



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
***CAMPUS II* – ALAGOINHAS – BA**

CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

SHELLY DOS SANTOS SILVA

**FUNGOS LIQUENIZADOS: O QUE SABEMOS E COMO SÃO
ABORDADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS?**

ALAGOINHAS-BA

2022

SHELLY DOS SANTOS SILVA

**FUNGOS LIQUENIZADOS: O QUE SABEMOS E COMO SÃO
ABORDADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS?**

Monografia apresentada ao Colegiado de Licenciatura em Ciências
Biológicas da Universidade do Estado da Bahia - *Campus II*,
Alagoinhas-BA como requisito para a conclusão de curso.

Orientador: Prof. Me. Genivaldo Cruz Santos

ALAGOINHAS-BA

2022

SHELLY DOS SANTOS SILVA

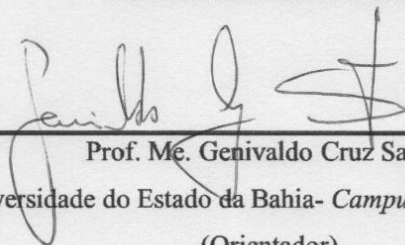
FUNGOS LIQUENIZADOS: O QUE SABEMOS E COMO SÃO ABORDADOS NOS LIVROS DIDÁTICOS?

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Exatas e da Terra- *Campus II*, da Universidade do Estado da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

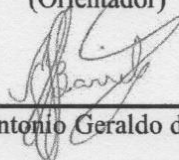
Data de aprovação: 13 de dezembro de 2022

Nota: 8,5

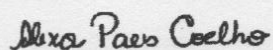
BANCA EXAMINADORA:



Prof. M^c. Genivaldo Cruz Santos
Universidade do Estado da Bahia- *Campus II*- Alagoinhas
(Orientador)



Prof. M^c. Antonio Geraldo da Silva Sá Barreto
Universidade do Estado da Bahia- *Campus II*- Alagoinhas



Prof. Dr.^a Alexa Araujo de Oliveira Paes Coelho
Universidade do Estado da Bahia- *Campus II*- Alagoinhas

*A Deus e aos meus familiares por me
ajudarem a trilhar o caminho, para esse
tão sonhado momento.*

AGRADECIMENTOS

Ao todo Poderoso e Grande Deus, por permitir esse momento ímpar.

Aos meus pais Jozelia dos Santos e Eliomar de Jesus Silva, e irmãos Charlisson e Andrei.

A minha família, por vibrar pela minha felicidade, por chorar comigo na aprovação do vestibular, pelo incentivo e ajuda, direta ou indiretamente, para minha permanência na universidade.

Aos meus amigos e colegas, especialmente Isadora Alves companheira de TCC, onde foi mútua a troca de ajuda, encorajamento para não desistir no meio do caminho.

Ao orientador professor Genivaldo Cruz Santos, que aceitou mais esse desafio na aventura que é sua vida, sempre aberto a conselhos e puxões de orelha, explicações, sugestões de evolução e busca pelo conhecimento sem exceção.

A Universidade do Estado da Bahia, o período passado aqui não se comparara a nenhum outro. São experiências únicas, aprendizados para toda a vida e amizades além dessa instituição.

“Porque para DEUS nada é impossível.” (Lc 1.37)

RESUMO

Os fungos são organismos primordiais na área social, ecológica e econômica. Sendo encontrados em diversos ambientes, porém com poucos estudos e espécies descritas, o que limita o conhecimento sobre esse grupo, que obteve o reconhecimento de suas singularidades tardiamente. Desse modo, o entendimento sobre a micologia foi afetado, incluindo os fungos liquenizados, que são resultados de um processo simbiótico entre um fungo (micobionte) e algas ou cianobactérias (fotobionte) e atualmente representam em torno de 20% de todas as espécies de fungos já conhecidas. Os líquens apresentam uma ampla diversidade apesar de pouca investigação e identificação, o que impulsiona a busca e divulgação sobre sua importância tanto para o meio acadêmico, ensino básico e a comunidade. Essa monografia tem por objetivo inteirar-se sobre os líquens, num processo de revisão de literatura, localizando os estudos realizados no Brasil, além de analisar como são abordados no livro didático. No processo de coletas dos dados, fica explícito que o nosso país não desenvolve muitas pesquisas a respeito do grupo e principalmente, que os poucos levantamentos ocorrem, em maioria, nas regiões Sul e Sudeste, sendo comum encontrar resultados próximo de um mesmo tema gerador, o biomonitoramento do ar e indicadores ecológicos, um campo em há maior verificação, visto que, os líquens são sensíveis a determinados poluentes. Com a verificação dos dados é perceptível a necessidade de pesquisadores que explorem mais áreas de estudos, principalmente nas demais regiões do Brasil, além de mudanças nos livros didáticos, de modo a trazer a abordagem para a realidade do estudante, o qual oportunizaria a popularização para os demais públicos.

Palavras-chave: Diversidade. Ecologia. Ensino. Líquen. Reino.

ABSTRACT

Fungi are primordial organisms in the social, ecological and economic areas. Being found in several environments, but with few studies and species described, which limits the knowledge about this group, which obtained the recognition of its singularities late. Thus, understanding of mycology was affected, including liquenched fungi, which are the result of a symbiotic process between a fungus (mycobiont) and algae or cyanobacteria (photobiont) and currently represent around 20% of all known fungal species. Lichens have a wide diversity despite little research and identification, which drives the search and dissemination on their importance both for academia, basic education and the community. This monograph aims to learn about lichens, in a literature review process, locating the studies conducted in Brazil, in addition to analyzing how they are approached in the textbook. In the data collection process, it is explicit that our country does not develop much research on the group and especially, that the few surveys occur, mostly, in the South and Southeast regions, being common to find results close to the same theme generator, air biomonitoring and ecological indicators, a field in the south and southeast, being common to find results close to the same generating theme, air biomonitoring and ecological indicators, a field in the south and southeast, lichens are sensitive to certain pollutants. With the verification of the data, it is noticeable the need for researchers who explore more areas of study, especially in other regions of Brazil, in addition to changes in textbooks, in order to bring the approach to the reality of the student, which would provide opportunities for popularization for other audiences.

