

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS PRÓ-REITORIA
GRADUAÇÃO ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E
HUMANIDADE. CURSO DE BIOLOGIA LICENCIATURA**

**IMPACTOS DA COMUNIDADE LIQUÊNICA E FÚNGICA NA ARTE
RUPESTRE DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja-02 DA REGIÃO DE
SERRANÓPOLIS/GO**

WANDERSON HENRYK RODRIGUES DE ALMEIDA

GOIÂNIA / GO

2022

WANDERSON HENRYK DE RODRIGUES ALMEIDA

**IMPACTOS DA COMUNIDADE LIQUÊNICA E FÚNGICA NA ARTE
RUPESTRE DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja-02 DA REGIÃO DE
SERRANÓPOLIS/GO**

Monografia apresentada na graduação em Ciências Biológicas na modalidade licenciatura, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, com requisito de obtenção de título de licenciado em ciências biológicas/biólogo.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Maira Barberi.

GOIÂNIA/GO

2022

WANDERSON HENRYK RODRIGUES DE ALMEIDA

**IMPACTOS DA COMUNIDADE LIQUÊNICA E FÚNGICA NA ARTE
RUPESTRE DO SÍTIO ARQUEOLÓGICO GO-Ja-02 DA REGIÃO DE
SERRANÓPOLIS/GO**

Monografia apresentada na graduação em Ciências Biológicas na modalidade licenciatura, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, com requisito de obtenção de título de licenciado em ciências biológicas/biólogo.

Orientador (a): Prof.^a Dra. Maira Barberi

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Dra. Maira Barberi (Orientadora)

Dr. Jales Teixeira Chaves Filho (Avaliador)

Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin (Avaliador)

GOIÂNIA/ GO

2022

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a DEUS, por estar sempre comigo e sempre me ajudando e guiando.

Agradeço aos meus pais, minha mãe Cristiane e meu pai Antônio por sempre me apoiarem, me ajudarem, por investirem e acreditarem em mim e no meu potencial, por serem sempre compreensíveis, por darem conselhos de valor para a vida, e por serem os melhores pais do mundo, por serem as pessoas que eu mais amo no mundo. Agradeço ao meu irmão Jefferson por sempre me dar dicas e dicas valiosas, ao meu irmão Gustavo por sempre também estar me ajudando.

Agradeço aos meus tios, meu tio Elton Arruda (Bill) por sempre acreditar, me aconselhar com conselhos de grande valor que serviram para minha vida, e fazer parte da pessoa responsável pela minha entrada na faculdade. A minha tia Altamira (Nezinha), que sempre acreditou em mim como um grande estudante.

Agradeço ao meu primo Rodrigo Arruda, um grande engenheiro, por ser alguém a quem sempre devo ser grato, por suas aulas de matemática, sempre está ali me ajudando nos estudos e por ser alguém que esteve também ali quando estava a um passo da minha entrada na faculdade e que também dá conselhos de valor para a vida. Agradeço ao meu melhor amigo e irmão João Victor, por sempre estar me ajudando nesses anos de faculdade e fora da faculdade, somos grandes brothers.

Agradeço ao meu primeiro orientador da PUC, o professor Afonso Fialho, pelo meu primeiro estágio e por ter me dado a melhor experiência de pesquisa que me fez apaixonar pela pesquisa.

Agradeço a minha orientadora Maira Barberi, por ser a melhor professora e orientadora da PUC-GO.

Agradeço Dra Marta Regina Magalhães, por toda ajuda, paciência e assistência. Agradeço a Professora Ana Maria por toda ajuda, colaboração e por ter me auxiliado no meu Trabalho de conclusão de curso.

Agradeço aos meus amigos.

Agradeço ao grupo LETA, por um grande e melhor grupo de pesquisa.

Agradeço a Irene, por ser a pessoa responsável por me mostrar o melhor lugar do CEPB, por ter me apresentado o laboratório da Maira.

Agradeço ao laboratório de Paleoecologia, por ser o melhor laboratório da PUC-GO
Agradeço ao Centro de Estudo e Pesquisa Biológicas CEPB, por me dar o melhor laboratório para trabalhar, pesquisar e estagiar.

Agradeço as meninas da limpeza do CEPB, pelos cafés, a alegria do ambiente.
Agradeço a PUC-GO por me dar o melhor Campus de todos e pela bolsa de pesquisa BIC-PUC.

Agradeço a Amanda de Paula pela ajuda com o meu TCC, e o inglês.

Agradeço a professora Vilma por ter me ajudado com os contatos para este trabalho.

Agradeço ao doutorando Isaias Junior da UFPE, por ter disponibilizado a me ajudar no meu TCC, por um grande colaborador e ter me guiado nesta jornada.

Agradeço a diretora de pesquisa a professora Dra. Eugenia da UFPE, por ter se disponibilizado também a me ajudar com o TCC além de me apresentar novos contatos fundamentais para a conclusão do trabalho.

Agradeço ao diretor de pesquisa da UFMS professor Dr. Adriano Spielmann, por ter se disponibilizado a me ajudar e me guiado.

Agradeço por todo esse conjunto que fez parte da minha história da PUC, e pelos 4 anos e meio de faculdade.

Agradeço ao Professor Dr. Jales Teixeira por me ajudar nos minutos mais corridos do TCC e por disponibilizar a avaliar o meu trabalho de conclusão.

Agradeço ao Coordenador e Professor Dr. Julio Rubin de Rubin por me dá a melhor experiência de trabalho de campo e da melhor equipe que se pode trabalhar, e pela disponibilidade de avaliar o meu trabalho de conclusão.

Agradeço ao Professor Dr. Matheus Godoy por toda a ajuda com o TCC.

