página 5.

PEREIRA, M. L. **CHAVE DE IDENTIFICAÇÃO INTERATIVA BASEADA EM CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS PARA O CERRADO DA FAZENDA DURATEX**. 2019. Último acesso em: 18 de junho de 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/29511/1/ChaveIdentificacaoInterativa.pdf>>. Citado na página 17.

PHYCOCOSM, M. **Naegleria gruberi v1.0**. 2010. Último acesso em: 15 de junho de 2021. Disponível em: <<https://mycocosm.jgi.doe.gov/Naegr1/Naegr1.home.html>>. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 9.

POSSAMAI, C. O. Classificação morfológica, genotipagem e avaliação da patogenicidade de isolados clínicos e ambientes de acanthamoeba em vitória e região metropolitana (es). p. 1–124, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 6 e 14.

RANKMYAPP. **App icon: saiba a importância dos ícones para ASO**. 2018. Último acesso em: 20 de agosto de 2021. Disponível em: <<https://rankmyapp.com/pt-br/app-icon-saiba-importancia-dos-icone-para-aso/#:~:text=Quando%20o%20usu%C3%A1rio%20entra%20em,app%20icon%20merece%20muita%20aten%C3%A7%C3%A3o.>> Citado na página 29.

SANTOS, V. S. d. **Classificação Biológica**. 2013. Último acesso em: 18 de junho de 2021. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/classificacao-biologica.htm>>. Citado na página 3.

SCHUSTER, F. L.; VISVESVARA, G. S. Free-living amoebae as opportunistic and non-opportunistic pathogens of humans and animals). 2004. Citado 2 vezes nas páginas 8 e 11.

SDDCONTENTS. **SDD Part 0: Introduction and Primer to the SDD Standard**. 2007. Último acesso em: 31 de outubro de 2023. Disponível em: <<https://sdd.tdwg.org/primer/>>. Citado na página 39.

SEO, S.-W.; OH, S.-H. A visual identification key to orchidaceae of korea. **Korean Journal of Plant Taxonomy**, v. 47, p. 124–131, 06 2017. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 21.

SIEMENSMA, F. **Genus Willaertia De Jonckheere, Dive, Pussard and Vickerman, 1984**. 2019. Último acesso em: 13 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://arcella.nl/genus-willaertia/>>. Citado na página 13.

SILVA, E. **Firestore: o que é e quando usar no desenvolvimento mobile ?** 2021. Último acesso em: 20 de junho de 2021. Disponível em: <<https://blog.geekhunter.com.br/firebase-o-que-e-e-quando-usar-no-desenvolvimento-mobile/>>. Citado na página 29.

SILVA, M. A.; ROSA, J. A. Isolamento de amebas de vida livre potencialmente patogênicas em poeira de hospitais. 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000200013>>. Citado na página 1.

SILVEIRA, F. **Chaves de Identificação**. 2017. Último acesso em: 10 de maio de 2021. Disponível em: <<https://sistematicabiologi.wixsite.com/sistematica/copia-natureza-dos-caracteres>>. Citado na página 4.

STEFANO, M.; UKOSICH, L.; AVIAN, M. Jellyweb: An interactive information system on scyphozoa, cubozoa and staurozoa. **ZooKeys**, v. 2016, p. 1–25, 02 2016. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 20.

TRABELSI, H. et al. Pathogenic free-living amoebae: epidemiology and clinical review). 2012. Citado na página 11.

VELAZQUEZ, J. D. C. **Caracterización bioquímica parcial de las proteasas de Acanthamoeba mauritaniensis**. 2013. Último acesso em: 13 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://repositorio.cinvestav.mx/bitstream/handle/cinvestav/1055/SSIT0012082.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Citado na página 10.