Keywords: Diversity. Ecology. Teaching. Lichen. Kingdom.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 CLASSIFICAÇÃO E MORFOLOGIA DOS LIQUENS.....	14
2.2 RELAÇÕES ECOLÓGICA E MEIO AMBIENTE	20
2.3 BIOTECNOLOGIA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	22
2.4 ABORDAGEM EM LIVROS DIDÁTICOS	22
3 METODOLOGIA.....	25
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	25
3.2 COLETA DE DADOS	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Os fungos são organismos diversos, encontrados em praticamente todos os ambientes, com cerca de 99 mil espécies de fungos foram descritas (KIRK *et al.*, 2008) porém com apenas 6,6%, porém estimativas sugerem que haja cerca de 1.500.000 de espécies no reino (HAWKSWORTH, 2001; KIRK *et al.*, 2001), o que significa que menos de 10% da diversidade total desses organismos é conhecida.

Em 1969, o grupo dos fungos foi reconhecido como reino com base, na sua morfologia e modo de nutrição por Whittaker (1969), sendo criado o reino Fungi. Por conseguinte, foi proposto por Carl Woese em 1990 o agrupamento dos cinco reinos que foram descritos por Whittaker em três domínios: Archea, Bactéria e Eukaria, desse modo o reino Fungi está inserido no domínio Eukaria, que engloba os eucariontes, portanto se trata de organismos heterotróficos, eucarióticos.

Atualmente, o reino Fungi está dividido em quatro principais grupos: Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota e Chytridiomycota. Das poucas espécies descritas, 75% compreendem o filo Ascomycota, o maior grupo do reino, representados como saprófitos, parasitas ou em associação mutualística formando os líquens, embora também existam basidiomicetos e deuteromicetos liquenizados.

Os líquens são resultados de associações simbióticas entre algas e fungos, processo esse denominado de liquenização, uma relação simbiótica em que um fungo (micobionte), propicia um ambiente adequado para uma alga ou cianobactérias (fotobionte) com o entrelaçar de suas hifas, e a alga ou cianobactérias oferece ao fungo substâncias orgânicas produzidas pela via fotossintética.

Apesar desse conceito há uma dificuldade em se definir os líquens, pois sua estrutura (alga e fungo) não constitui um grupo taxonômico, portanto não podem ser definidos como na taxonomia. Mesmo com esse diferencial, essa é uma conceituação curta que não abrange todas as cerca de 20 mil espécies de líquens que já são conhecidas (AHMADJIAN, 1993), o que representa cerca de 20% das espécies de fungos conhecidos, segundo os autores Webster e Weber (2007) que estão amplamente distribuídos no ambiente terrestre até desertos e polos que são ambientes inóspitos, além de crescer em diferentes substratos (NASH, 2008).

As atividades liquênicas são de proeminente valia para o contexto da sociedade, em conjunto com os musgos e cianobactérias, os líquens desenvolvem um papel de colonizadores nos substratos no qual os seres vivos estão ausentes, onde na sucessão ecológica, os líquens dão origem ao estágio pioneiro da comunidade já que, se desenvolvem sobre um substrato nu como rochas, se instalando no ambiente e o modificando. Nessa circunstância os líquens são as espécies pioneiras, já que “preparam o terreno” para outros seres, como animais e plantas para que possam se acomodar e formar comunidades.

Os fungos de maneira geral são pouco conhecidos e divulgados, tanto em meios científicos como também para a população, normalmente as espécies que não são descritas, se encontram em áreas ou habitats pouco explorados. Entre o meio científico há poucos levantamentos de dados sobre a presença dos fungos liquenizados, em todas as regiões do Brasil, principalmente na região Nordeste.

Há na sociedade a propagação de muitos mitos a respeito dos fungos e essa difusão rompe o caminho da informação sobre a sua importância e “aplicações práticas” para a população. Apesar da negligência para com essa diversidade, os líquens têm uma notável importância para a sociedade como um todo, em diferentes aspectos desde atividades antibióticas e antitumorais, indústrias de cosméticos e na datação de determinados substratos (liquenometria), todavia a sua maior aplicação ocorre no biomonitoramento da qualidade do ar, em decorrência das várias espécies que são sensíveis aos poluentes.

Existe uma grande variedade de espécies, porém poucas pesquisas de modo geral sobre o reino, em destaque para a área liquênica, todavia essas identificações são de enorme relevância porque indicam cada vez mais a sua amplitude em diversidade, permitindo desse modo compreender as relações dos líquens com as aplicações para a sociedade.

É válido ressaltar que a busca por esses materiais é preocupante, pois existe um banco de dados reduzidos sobre os fungos. Após os resultados é esperado obter um levantamento que ofereça o conhecimento desses fungos ao país, como também compreender quais são as carências que ocorrem no ensino básico concernente à abordagem do assunto nas séries propícias, fazendo um paralelo com o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia-*campus II*.

O presente estudo teve como objetivo, de fazer um o levantamento do conhecimento sobre os fungos liquenizados a partir de uma revisão de literatura, num estudo de modo qualitativo, com coletas de materiais bibliográficos que oportuniza essa busca, e análise de livros didáticos que abordem o conteúdo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O reino Fungi, por muito tempo, foi categorizado dentro do reino Plantae, sendo reconhecido como uma divisão no ano de 1969, quando observou-se singularidades nos organismos desse grupo. Indivíduos eucarióticos com nutrição do modo de absorção, que vivem como parasita, sapróbios e simbiontes. Numa classificação recente baseada em estudos filogenéticos é proposto por um grupo de especialistas em micologia, os fungos “verdadeiros” (*stricto sensu*) que são distribuídos em sete filos: Chytridiomycota, Blastocladiomycota, Neocallimastigomycota, Microsporidia, Glomeromycota, Ascomycota e Basidiomycota. Também sendo considerados dez subfilos, trinta e cinco classes, doze subclasses e cento e vinte e nove ordens (HIBBETT *et al.*, 2007).