RESUMO

As pinturas e gravuras em sítios arqueológicos estão sujeitas a diversos problemas que afetam a preservação das mesmas. No substrato rochoso onde se encontram as pinturas e gravuras ocorrem processos naturais de degradação, bem como alterações resultantes de fatores abióticos como o clima e características físicas das rochas e bióticos como ninhos de vespas, galerias de cupins e dejetos de animais e líquens. Os líquens possuem uma grande importância para o ambiente, como biomonitores, contudo quando se desenvolvem sobre um substrato rochoso com pinturas rupestres podem levar à destruição deste registro simbólico das culturas pré-históricas. A análise da ocorrência e proliferação dos líquens na região do complexo Arqueológico de Serranópolis no sudoeste de Goiás e a observação de que forma afetam as pinturas levando a perda de parte do registro, constitui um levantamento fundamental na perspectiva da preservação da arte rupestre. Esta pesquisa foi desenvolvida através de trabalho de campo com coleta de material biótico e posterior identificação em laboratório. Três gêneros de líquens além de um de fungo foram identificados. Os dados coletados possibilitaram também analisar de que forma os parâmetros físicos do abrigo analisado e do substrato são afetados pela ocorrência e expansão dos líquens, visando assim buscar desenvolver ações de preservação da arte rupestre.

Palavras-chave: Líquens, Pintura Rupestre, Serranópolis.

ABSTRACT

Paintings and engravings in archaeological sites are subject to several problems which affect their preservation. In the rocky substrate where the paintings and engravings are found, natural processes of degradation occur, as well as changes resulting from abiotic factors such as climate and physical characteristics of the rocks and biotic factors such as wasp nests, termite galleries and animal and lichen waste. Lichens have great importance for the environment, as biomonitors, however when they develop on a rocky substrate with cave paintings they can lead to the destruction of this symbolic record of prehistoric cultures. The analysis of the occurrence and proliferation of lichens in the region of the Archaeological Complex of Serranópolis in southwest Goiás and the observation of how they affect the paintings leading to the loss of part of the record, constitutes a fundamental survey in the perspective of the preservation of rock art. This research was developed through field work with collection of biotic material and subsequent identification in the laboratory. Three genera of lichens besides one of fungus were identified. The collected data also made it possible to analyze how the physical parameters of the analyzed shelter and the substrate are affected by the occurrence and expansion of lichens, in order to seek to develop actions for the preservation of rock art.

Keywords: Lichens, Rock Art, Serranópolis.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1-** Morfologia dos fungos: Micélio constituído por filamentos chamados hifas, evidenciando as variações e tipos de hifas. 6
- Figura 2-** Diversidade Taxonômica, Morfológica E Ecológica Entre As Algas Verdes. A: Prasinófito Marinho Caracterizado Por Unicélulas Quadriflageladas. B: Prasinófito Com Células Em Forma De Feijão E Dois Flagelos Desiguais. C: Crostas Lobadas Compostas Por Células Cocóides Embebidas Em Uma Matriz Gelatinosa. D: Unicélulas Quadriflageladas. E: Células Cocóides, Endossimbiônicas Dentro Do Protozoário Unicelular. F: Colônias De Células Cocóides Dentro De Um Fino Envelope Mucilaginoso. G: Unicélula Biflagelada. H: Colônia Cenobial De Células Imóveis Dispostas Em Uma Placa Circular. I: Filamentos Ramificados Com Células Ciliadas Terminais. J: Filamentos Altamente Ramificados. K: Filamentos Não Ramificados. L: Plantas Em Forma De Folha. M: Filamento Ramificado Com Células Contendo Numerosos Cloroplastos E Núcleos. N: Plantas Compostas Por Células Gigantes Multinucleadas. O: Plantas Sifônicas Diferenciadas Em Pedúnculo E Gorro Achatado, Com Um Único Núcleo Gigante Situado Na Base Do Pedúnculo. P: Planta Sifonosa Diferenciada Em Estolões Rasteiros Ancorados Por Rizóides E Frondes Fotossintéticos Eretos, Contendo Milhões De Núcleos Q: Carófito Filamentosa Não Ramificada. R: Carófito Unicelular Com Cloroplasto Espiral Típico. S: Carófito Morfológicamente Complexa De Habitats De Água Doce, Constituída Por Um Caule Central E Verticilos De Ramos Que Irradiam De Nós Que Apresentam Oogônias E Anterídios. T: Caracterizada Por Unicélulas Não Móveis Constrictos Em Duas Partes Com Parede Celular Ornamentada; U: Filamentos Ramificados Aderentes Para Formar Um Talo Parenquimatoso Em Forma De Disco. 10
- Figura 3-** Reprodução das algas. 1- Assexuada: divisão binária. 2- Assexuada: esporulação. 3 Sexuada: conjugação. 4 Sexuada: fecundação- A; isogamia, B; heterogamia, C; oogamia. 12
- Figura 4-** Representação da forma das Cianobactérias. 13
- Figura 5-** Ilustração evidenciando os sorálios e a liberação dos sorédios (a esquerda), nota-se ainda, a estratificação do talo do líquen. A direita um detalhe do serédio em

microscopia de varredura.	14
Figura 6- Principais tipos morfológicos de líquens na natureza.	16
Figura 7- Representação da reprodução dos líquens (sexuada/indireta e assexuada/direta), demonstrando o soréδιο, ascocarpo e os ascósporos.	20
Figura 8- Localização do Município de Serranópolis-GO.	24
Figura 9- Localização do Município de Serranópolis-GO.	25
Figura 10- Bioma cerrado, com indicação das formações vegetacionais e fitofisionomias com ressaltos das unidades de ocorrência junto ao sítio GO-Ja-02, representadas por mata ciliares e mata-seca semidescídua.....	26
Figura 11- Vegetação na frente do abrigo GO-Ja-02 no período de chuva (1) e no período de seca (2) representando uma mata Seca Semidescídua.	27
Figura 12- Síntese do regime climático nas áreas de cerrados com dados de precipitação e temperatura médias anuais.	28
Figura 13- Gênero <i>Canoparmelia</i>	28
Figura 14- Abrigo sob rocha no complexo arqueológico de Serranópolis, sudoeste de Goiás.....	31
Figura 15- Líquens e fungos recobrendo as pinturas e gravuras e contribuíram também para o deslocamento de superfícies.....	32
Figura 16- Preparo das placas com o meio de cultura no ágar batata, utilizando soro fisiológico, Alça de platina, placas petri e lamparina a álcool.	35
Figura 17- Amostra A1S (amostra 1 sobrenadante) com meio de cultura ágar batata.	36
Figura 18- Amostra A1D (amostra 1 depósito) com meio de cultura ágar batata.	36
Figura 19- Amostra A2R (amostra 2 rocha) com meio de cultura ágar batata.	37
Figura 20 - Parede com as pinturas e gravuras rupestres sendo encobrida por líquens	37
Figura 21- Pintura rupestre com figura zoomorfa e presença de líquens crostosos ..	38
Figura 22- Gênero <i>Parmocrema</i>	39
Figura 23- Gênero <i>Physcia</i>	39
Figura 24- Gênero: <i>Catillaria</i>	40
Figura 25- Gênero: <i>Catillaria</i>	41