Da diversidade de fungos descritos no mundo, segundo Lewinsohn e Prado (2006) cerca de 13.800 espécies foram encontradas no Brasil, numa aproximação de 14% do total de espécies identificadas, porém é válido alertar que nesses resultados pode haver distorção, levando em consideração que não havia controle sobre os organismos já identificados.

Considerando essa pequena parcela de fungos descritos, podemos abordar uma fração de 20% desses organismos que se encontram na natureza num processo denominado liquenização, simbioticamente numa associação a algas ou cianobactérias. A Associação Internacional de Liquenologia (IAL) define os líquens como “uma associação de caráter permanente entre um fungo e um componente fotossintético do qual resulta um talo estável” (NIMIS *et al.*, 2000).

Corroborando com essa definição Sipman (2001) e Aproot (2001) descreve como líquen, a estrutura biológica que é resultante da liquenização, a associação simbiótica. Sendo caracterizado e diferenciado pela formação do talo que fica exposto na superfície, longevidade, corpos de frutificação e baixa taxa de crescimento.

Segundo Hawksworth *et al.* (2005) e Lemos *et al.* (2007), os líquens constituem um grupo altamente diversificado e com distintas funções nos ecossistemas, sendo considerados pioneiros na colonização de ambientes, tendo apenas 8% da vegetação dominante na superfície terrestre (HALE, 1983). Além de serem organismos antigos, em que alguns autores consideram sua existência desde o período Devoniano ou Cenozóico.

De acordo com Marcelli (2006) e Nash (2008), grande número dos fungos líquênicos (98%) são constituídos por ascomicetes, e 46 % dos ascomicetes são liquenizados. E os 2% restantes são basidiomicetes, e uma pouca porcentagem dos micobiontes são deuteromicetes.

Os líquens são organismos simbiotes, constituídos por um fotobionte e micobionte (um ou mais fungos) resultando em um talo (VALENCIA e CEBALLOS, 2002; SPRIBILLE *et al.*, 2016). Os fotobiontes que participam da associação podem ser do grupo das clorofíceas (algas verdes unicelulares) ou cianobactérias (de cor verde azulada) (VALENCIA e CEBALLOS, 2002), que são comumente encontradas em caules e folhas de plantas, no solo, rochas ou poças d'água. Por esse motivo não se faz necessário que os fungos liquenizados realizem a decomposição da matéria orgânica, uma vez que o fotobionte oferece o alimento, sendo primordial a presença de luz, dessa maneira os líquens são vistos crescendo sobre o substrato.

De maneira mais simples o líquen é um fungo que cultiva fotobiontes entre as hifas do micélio, ou seja, uma simbiose em que será encontrada de tipos variados, pois alguns especialistas discutem que há variação desde o parasitismo até o mutualismo estrito, levando em consideração o grupo de fungos e algas ou cianobactérias envolvidos, podendo ser chamado de inabitante, o organismo que vive no interior ou exabitante, aquele organismo que contém o outro.

A liquenização aparenta ser um processo altamente vantajoso para os fungos, acreditando se tratar de um evento que apareceu várias vezes, em momentos e grupos taxonômicos diferentes na evolução do reino Fungi, que recentemente proposto por Kuhar *et al.* (2018) o termo FUNGA, para melhor designar essa comunidade, ficando igualmente aos termos de animais e plantas (fauna e flora).

2.1 CLASSIFICAÇÃO E MORFOLOGIA DOS LIQUENS

Crespo *et al.* 2006, considera a liquenização como uma estratégia nutricional dos fungos, como também o saprofitismo ou parasitismo, sendo complementado por Hawksworth e Hill (1984) que afirmam que o líquen é um fungo mesmo que associado permanentemente a outro organismo (cianobactérias). Desse modo, de acordo com o Código Internacional de Nomenclatura Botânica, a classificação dos liquens está enquadrada na sistemática dos fungos, com o nome científico correspondendo ao do micobionte (Crespo *et al.* 2006; Marcelli 2006), porém nem sempre houve esse pensamento com relação aos liquens.

Em meio ao século XVIII, por serem encontrados expostos à luz e apresentarem uma coloração numa tonalidade verde, fez com que fossem considerados pertencentes às algas e briófitas, sendo considerado um tipo de vegetal. No entanto, no século seguinte existiam autores que defendiam a ideia de não haver motivos para separar os liquens dos demais fungos.

Um desses defensores foi Edvard August Vainio, considerado o Pai da Liquenologia Brasileira, tendo uma de suas obras registradas no Brasil, num trabalho de doutorado sobre os liquens do país. Dentro de todo um estudo sobre a sistemática do grupo, é possível notar que há uma complexidade na tentativa de estabelecer uma classificação durável sobre os fungos liquenizados, levando em consideração sua estrutura morfológica e anatômica que são características importantes para a taxonomia, quanto à diferenciação das espécies.

Com o avanço da ciência em tecnologia e pesquisas, fica ainda mais dificultoso haver uma organização do grupo, pois famílias novas são criadas ou desfeitas, ou em algumas vezes ocorre à transferência de ordem. Ainda encontra-se uma defasagem grande com relação ao número de gêneros e espécies no Brasil, em que não se têm dados além dos originais relatados no século XX, e muito menos sua posição taxonômica, além disso, também podemos acrescentar as espécies que ainda não foram descritas.

Segundo Crespo *et al.* (2006) e Eriksson (2002), a sistemática e classificação dos liquens norteiam-se pelos caracteres do micobionte, pois os liquens são integrados no sistema de classificação dos fungos. Para Ahmadjian (1967) e Nash (2008), a definição ocorre pela observação e identificação de seus aspectos morfológicos, estruturais e bioquímicos, padrão de crescimento e formas de organização, dados moleculares, caracteres geográficos e ecológicos, principalmente da parte reprodutiva do fungo na associação, uma vez que os fotobiontes não apresentam seus modos comuns de reprodução quando associados aos

micobiontes, outra singularidade é a quimiotaxonomia (constituição química em compostos liquênicos).