Figura 26- Microalgas no sítio GO-Ja-02.....	41	Figura
27- Meios de cultura para a identificação do microrganismo	42	
Figura 28- Filamentos de fungo fragmentado.	45	
Figura 29- Cianobactérias cocos do sítio arqueológico GO-Ja-02, identificada no laboratório do bloco G, PUC-GO.	45	
Figura 30- Algas clorofíceas do sítio arqueológico GO-Ja-02, identificadas no laboratório do bloco g, PUC-GO.	46	
Figura 31- Líquens crostosos e folhosos encontrados no abrigo sobre as pinturas do paredão no sítio GO-Ja-02.....	47	
Figura 32- Fungos no sítio GO-Ja-02, Gênero Phicia. Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.	47	
Figura 33- Fraturas na parede.....	49	
Figura 34- Fraturas com grandes extensões, abertas e com formação de blocos.....	49	
Figura 35- Fraturas na parede com pinturas e gravuras rupestres.....	50	
Figura 36- Exposição da luz solar sobre o paredão no lado norte.....	51	
Figura 37- Exposição da luz solar sobre o paredão no lado sul.	51	
Figura 38- Exposição da luz solar sobre o paredão no lado leste	52	
Figura 39- Presença de água sendo visto a umidade do sítio GO-Ja-02.....	52	

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	4
	2.1 Objetivo Geral	4
	2.2 Objetivo específico	4
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
	3.1 Fungos	5
	3.2 Algas	8
	3.3 Cianobactérias	12
	3.4 Líquens	14
	3.4.1 Morfofisiologia dos líquens	15
	3.4.1.1 Líquens Foliosos ou Escamosos	16
	3.4.1.2 Líquens Fruticosos	17
	3.4.1.3 Líquens Crostosos.....	17
	3.4.2 Reprodução dos Líquens	18
	3.4.2.1 Estruturas de Reprodução Indireta	18
	3.4.2.2 Estruturas de Reprodução Direta	19
	3.5 Líquens comuns no Bioma Cerrado	20
	3.6 Arte Rupestre como Registro Arqueológico	21
4.	ÁREA DE ESTUDO.....	24
	4.1 Aspectos Naturais	24
	4.2 Aspectos Culturais	29
5.	METODOLOGIA.....	33
	5.1 Atividades de Campo	33
	5.2 Atividades de Laboratório	34
6.	RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	36
	6.1 Líquens no GO-JÁ-02:	37

6.1.1 Resultados das Análises Macroscópicas	38
6.1.2 Resultados das Análises Microscópicas	42
6.2 Análise do substrato:	46
6.2.1 Líquens e as Fraturas sobre o Substrato	48
6.3 FATORES ABIÓTICOS	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXO I.....	54
ANEXO II.....	60

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é um bioma composto por um complexo vegetacional, apresentando no conjunto da flora dois estratos, um arbustivo-arbóreo, predominante nas fitofisionomias florestais como cerradão e matas e outro herbáceo, característico das fitofisionomias campestres como campo, campo limpo e rupestre. As fitofisionomias savânicas que compreendem as diversas formas de cerrado como cerrado sensu stricto, campo cerrado, cerrado denso além dos palmeirais que salientam-se pela presença de elementos arbustivo-arbóreo e herbáceos em diferentes proporções (COUTINHO, 2006; WALTER *et. al*, 2008)

Em Goiás o complexo arqueológico de Serranópolis, situado no sudoeste do estado constitui uma das áreas mais importantes para a compreensão da ocupação do Cerrado por populações pré-históricas a partir do final do Pleistoceno, início do Holoceno. Atualmente, os sítios arqueológicos estudados na década de 70, são novamente objeto de estudos com novas abordagens que buscam a integração dos diferentes aspectos da cultura material como pinturas e gravuras, material lítico e cerâmico, com aspectos naturais, dentro de uma abordagem caracterizada como geoarqueologia (SCHMITZ *et al.*, 1985; 1989; 2004; 2015; RUBIN, 2017).

As pinturas e gravuras em sítios arqueológicos, que normalmente ocorrem nos tetos e paredes dos abrigos, estão sujeitas a diversos problemas que afetam a sua preservação, sendo por ações naturais como também por ações antrópicas. O substrato rochoso, em processo natural de degradação, está exposto à diversas ações como os fatores climáticos e o intemperismo, assim possibilitando o aparecimento de depósitos minerais, revestindo as pinturas com pátinas ou arrastando partículas do pigmento. Outros fatores que provocam intervenções que degradam as pinturas são constituídos pela ação de organismos que envolvem os ninhos de vespas, galerias de cupins e dejetos de animais, além do comparecimento de manchas escuras como fuligem, oriundas quase sempre de queimadas no entorno dos suportes pintados ou gravados, e de líquens que se apresentam como manchas de cores variadas, normalmente relacionados à presença de umidade (CAVALCANTE, 2007, 2008).

Os líquens são organismos formados da ação mutualística, sendo por fungos em grande parte os ascomicetos, englobando alguns gêneros de algas verdes ou cianobactérias. Essa formação entre fungos e algas tem seu papel fundamental na

sobrevivência da espécie, sendo a alga responsável pela alimentação da associação convertendo energia luminosa em energia orgânica, fotossíntese e elevando os benefícios relativos à hidratação, assim evitar que ocorra a *secura*. Os fungos exercem a função de proteção da variação que ocorre no ambiente, são responsáveis por toda a organização do talo liquênico, além de absorverem os nutrientes minerais do substrato ocasionando degradação da rocha (FERNANDEZ-MENDOZA *et. al.*, 2011; LAGE *et. al.*, 2005;). Em função dessa relação mutualística, os líquens contêm a capacidade de sobreviver em ambientes extremamente quente e frio, o que favorece também a proliferação e a dispersão na natureza.

Os micobiontes (fungos) produzem o ácido lático que desgasta a rocha e forma solo, sendo determinado dois tipos de deterioração: mecânica, ocorrendo a dilatação de fraturas e rachaduras na rocha, e química, que contribui para a corrosão ou aparecimento de manchas, resultantes da ação da substância liberada pelos líquens, assim tornando possível a sucessão posterior por plantas, e o fotobionte (alga, cianobactérias) sendo responsáveis pelo processo de fotossíntese. Os líquens contribuem para a fixação de nitrogênio no solo; são bons indicadores da qualidade ambiental, principalmente o SO₂, pode servir de alimento para alguns vertebrados e invertebrados, além de alguns apresentarem substâncias antibióticas. (HONDA;VILEGAS, 1999; DE LUCENA; PONTES MEDEIROS; SOUZA MENDES, 2015).

Considerando a necessidade da obtenção de luz para que o fotobionte realize fotossíntese, os líquens são encontrados em maiores quantidades nas superfícies de troncos, rochas, muros e paredes. Eles recebem diferentes denominações de acordo com o local em que se desenvolvem: saxícolas, terrícolas, folícolas, muscícolas e cortícolas (KÄFFER *et. al.*, 2010).

Os líquens são de extrema importância para o ambiente e constituem um conjunto mutualístico entre algas e fungos, a qual parte de um grupo muito diversificado e de ampla distribuição geográfica, além de participar de processos fotossintetizantes e fitogênicos, e neste sentido os fatores abióticos do ambiente, como tipo de rocha e microclima podem influenciar na ocorrência desse grupo. Os líquens são utilizados como biomonitores de ambiente, por serem sensíveis às modificações ambientais e introdução de poluentes no ambiente, quando se desenvolvem sobre um substrato rochoso com pinturas rupestres podem levar à

destruição deste registro simbólico das culturas pré-históricas através da degradação da rocha (LUCHETA & MARTINS, 2014).

Os processos geológicos, climáticos e aqueles de caráter biológico como a proliferação de líquens, atuam sobre as pinturas e gravuras rupestres resultando em uma série de problemas de conservação, tanto naturais quanto antrópicos. Embora algumas obras mantenham um bom estado de conservação ao longo dos anos, isso não significa uma conservação permanente ao longo do tempo geológico pois os maiores agentes agressores das pinturas são ambientais e naturais como intemperismo químico e físico, além de fatores biológicos. Desta forma apenas conhecendo os processos atuantes e utilizando as políticas de conservação e monitoramento é possível amenizar o impacto destes agentes sobre a arte rupestre (ROSA & VAZ-SILVA, 2020).

O crescimento destes microrganismos como fungos e líquens, em abrigos com pintura rupestre sobre substrato rochoso, podem cooperar de forma acentuada para a degradação do patrimônio arqueológico, contribuindo para a intervenção voltada à recuperação ou preservação das pinturas, sendo necessário a identificação dos líquens e fungos para a busca de mecanismos que possam retirá-los ou controlar a sua expansão, sem afetar as pinturas e buscando minimizar os impactos causado por processo natural e conservar o patrimônio cultural da história da humanidade.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Identificar, analisar e caracterizar o conjunto de líquens e fungos que afetam a arte rupestre no sítio arqueológico GO-Ja-02 do complexo arqueológico de Serranópolis em Goiás.

2.2 Objetivo específico

1. Realizar um levantamento bibliográfico quanto aos tipos de líquens e fungos que ocorrem em áreas do bioma Cerrado;
2. Identificar o conjunto de líquens e fungos que afetam as pinturas rupestres dos abrigos do complexo arqueológico de Serranópolis, em particular o sítio GO-JÁ-02;
3. Caracterizar o tipo e a intensidade dos impactos sobre as pinturas;
4. Verificar e realizar um levantamento bibliográfico sobre a possibilidade de elaborar propostas de intervenção visando a remoção ou o controle da expansão e demais impactos associados dos líquens e fungos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Fungos

Os fungos são um grupo antigo e diversificado de microrganismos eucarióticos. Experimentos moleculares sugerem que o ancestral comum dos fungos viveu no período Pré-Cambriano. Os primeiros fungos eram provavelmente espécies aquáticas cujos zoósporos se impulsionavam através da água usando flagelos únicos. Fungos chamados quitrídios que são encontrados em habitats e solos aquáticos hoje podem se assemelhar a esses micróbios ancestrais (MONEY, 2016).

O conceito de fungo desenvolveu-se ao longo de muitos anos, sendo plantas não fotossintéticas com paredes celulares contendo quitina e-glucanos, uma nutrição totalmente absorvível e filogeneticamente impreciso. Desta forma o reino fúngico foi elaborado de forma estrutural, funcional, químico, e através da informação molecular tornou-se disponível. Os fungos não têm estágios pseudopodiais ameboides e podem ocorrer tanto como unicelulares quanto organismos multicelulares. As células fúngicas contêm mitocôndrias com cristas e complexo de Golgi ou cisternas individuais estão presentes (BRIDGES, 2005).