Em associação liquênica Hale (1983) complementa que, fungo e fotobionte somente podem ser reconhecidos quando o talo for seccionado e analisado no microscópio eletrônico ou de luz. Outra característica que possibilita a distinção dos fungos liquenizados aos demais, é a condição das hifas (figura 1), quando em cultura as hifas dos fungos são septadas possuindo poros comuns por onde ocorre a comunicação citoplasmática entre células adjacentes. Entretanto, quando analisadas em simbiose as hifas apresentam-se de acordo com

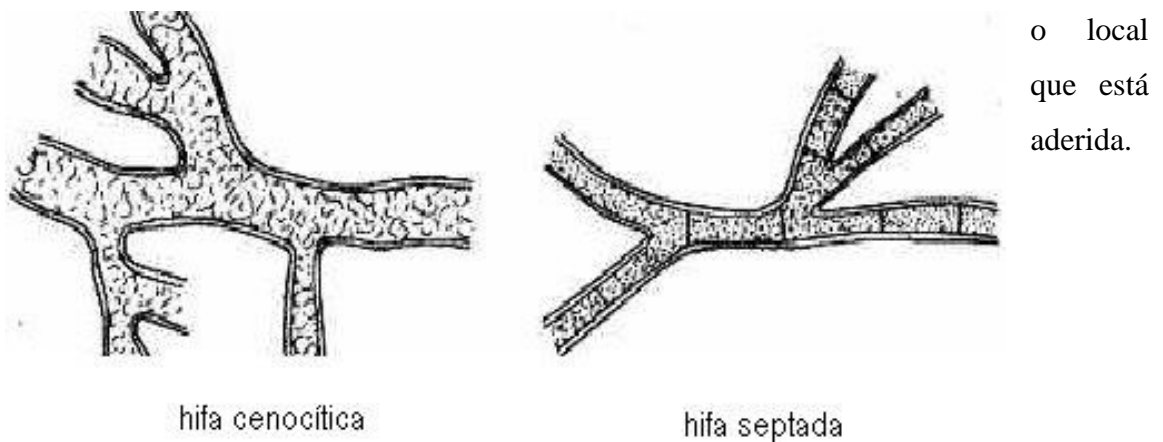


Figura 1. Tipo de hifas

Morfologicamente o corpo do líquen, ou seja, o conjunto de fungo e alga, é tradicionalmente intitulado de talo o qual se manifesta sob muitos fatores sendo singulares para cada espécie. Quando os fungos liquenizados são portadores de algas verdes, podemos observar os talos em sua maioria com a coloração entre o branco e o cinza, com algum tom verde por conta da clorofila, no caso de umidade, as células do micobionte ficam úmidas e transparentes, fazendo com que o talo adquira uma coloração viva.

Ainda existem outras cores básicas desse grupo, como as variações do preto, cinza-chumbo e marrom a exemplo da *Sticta tomentosa* (figura 2), que vão ocorrer quando portam cianobactérias. Além disso, são vistas sobre o corpo liquênico algumas colorações interpretadas

como defesa de ambiente em que a clorofila, talo ou parte, cores como amarelo, da *rubrocincta* encontrado méxicos no Brasil.



contra o exagero luminosidade no que se encontram o poderiam degradar nessas situações o acaba adquirindo vermelho,laranja e como o exemplo *Cryptothecia* (figura 3) bastante em ambientes



Figura 2. *Sticta tomentosa* (Chile)



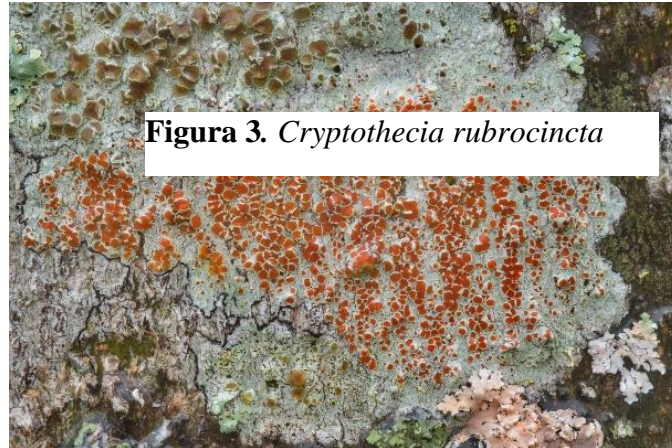


Figura 3. *Cryptothecia rubrocincta*

Esse base em Kaffer classificado forma de diverso que está

local que colonizam, os aspectos (hábitos) são típicos para cada espécie e largamente utilizado nas descrições.

de hábitos do crostoso ou esquamuloso, fruticoso, exibido nas



Figura 4. *Haematoma* (crostoso)

talo liquênico, com (2005) pode ser com relação a sua crescimento de modo correlacionado com o

Os principais tipos talo liquênico, são: crustáceo, fólios ou foliáceo, filamentosos, como imagens de 4 a 8.



Figura 6. *Normandina* (esquamuloso)

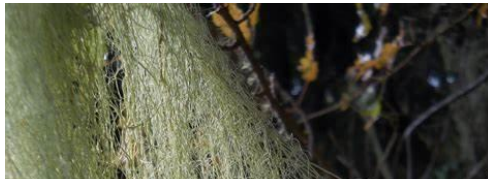


Figura 6. *Normandina* (esquamuloso)



Figura 7. *Parmotrema tinctorum* (foliáceo)



Figura 8. *Usnea* (fruticoso)

Diante do exposto podemos perceber que há uma dificuldade, em estabelecer uma classificação e organização perene sobre os fungos liquenizados, principalmente nos livros didáticos, desse modo foram analisados dois LDs (livros didáticos).

Quando estes são analisados, como por exemplo o livro Bio volume 2, para a segunda série do ensino médio de Sônia Lopes e Sergio Rosso, é notório que o conteúdo é pouco abordado de modo geral, fazendo um “recorte” do capítulo observamos quanto os líquens são explicados em poucos parágrafos, o qual não é concernente com esse grupo.

Do mesmo modo o livro Biologia- Os seres vivos, destinado ao segundo ano nível médio de Vivian L. Mendonça, também resume as informações sobre os líquens, apresentando-os em apenas uma folha do capítulo.

Apesar da classificação desses organismos ser dificultosa, os LDs não apresentam, ou citam algum viés sobre esse aspecto, a observação morfológica que também pode ser utilizada para esse critério como citam Ahmadjian (1967) e Nash (2008) não é explicada, dessa forma o tema é exibido de forma rasa e simplista.

Observamos que com o avançar do tempo, os livros didáticos foram constituindo-se como um recurso pedagógico norteador na sala de aula, o que segundo Lajolo (1996, p.4) faz com que o livro acabe deliberando os conteúdos e estratégias de ensino. Porém é preciso que haja outro suporte para o ensino, pois nem sempre esse recurso oferecerá uma explanação,

completa aos estudantes, entretanto é válido ressaltar que a falta de pesquisas sobre liquenização contribui para esse fator, além de recursos didático diversificados.

2.2 RELAÇÕES ECOLÓGICA E MEIO AMBIENTE

Segundo Brodo *et al.* 2001, os líquens são organismos que dispõem uma longa estimativa de vida, sendo encontrados em diversos substratos e ambientes, podendo aderir-se sobre rochas ou folhas, no solo, como também em troncos e ramificações. Com base nessas características podemos entender que a contribuição desse grupo não é algo de registro atual, mas se iniciou no século XIX, quando se passou a utilizar seres vivos como instrumento auxiliar na percepção de mudanças na qualidade ambiental, o que é denominado de biomonitoramento, segundo Carneiro (2004). A partir dessas análises os líquens passaram a ser manuseados na área ambiental como indicadores, o que resultou em várias pesquisas que visavam o monitoramento ambiental, desde a necessidade de avaliar a qualidade de localidades florestais ou o ar em ambientes industriais e urbanos.

Conforme Fellenberg (1980) os líquens são organismos que oferecem de modo válido resultados seguros para as pesquisas sobre contaminação atmosférica, pois são sensíveis aos fatores poluentes, uma vez que o biomonitoramento embasa-se no comportamento dos seres vivos sob a influência das modificações ambientais, como afirma Carneiro (2004). Igualmente com os autores já citados, Gonçalves *et al.* (2007) reitera que os líquens como associação simbiótica permite a percepção da condição do ambiente com análises precoces, mesmo com ação humana e as poluições, e quando os danos ainda não são evidentes. Moreira *et al.* (2017) aponta que:

O método de análise utilizando de observação e quantificação de líquens como bioindicadores é simples, de baixo custo e de resultado rápido, mostrando os impactos ambientais e auxiliando na possível identificação e diagnóstico das possíveis causas e efeitos estressores, obtendo assim, uma resposta biológica. Por esse método de observação da ocorrência de líquens é possível avaliar a efetividade das ações mitigadoras e até mesmo propor soluções para minimizar os impactos ambientais (MOREIRA *et al.*, 2017, p. 198).

Algumas características como as variáveis do microclima, como precipitação, intensidade de luz, umidade, ventos e qualidade do ar apresentam-se como importantes fatores

da colonização e biodiversidade dos líquens (FORBES, 2015), o pH do substrato, ação antrópica, altitude, clima e outros fatores, contribuem para que os líquens sejam um grupo altamente diversificado e com distintas funções nos ecossistemas, sendo considerados pioneiros na colonização de ambientes (HAWKSWORTH *et al.*, 2005; LEMOS *et al.*, 2007), por crescerem em diferentes tipos de substratos, tanto substratos naturais, como rochas, árvores, solos, madeira e folhas, quanto antropogênicos, como borracha, plásticos, vidros, minerais, cerâmicas e tijolos.

De acordo com os autores Curtis *et al* (2005) e Cornelissen *et al* (2007), os líquens desempenham um importante papel nas funções ecológicas, nos ciclos biogeoquímicos e depósitos de carbono e nitrogênio. Uma característica muito peculiar da biologia dos líquens é que eles são organismos perenes, ou seja, possuem um crescimento vagaroso, de cerca de milímetros a poucos centímetros por ano, além de manterem sua morfologia uniforme ao longo do tempo, algumas espécies podem sobreviver até 100 anos (HONEGGER, 2008).

Os líquens apresentam-se em diversas utilidades, em atividades antibióticas e antitumorais, na indústria de cosméticos, datação de determinados substratos (liquenometria), monitoramento do aquecimento global, ocasionando a ciclagem de nutrientes, contudo a maior aplicação no biomonitoramento da qualidade do ar. Visto que houve um aumento nos últimos anos da poluição atmosférica, o uso de bioindicadores como os líquens, organismos sensíveis a vários poluentes, permitem investigar a qualidade do ar.

No Brasil, os trabalhos realizados sobre os fungos liquenizados são bastante escassos. Das cinco regiões brasileiras, destacam-se apenas duas: sudeste e sul, em que ocorre algum tipo de estudo ou pesquisa com o grupo, entretanto isso não significa a ausência de investigações nas demais regiões, apenas que, os trabalhos realizados são considerados poucos, quando analisados com as duas regiões. Na região sudeste, estão sendo efetivadas pesquisas relacionadas à diversidade de fungos liquenizados (MARCELLI *et al.*, 2011), levando em consideração que as modificações ocorridas nas áreas influenciam a biodiversidade. Em paralelo, na região sul também está sendo estudada a diversidade de líquens de hábitos foliosos e crostosos.

Conforme Cáceres (2007), atualmente no Brasil as pesquisas desenvolvidas sobre ecologia e diversidade do grupo liquênico, encontram-se apenas nas regiões Sul e Sudeste, fora dessas regiões, são poucos os trabalhos desempenhados com a comunidade liquênica, fator que é atrelado à falta de profissionais na área, acarretando uma proporção desigual no meio científico como os grupos pesquisados e as regiões investigadas.