O reino Fungi é um grupo grande e diversificado de organismos que variam em tamanho desde células de levedura simples com menos de 5 mm de diâmetro, até frutificação complexa corpos que podem chegar a 1 m de tamanho, e para divisar organizações coloniais que são relatados para existir em áreas de mais de 800 Ha (BARNARD, 2000).

Os fungos são organismos de grande importância do ponto de vista ecológico, têm um papel vital no ecossistema, além de exercerem influência sobre os seres humanos. É bastante complexo identificar e classificar as características dos fungos devido à ampla diversidade ecológica, fisiológica e morfológica dentro do Reino Fungi, onde são reconhecidos três grupos diferentes, sendo os fungos filamentosos, as leveduras e os cogumelos, a qual os dois primeiros considerados fungos microscópicos e os cogumelos fungos macroscópicos (ABREU *et. al.*, 2015).

Segundo MONEY (2016) os fungos filamentosos possuem um corpo ou talo filamentoso que é constituído por hifas que podem ser septadas ou cenocíticas (sem septos). Possuem características essenciais na estrutura e na função celular com

outros eucariotos. As peculiaridades biológicas celulares integram a composição química restrita na parede celular do fungo e na membrana plasmática, e os mecanismos específicos do crescimento das hifas em fungos filamentosos que formam colônias multicelulares, ou micélios, por meio da extensão e ramificação repetida de células denominadas hifas e brotamento em leveduras. Alguns fungos possuem corpos frutíferos, sendo os cogumelos, da família basidiomicetos, são órgãos reprodutivos multicelulares. A formação de cogumelos envolve o crescimento coordenado de milhões de hifas (Figura 1).

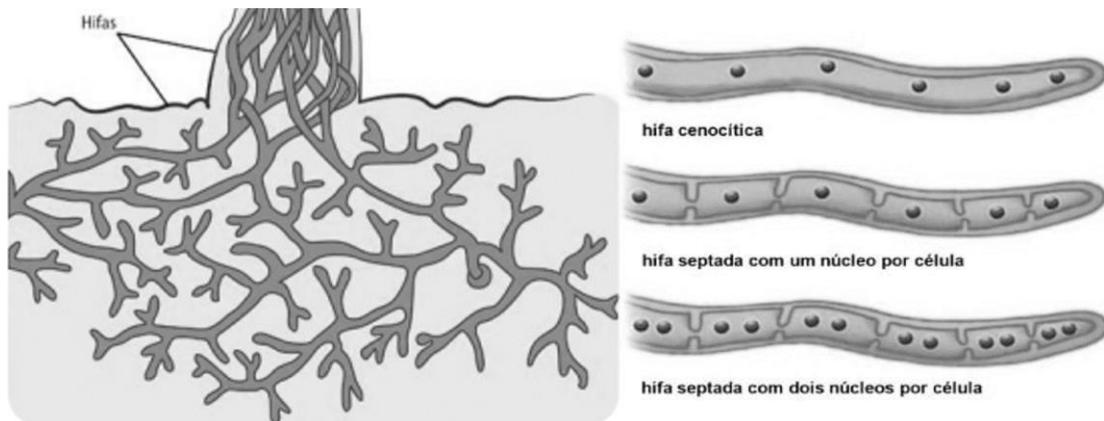


Figura 1- Morfologia dos fungos: Micélio constituído por filamentos chamados hifas, evidenciando as variações e tipos de hifas.

Fonte: DOS SANTOS & JUNIOR, 2015.

Constata-se que o soma fúngico (fase vegetativa) se apresenta como duas unidades morfológicas básicas, a leveduriforme e a hifa. As células únicas, delimitadas e pequenas, são denominadas leveduriformes, ao contrário das hifas que são células extremamente polarizadas, na forma de tubos, que se estendem, continuamente, em suas extremidades (SIEVERS *et. al.*, 1999).

Segundo LOGUERCIO-LEITE *et. al* (2006) os fungos são formados pelo conjunto de hifas, sendo ramificadas ou não, onde denomina-se como micélio, assim podendo ser visualizado macroscopicamente, como um emaranhado de fios delgados que pode variar do incolor ao colorido, dependendo da espécie. Na utilização do microscópio óptico é possível distinguir hifas com duas morfologias, umas com paredes transversais (septos) e outras que não as apresentam (aseptados ou cenocíticos). Os fungos com estágio somático cenocítico (Chytridiomycota e Zygomycota) podem, contudo, apresentar septação para diferenciação de estruturas

esporulastes ou na delimitação de zonas de defesa, devido à senescência ou a ataque externo, como de animais, vírus, bactérias ou outros fungos.

A diversidade dos fungos é descrita no estudo do tamanho e forma dos esporos, no seu desenvolvimento, e nas funções e nos mecanismos de dispersão. Por ventura o estudo sobre os esporos é um estudo da evolução. Os esporos assexuados compõem-se de conídios e esporangiósporos e os esporos sexuais compõem-se de basidiósporos, ascósporos e zigósporos. Diversos esporos são dispersos de suas colônias de origem, liberados pelo fluxo de ar e gotas de chuva, assim como outros fungos utilizam uma série de dispositivos biomecânicos para impulsionar seus esporos no ar, sendo assim eles podem possuir pistola de água pressurizada, hastes explosivas e uma catapulta alimentada por tensão superficial, sendo mecanismos que produzem alguns dos movimentos mais rápidos da natureza (MONEY, 2016).

Desta forma por meio de uma combinação de mecanismos passivos e ativos de dispersão, os fungos liberam milhões de toneladas de esporos na atmosfera todos os anos e essas partículas microscópicas são uma das causas significativa de alergia, bem como podem afetar os padrões climáticos (MONEY, 2016).

Os fungos necessitam de uma fonte de carbono, nitrogênio assimilável e outros elementos essenciais para a sua sobrevivência, como por exemplo os osmotrofos, onde obtêm os nutrientes na forma solúvel, podendo dissolver polímeros naturais. O material vegetal fornece as necessidades de carbono da grande maioria dos fungos, e esta filogenia das espécies está fortemente ligada à evolução de um repertório enzimático adequado aos modos de nutrição saprotrófica, mutualística ou parasitária. (WATKINSON, 2016).

Diversas enzimas secretadas despolimerizam a celulose e a hemicelulose e solubilizam a lignina. Sendo assim os nutrientes solúveis são eliminados eficientemente por múltiplos sistemas de transporte de membrana induzidos e constitutivos que variam em afinidade com o substrato. Os metabolitos secundários incluem moléculas bioativas que medeiam interações bióticas e são exploradas na biotecnologia. A célula fúngica sente e responde a muitos dos mesmos estímulos que as células animais. Os fatores de transcrição globais regulam as vias de assimilação, metabolismo e desenvolvimento. As atividades de forrageamento dos fungos do solo resultam na decomposição da serapilheira e na ciclagem de minerais, ajudando assim

a manter a fertilidade do solo e desempenhando um papel fundamental na biogeoquímica (WATKINSON, 2016).

Todas as plantas são hospedeiras de fungos especializados em estabelecer contato próximo com suas células e se alimentar dos produtos da fotossíntese. Este modo de nutrição fúngica é denominado biotrofia. Alguns biotróficos conferem vantagens aos seus hospedeiros e são considerados mutualistas. Os fungos micorrizos sustentam os ecossistemas terrestres através de mutualismos com raízes. Estes incluem ectomicorrizas, principalmente em árvores, micorrizas arbusculares na maioria das plantas e micorrizas ericáceas em plantas ericáceas de solos pobres em nutrientes. (BODDY, 2016).

Como decompositores, patógenos e simbioses mutualistas com plantas e animais, os fungos desempenham um papel importante nos processos do ecossistema, incluindo ciclagem de nutrientes, “bioconversões” e fluxos de energia. Os fungos são distribuídos globalmente, mas diferentes espécies têm distribuições geográficas distintas que dependem dos hospedeiros e do clima. As comunidades fúngicas estão sendo afetadas pelas mudanças globais, incluindo mudanças climáticas, mudanças no uso da terra, poluição, pesticidas e fertilizantes e movimento da biota. Desde decompositores, patógenos de plantas e animais, micorrizas e líquenes são afetados, há implicações para doenças e processos ecossistêmicos. (BODDY, 2016).

Os líquens consistem em fungos que formam tecidos que acomodam algas verdes unicelulares e procariontes fotossintéticos. Esses fotobionte(algas) fornecem açúcares para o fungo. Os líquenes podem, portanto, crescer em superfícies iluminadas nuas e podem ser os principais produtores em ambientes muito frios e áridos para plantas vasculares. Os fungos que crescem inofensivamente dentro dos tecidos das plantas, denominados endófitos, são comuns. Os endófitos de gramíneas incluem fungos transmitidos verticalmente que defendem seus hospedeiros contra insetos e herbívoros que pastam com metabólitos secundários tóxicos (WATKINSON, 2016).

3.2 Algas

As algas representam um grupo bastante diversificado e de ampla variedade de habitats, desde aquáticos até terrestres, sendo encontradas em quase todas as latitudes, longitudes, altitudes do globo, além de se abrigarem em diferentes substratos como rochas, plantas superiores como troncos e folhas, substratos artificiais e solo, assim sendo encontrados em associação com outros organismos (RINDI, 2007; TRALLI, 2015).

As algas sendo diversificadas, além de compreenderem vários grupos (cianobactérias, xantofíceas, eustigmatofíceas e diatomáceas) são encontradas associadas a uma comunidade diversa que também pode incluir fungos, protistas e invertebrados (LEWIS & FLECHTNER, 2002).

A adaptação das algas ao meio terrestre sob diversos fatores e condições ambientais, ocasionou nas algas diversas adaptações morfológicas e fisiológicas, tornando-as diversificadas e amplamente distribuídas no meio ambiente, ocorrendo deste modo em vários tipos de ecossistemas como florestas, grutas, além de ambientes terrestres mais extremos, como rochas em desertos quentes e frios. Em função da distribuição em diversos ambientes e substratos, recebem denominações específicas como algas edáficas quando ocorrem em solos, algas litófitas de ocorrência em rochas, algas epífitas nos troncos de árvores sendo nos troncos, algas epifitas nas folhas, além de algas em corpos de alguns animais que são denominadas algas episódicas (AZEVEDO *et. al.*, 2009).

Segundo BICUDO e MENEZES (2010) a diversidade e a adaptação das algas ocasionaram novas formas procarióticas e eucarióticas, funções e estratégias de sobrevivência, assim não apresentando origem monofilética. São organismos fotossintéticos, contendo clorofila, apresentando assim a capacidade de realizar fotossíntese, ou seja, são autotróficos, sendo eles unicelulares e multicelulares, das quais os órgãos de reprodução, sendo gametângios ou esporângios, não são envolvidos por camada de células estéreis.

A morfologia das algas é simples (figura 2), com uma diferença pequena relacionada aos outros grupos de organismos fotossintetizantes, diversificando de formas como isoladas, agregados de células, colônias, filamentos, simples ou ramificadas, pseudoparênquimas, conócitos (estrutura multinucleada) até parênquimas, bem como algumas formas unicelulares e coloniais podem se

locomover com a presença de flagelos, sendo assim confundidas com protozoários (LEE, 2008).