Outra análise que podemos fazer sobre os estudos dos líquens no Brasil, é alguns poucos trabalhos realizados na área de biomonitoramento da qualidade do ar. Dentro desse viés podemos observar um maior número de pesquisas correlacionadas, sendo coletas de campo ou revisão de literatura, ainda sendo dominado pelas duas regiões já citadas e poucos trabalhos realizados na região Nordeste.

2.3 BIOTECNOLOGIA E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A biotecnologia trata-se do estudo e desenvolvimento de técnicas envolvendo organismos vivos que tem por intuito ajustar ou melhorá-los fisiológica e morfológicamente, seja para aumentar a produtividade, adaptação ou resistência a fatores ambientais. Condizendo com as tecnologias limpas, preservação de espécies de utilidade econômica, os líquens estão sendo utilizados largamente.

A partir de substâncias obtidas dos líquens, o interesse biotecnológico aumentou de maneira considerável, principalmente na indústria farmacológica e química de produtos naturais. No entanto a utilização dos fungos liquenizados para proveito humano, não é algo novo, Smith (1921) reconheceu uma espécie do gênero *Usnea* como de uso comum para tingimento de lã e seda.

Os autores Filho e Rizzini (1976) citam registros do Egito, na utilização dos líquens com finalidades terapêuticas e médicas, como a espécie *Evernia furfuracea* usada no combate a doenças pulmonares. No Brasil, houve registro da utilização da *Cladonia sanguinea* no tratamento de aftas em crianças, registro feito no estado de Minas Gerais. Com outras finalidades, as substâncias com propriedades antibióticas estão destacando-se, o que se iniciou em 1843 com Rochleder e Heldt, com o isolamento do ácido úsnico da espécie *Usnea barbata* (Filho e Rizzini, 1976), composto que é encontrado em diversas espécies.

2.4 ABORDAGEM EM LIVROS DIDÁTICOS

Segundo Zabala (1998), a prática de educar é orientada através do questionamento sobre o que deve ser ensinado e o motivo para educar. Nesse contexto, existe a necessidade de refletir a arte de ensinar e a capacidade desenvolvida pelo educando, o que é primordial para

definir os conteúdos de aprendizagem necessários para formação do estudante, e decidir metas para alcançar esse objetivo, o que segundo Coll (1998) é um pilar indispensável.

Em concordância com o objetivo de educar, Zabala (1998) complementa que os conteúdos de aprendizagem são “todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social”, ultrapassando a ideia de apenas ser cumprida uma lista de assuntos que devem ser aprendidos pelos estudantes, o que muitas vezes ocorre principalmente quando o livro didático é seguido à risca.

Como recurso mais difundido no currículo escolar, o LD apresenta os conteúdos selecionados para serem abordados pelo professor. Em alguns contextos e realidades escolares, o livro didático ainda é o único recurso de ensino, tendo uma função central nos processos pedagógicos na educação básica, conforme afirma Batista *et al.* (2010), muitas vezes este é o único recurso base para professores e alunos, mesmo com o avanço da tecnologia o que ainda não é uma realidade coletiva.

Desde 1929 o livro didático está inserido no contexto educacional do Brasil, com a criação por parte do Estado, do Instituto Nacional do Livro (INL), porém apenas em 1985 por meio de um decreto, a utilização do LD foi regulamentado sendo implementado o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), atualmente ainda é responsável pelos LDs, cabendo aos professores escolherem dentre as obras selecionadas, entretanto nem sempre o livro escolhido pelo docente, é recebido para trabalhar na sala de aula (TAGLIANI, 2009).

Dada à significância do LD vários autores dedicam-se a analisar os conteúdos, abordagem e qualidade dos assuntos (XAVIER *et al.*, 2006), tomando por fundamento a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) documento normativo da educação no Brasil para o desenvolvimento dos LDs. Na área biológica há inúmeros trabalhos dentro de estudos temáticos como vírus (BATSITA; CUNHA; CÂNDIDO, 2010), filogenia (LOPES; VASCONCELOS, 2012), fungos (ROSA; MOHR, 2010) entre outros.

Utilizando-se da BNCC especificamente em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, percebemos a distribuição de competências e habilidades atribuídas a cada etapa da educação básica. De maneira geral ao estudante do ensino médio é exigida a habilidade EM13CNT202

“analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros)” (BRASIL, 2018)

podendo interpretar dessa forma a inserção do conhecimento sobre os fungos liquenizados existentes.

Mesmo com uma extensa literatura, é notável uma deficiência no âmbito de alguns campos da biologia, o que acaba por gerar uma pendência de novos temas que precisam ser revistos, com o propósito de diminuir a difusão de informações inadequadas na educação básica. Incluso nessa área, a micologia (estudos dos fungos) é um campo pouco abordada segundo Silva e Bastos (2010), mesmo quando esses organismos estão relacionados no cotidiano da população. Sendo importante compreender que ainda não foi descrito um estudo em que aborde uma análise sobre os fungos liquenizados nos livros didáticos do ensino médio.

Diante da relevância do LD para a educação, o livro didático digital da coleção BIO volume 2 dos autores Sônia Lopes e Sergio Rosso, da editora Saraiva ano 2016, foi usado para análise da abordagem do conteúdo líquens, bem como o livro Biologia- os seres vivos da autoria de Vivian L. Mendonça, editora AJS ano 2016.

Desse modo foi realizada uma leitura minuciosa do capítulo que aborda o conteúdo, utilizando como critério as informações acerca da classificação, definição e organização morfológica.

O livro Bio volume 2 apresenta apenas um capítulo sobre o reino Fungi, com 11 páginas incluindo as atividades propostas. Nesse pequeno resumo sobre o reino, os líquens são descritos em apenas metade da folha, com poucos parágrafos, o que não contempla a diversidade dos fungos liquenizados. Apesar da pequena exposição, traz informações como definição, reprodução, importância econômica, ecologia e habitats porém não especifica os tipos, como também a classificação e morfologia.