Figura 2- Diversidade Taxonômica, Morfológica E Ecológica Entre As Algas Verdes. A: Prasinófito Marinho Caracterizado Por Unicélulas Quadriflageladas. B: Prasinófito Com Células Em Forma De Feijão E Dois Flagelos Desiguais. C: Crostas Lobadas Compostas Por Células Cocóides Embebidas Em Uma Matriz Gelatinosa. D: Unicélulas Quadriflageladas. E: Células Cocóides, Endossimbiônicas Dentro Do Protozoário Unicelular. F: Colônias De Células Cocóides Dentro De Um Fino Envelope Mucilaginoso. G: Unicélula Biflagelada. H: Colônia Cenobial De Células Imóveis Dispostas Em Uma Placa Circular. I: Filamentos Ramificados Com Células Ciliadas Terminais. J: Filamentos Altamente Ramificados. K: Filamentos Não Ramificados. L: Plantas Em Forma De Folha. M: Filamento Ramificado Com Células Contendo Numerosos Cloroplastos E Núcleos. N: Plantas Compostas Por Células Gigantes Multinucleadas. O: Plantas Sifônicas Diferenciadas Em Pedúnculo E Gorro Achatado, com Um Único Núcleo Gigante Situado Na Base Do Pedúnculo. P: Planta Sifonosa Diferenciada Em Estolões Rasteiros Ancorados Por Rizóides E Frondes Fotossintéticos Eretos, Contendo Milhões De Núcleos Q: Carófito Filamentosa Não Ramificada. R: Carófito Unicelular Com Cloroplasto Espiral Típico. S: Carófito Morfologicamente Complexa De Habitats De Água Doce, Constituída Por Um Caule Central E Verticilos De Ramos Que Irradiam De Nós Que Apresentam Oogônias E Anterídios. T: Caracterizada Por Unicélulas Não Móveis Constritos Em Duas Partes

Com Parede Celular Ornamentada; U: Filamentos Ramificados Aderentes Para Formar Um Talo Parenquimatoso Em Forma De Disco.

Fonte: LELIAERT, F. *et. al.*, 2012.

A fisiologia das algas é formada por apenas um talo, ou seja, isento de raízes, caules e folhas, compreendendo assim uma diversidade de organismos eucariontes. Possuem um núcleo definido e verdadeiro presente desde em seres unicelulares até organismos multicelulares. As algas em ambientes terrestres dividem-se em dois níveis, compreendendo algas subterrâneas e algas subaéreas (AZEVEDO *et. al.*, 2009).

A reprodução das algas (figura 3) ocorre através de três processos. A reprodução vegetativa abrange somente as divisões celulares do tipo mitose sem ocorrer alterações no número de cromossomos das células, como a divisão binária nas euglenofíceas e diatomáceas, ou múltipla com a formação de baeocitos nas cianobactérias. Pode ocorrer também por fragmentação, em especial nas formas filamentosas, como os hormogônios formados por quebra dos tricomas nas cianobactérias. A reprodução assexuada envolve a formação de células especializadas, os esporos, que podem ser móveis (zoósporos) ou não (aplanósporos) (BICUDO & MENEZES, 2010; LEE, 2008).

A reprodução sexuada ocorre através da fusão de gametas com formação de zigoto e algumas vezes de um embrião. Os gametas são formados nos gametângios masculinos, os anterídios ou espermatângios (rodofíceas), e femininos, oogônio e carpogônio (rodofíceas). Podem ser móveis por flagelos (planogametas) ou não (aplanogametas), iguais na forma e no tamanho (isogametas) ou diferentes (heterogametas) (BICUDO & MENEZES, 2010; LEE, 2008).

As algas subterrâneas são aquelas que vivem abaixo da superfície, já as algas subaéreas compreendem as terrestres que vivem em superfícies expostas estáveis acima do solo. Apresentam crescimentos com variedades de cores, abrangendo formas verdes, vermelhas, com listras marrons ou pretas, que se desenvolvem em uma ampla gama de superfícies, incluindo rochas naturais, muros urbanos, marcenaria, metal, cascas e folhas de árvores e pelos de animais. As algas subaéreas são particularmente abundantes e difundidas em áreas com clima úmido (LOPEZ-BAUTISTA *et. al.*, 2007).

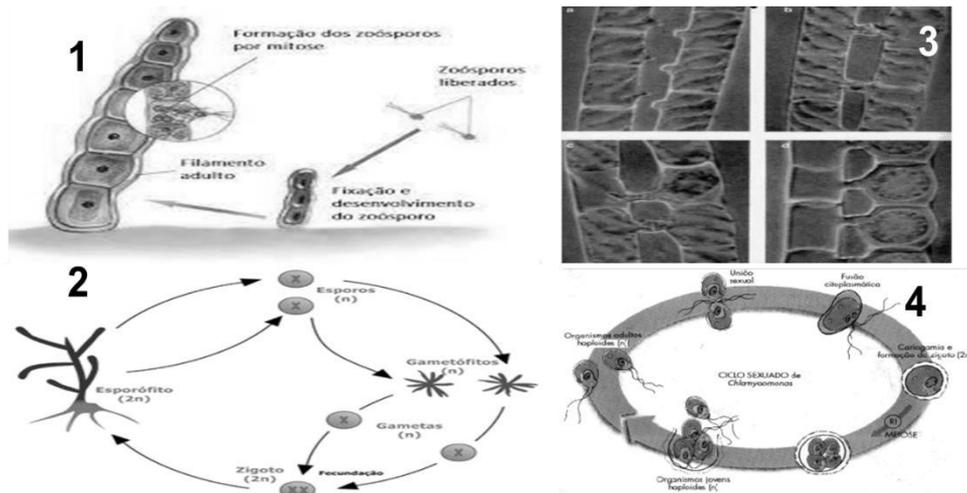


Figura 3- Reprodução das algas. 1- Assexuada: divisão binária. 2- Assexuada: esporulação. 3 Sexual: conjugação. 4 Sexual: fecundação- A; isogamia, B; heterogamia, C; oogamia.

Fonte: JARDIM & DO NASCIMENTO, 2011

As algas desempenham um papel ecológico importante como produtores primários dos ecossistemas onde ocorrem, sendo provavelmente responsáveis por mais de 50% do total da produção primária de todo o planeta. O fato de serem clorofilados, não implica que sejam verdes, pois além da clorofila, possuem outros pigmentos denominados acessórios, os quais podem mascarar a presença da clorofila, proporcionando às algas colorações avermelhadas, azuladas, pardas ou até enegrecidas (TRALLI, 2015).