Igualmente o livro Biologia- os seres vivos que aborda o reino Fungi, em apenas um capítulo e 10 páginas incluindo leitura complementar e atividades propostas. De maneira geral, esse livro traz mais detalhes sobre os fungos, porém ao analisar sobre a liquenização é notório que há poucos informes, sobre classificação, onde pode ser encontrado e o processo de associação dos líquens.

Através das pesquisas feitas é possível entender que todas as peculiaridades desse grupo, torna a explicação duradoura num desafio, principalmente nos livros didáticos e para a população. Embora essenciais e imprescindíveis em determinadas situações do cotidiano, vemos que não existe uma linguagem popular para o público leigo, tomando por corroboração

que o conhecimento sobre o assunto é apenas o “bolor” nos alimentos, pois este público não é alcançado por essas informações.

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Esse trabalho de conclusão de curso compõe-se de uma análise qualitativa, num modo de revisão de literatura sobre os fungos liquenizados. Mediante uma observação dos assuntos abordados no ambiente acadêmico, foi vista a necessidade de conhecer mais sobre o Reino Fungi, pois se tratando de um curso em Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade do Estado da Bahia- *Campus II*, foi notório a pouca carga horária destinada a tais organismos.

Partindo desse pressuposto foi preciso buscar ampliar esse conhecimento sobre um grupo tão presente no cotidiano da população, o que torna ainda mais indispensável a divulgação acerca dos líquens. Colaborando para essa situação, as poucas pesquisas e investigações na área, tardou o levantamento de dados, identificação de espécies e estabelecimento de uma classificação perene.

Para o desenvolvimento desse trabalho foi considerado a abordagem do conteúdo no livro didático, buscando entender como os líquens são descritos para os estudantes, uma vez que o LD continua sendo a ferramenta mais utilizada no ensino.

3.2 COLETA DE DADOS

Os materiais necessários para descrever o conteúdo, foram em sua maioria artigos de publicação acadêmica ou revista científica, monografias, teses e livro didático. A busca por materiais aconteceu em plataformas como SciELO, Scribd, sites direcionados ao estudo dos fungos (Micologia), que contemplem autores que contribuam para o estudo. Sendo uma pesquisa descritiva, para aprofundar o conhecimento sobre os líquens, apresentando a forma e análises, mas recentes. Da mesma forma os livros didáticos: Bio volume 2, dos autores Sônia Lopes e Sergio Rosso, editora Saraiva e Biologia- os seres vivos, da autora Vivian L. Mendonça, ambos destinados ao segundo ano do ensino médio, e do ano de 2016, foram

analisados, buscando comparar a abordagem do conteúdo em ambos os materiais. Esse material didático, é destinado ao segundo ano do ensino médio na modalidade regular, e por ser observado que os livros desses autores são os mais utilizados, principalmente na instituição pública, foi considerável utilizá-lo para essa verificação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de fazer parte do cotidiano da população, o Reino Fungi é pouco popularizado, quando comparado aos animais e plantas. Este é um grupo amplamente diversificado, encontrado em vários ambientes e diversas aplicações desde decompositores, indústrias de bebidas e laticínios, alimentos, mas também trazem prejuízos como as micoses, infecções causadas por algumas espécies.

O presente trabalho procurou compreender a importância e o nível de conhecimento sobre os fungos, de maneira mais enfática os fungos liquenizados. Visto que em um curso de licenciatura plena em ciências biológicas da Universidade do Estado da Bahia- *campus II*, existem diversas ramificações para entender o campo da botânica, zoologia, genética dentre outros, porém para a abordagem dos fungos a composição é de apenas um componente curricular, o que não deve ser considerado suficiente para compreender um vasto grupo de organismos.

Diante do exposto fez-se necessário buscar conhecer os fungos liquenizados, que estão presentes no contexto da sociedade de várias formas e aplicabilidade. Utilizando-se de uma revisão de literatura como base para entender esses organismos, bem como a posição do Brasil quanto aos estudos realizados na área e a abordagem do livro didático no ensino básico.

Abordando fatores relevantes quanto ao conhecimento dos líquens, como a classificação e morfologia, fica evidente a necessidade de uma contínua pesquisa nesse grupo, pois foi possível perceber a complexidade de estabelecer uma organização líquênica. Mesmo após 1969 quando Whittaker reconheceu os fungos como Reino Fungi, com base na morfologia e modo de nutrição.

Perante a importância e relevância desse grupo para o meio acadêmico e população, as pesquisas e informações conhecidas são consideradas mínimas, colaborando para a hipótese inicial, sobre poucos resultados nos bancos de dados. Podemos atrelar essa situação a diversos fatores, como poucos pesquisadores no campo na liquenologia, insuficiência de

veiculação desse reino, exposição rasa nos livros didáticos e a dificuldade de encontrar materiais acadêmicos que subsidiem esse conteúdo.

Analisando a literatura encontrada, foi comum o retorno temas repetitivos sobre a sensibilidade dos líquens aos poluidores atmosféricos e coincidentemente, as regiões Sul e Sudeste. Mas isso não exclui os demais territórios do país, que também apresentam trabalhos nessa seção, com método de revisão bibliográfica, interações ecológicas dos líquens e um número reduzido apresenta a identificação de novas espécies.

Para além do conhecimento acadêmico, esse trabalho tem por finalidade expor que a carência de estudos, investigadores, recursos para explorar novas áreas, pouco espaço na matriz curricular, podem ser um obstáculo para a potencialização do Reino Fungi, dos fungos liquenizados, no que tange a identificação de novas espécies, propriedades utilizadas para benefício humano, aumento da diversidade e popularização do tema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de liquenização é considerado em aproximadamente 20% da totalidade de fungos que são atualmente conhecidos. Esses organismos são vistos em uma associação simbiótica entre o micobionte e fotobionte, resultando num talo denominado líquen. Em grande parte, os líquens são constituídos por ascomicetos, mas também há basidiomicetos e deuteromicetos liquenizados.

Pesquisadores apontam que o a liquenização manifestou-se de forma independente, épocas e quantidades diferentes em cada ordem, na história de evolução do Reino Fungi. O grupo objeto de investigação, pode ser observado em diversos ambientes de aquáticos a vida terrestre, onde são mais representados. Os fungos liquenizados podem ser encontrados em cascas de arvores, interior de rochas, diversos substratos, climas e regiões como a Antártica.

A biodiversidade sempre foi alvo de estudos, por isso o desenvolvimento de uma revisão de literatura acerca dos líquens, levantamento de dados que contribuam para construção e enriquecimento da formação docente em ciências biológicas, além de ser guia sobre questões que precisam ser melhoradas na educação básica, de modo a apresentar os fungos como organismos dentro da sociedade.

Assim sendo a metodologia aplicada surgiu efeito, pois permitiu ir para além da formação universitária, ampliando o conhecimento sobre o assunto. Entretanto expos alguns

obstáculos presentes nos estudos sobre o processo de liquenização, como falta de pesquisas atuais, dado que alguns trabalhos eram pioneiros e desatualizados, do mesmo modo imagens de algumas espécies e autores atuais. No entanto, tais fatores não se tornaram um obstáculo para a descrição da temática proposta, afirmando a necessidade de pesquisas no campo da micologia, o que favorece a formação docente e ensino básico.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Welesson Portel *et al.* Líquens nos livros didáticos de biologia sugeridos para o ensino médio: análise de conteúdo. **Revista de cultura, ciência e tecnologia**, Sobral, v.22, n.1, p. 43-51, 2021. DOI: 10.36977/ercct.v21i2.274. Disponível em: <https://essentia.uvanet.br/index.php/ESSENTIA/article/view/396/...> Acesso em: 26 out. 2022.

BATISTA, Marcos Vinicius de Aragão *et al.* Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 12, n. 01, p. 145-158, jan/abr. Disponível em: (PDF) ANÁLISE DO TEMA VIROLOGIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO (researchgate.net). Acesso em: 28 nov. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília, 2018. Disponível em: Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base (mec.gov.br). Acesso em; 28 nov. 2022

COSTA, Anne Danielle M. Martins da. *et al.* Indicadores de qualidade do ar mediante o uso dos líquens na área urbana do município minerador de Itabira/ MG Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11310>.

Disponível em: Air quality indicators through the use of lichens in the urban area in mining town of Itabira/MG Brazil | Research, Society and Development (rsdjournal.org). Acesso em: 23 set. 2022.

FORZZA, RC., org., *et al.* INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Catálogo de plantas e fungos do Brasil [*online*]. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 45-48. Vol. 1. ISBN 978-85- 8874-242-0. Available from SciELO Books. Acesso em: 16 ago. 2022.

JUNIOR, Gilberto Coloni. **CONCEPÇÃO DE MANUAL DE CAMPO PARA DIAGNÓSTICO E MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR UTILIZANDO FUNGOS LIQUENIZADOS**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

LEHNEN, Paula Graziela *et al.* Estrutura da comunidade de líquens corticícolas em área urbana e rural no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, p. 66-74, 2017. DOI: 10.21826/2446-8231201772107. Disponível em: (PDF) Estrutura da comunidade de líquens corticícolas em área urbana e rural no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, Brasil (researchgate.net). Acesso em: 23 set. 2022.

LOPES, S; ROSSO, S. Fungos. *In: Bio*, vol. 2. 3 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2016. p.81-91.

MENDONÇA, V. L. Fungos. *In: Biologia- os seres vivos*, volume 2. 3 ed. São Paulo: Editora AJS, 2016.p. 71-80.

MOHR, A. Análise do conteúdo de saúde em livros didáticos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 6, n. 2, p. 89- 106, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v6n2/02.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2022.

PALHARINI, Kelly Maria Zanuzzi. **Impacto da atividade agrícola e da estrutura de comunidades botânicas sobre a comunidade de líquens corticícolas em fragmentos de Cerrado**. 2020. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Conservação). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1282>. Acesso em: 28 nov. 2022

ROSA, Marcelo D' Aquino *et al.* A Micologia como conteúdo da disciplina de Biologia no Ensino Médio: uma análise dos livros didáticos aprovados no PNLD-2018. **Revista Thema**, v.16, n. 3, p. 617- 635, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.15536/thema>. ISSN: 2177-2894 (*online*). Disponível em: (PDF) A Micologia como conteúdo da disciplina de Biologia no Ensino Médio: uma análise dos livros didáticos aprovados no PNLD-2018 (researchgate.net). Acesso em: 28 nov. 2022

SANTOS, Jordana Tres dos. *et al.* Análise dos grupos morfológicos liquênicos e da vitalidade do fotobionte de *Parmotrema tinctorum* (Despr. Ex Nyl.) Hale em área urbana, RS, Brasil. *In:*

6º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE, 2018, Bento Gonçalves. [Anais]. Bento Gonçalves: UCS, 2018. Disponível em: Trabalhos técnicos - 6º Congresso Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente - 7º Congresso Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente (ucs.br). Acesso em: 05 set. 2022.

SILVA, Thais Ferreira *et al.* Distribuição espaço-temporal de fungos liquenizados cortícolas em uma lavoura de café conilon. **Revista Ifesciência**, v.6, n. 4, p. 36-53, 2020. DOI: 0.36524/ric.v6i4.591. Disponível em: (10) Riqueza e Distribuição Espaço-Temporal De Líquens Cortícolas Em Um Moncultivo De Café Conilon | Atanásio Alves do Amaral - Academia.edu. Acesso em: 05 set. 2022.

SPIELMANN, A. A; MARCELLI, M. P. Fungos Liquenizados (Líquens). Programa de capacitação de monitores e educadores. Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente – Instituto de Botânica, São Paulo: Brasil, 2006. Disponível em: http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Fungos_Liquenizados_Spielmann_&_Marcelli.pdf. Acesso em: 16 ago. 2022.