3.3 Cianobactérias

As algas azuis, cianofíceas ou cianobactérias (figura 4) são microrganismos procariotos fotossintetizante. Ao longo da história evolutiva (aproximadamente 3,5 bilhões AP)¹ desempenharam uma distribuição ampla, assim sendo encontradas em praticamente todos os ecossistemas do planeta. Por sua vez o processo de eutrofização dos ecossistemas aquáticos tem proporcionado condições adequadas para que as cianobactérias dominem a comunidade fitoplanctônica e formem florações (MOLICA & AZEVEDO, 2009).



Figura 4- Representação da forma das Cianobactérias.

Fonte: STANIER, 1973

As cianobactérias apresentam uma adaptação com a capacidade de tolerar incidências de raios ultravioletas, concentrações elevadas de metais pesados, baixas concentrações de oxigênio, baixas e altas temperaturas e podem ser encontradas em desertos (WHITTON & POTTS, 2007).

As células das cianobactérias não possuem cílios, flagelos ou quaisquer estruturas locomotoras, porém a sua estrutura e/ou forma filamentosa pode se mover por meio de um deslizamento conciliado a uma rotação da célula, por meio do seu eixo longitudinal. Desenvolvem também movimentos espasmódicos intermitentes. Apresentam-se na forma unicelular e/ou filamentosa, assim ocorrendo alguns filamentos ramificados, bem como tendo outras formas como placas ou colônias irregulares (SIQUEIRA & OLIVEIRA-FILHO, 2005).

Apesar das cianobactérias não serem verdadeiramente algas, mas sim bactérias, elas se desenvolvem geralmente nos mesmos locais onde as algas terrestres ocorrem, bem como surgindo muitas vezes associadas e/ou de forma mutualística, sendo que a sua associação com fungos resulta na formação dos líquens (AZEVEDO *et. al.*, 2009).

3.4 Líquens

Os líquens são seres com associação simbiótica mutualistas entre fungos como os ascomicetos e alguns gêneros de algas verdes ou cianobactérias. Os fotossintetizantes dessa associação dependem dos compostos carbônicos ricos em energia para cada simbionte e que contém a proteção da variação ambiental dos simbiontes fúngicos, onde enviam os nutrientes minerais que absorvem (Figura 5). Em função dessa relação simbiótica, os líquens apresentam a capacidade de sobreviver em ambientes extremamente quente e frio, o que favorece também a proliferando e a dispersão na natureza (FERNANDEZ-MENDOZA *et. al.*, 2011).

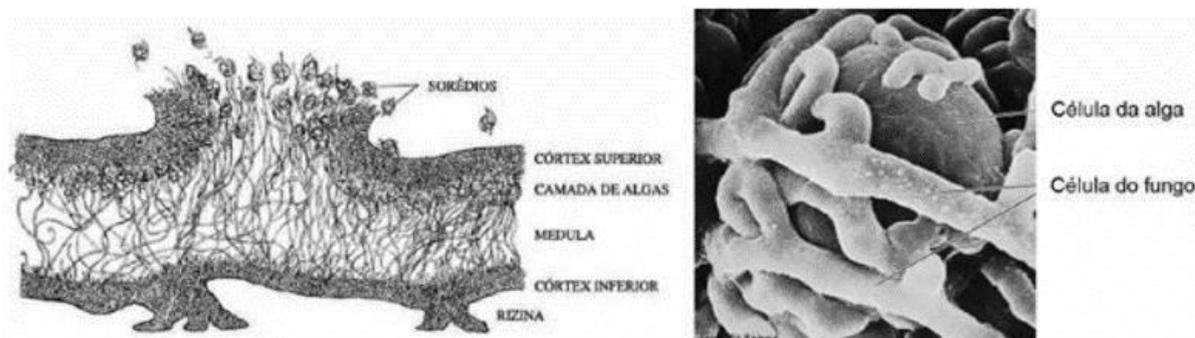


Figura 5- Ilustração evidenciando os sorálios e a liberação dos sorédios (a esquerda), nota-se ainda, a estratificação do talo do líquen. A direita um detalhe do seréδιο em microscopia de varredura.

Fonte: RAVEN; EVERT; EICHHORN (2014).

Segundo MARCELLI (2011), NASH III (2008) o Código Internacional de Nomenclatura de Algas, Fungos e Plantas, o nomeamento do líquen é referente ao seu micobionte. Cerca de 98% dos fungos liquenizados pertencem ao grupo dos ascomicetos, sendo 45% dos ascomicetos são liquenizados, e 2% são Basidiomycota. Desta forma a maior probabilidade de ocorrer mutualismo para a formação de líquens se dá com a associação de fungos ascomicetos com uma alga e/ou cianobactérias (ZANETTI, 2014).

Os fatores climáticos constituem um dos aspectos mais importante nos processos de proliferação e dispersão de líquens no ambiente, além de interferirem

nas fontes de alimentação. Segundo JUNGBLUTH (2006) gêneros e espécies de líquens contêm a capacidade de tolerar ambientes secos e quentes, como exemplo o gênero *Canoparmelia* com cerca de 45 espécies no mundo com 20 espécies descritas no Brasil sendo comuns em áreas abertas de clima quente como os cerrados. Os aspectos climáticos e a dispersão dos esporos pelo vento contribuem também para a instalação dos líquens em áreas urbanas.

Os líquens são habitualmente capazes de se desenvolverem sob condições ecológicas agitadas e suportam a exposição ao calor da luz solar, às mudanças de temperatura extremas e a longos períodos sem água. A atividade fotossintética se ativa desde quando água e luz são disponíveis. É essa capacidade biológica que permite aos fungos liquenizados colonizar habitats inóspitos. Em razão da necessidade de conseguir luz para que o fotobionte realize fotossíntese, os líquens são facilmente encontrados em superfícies de troncos, rochas, muros e paredes (KÄFFER *et. al.*, 2010).

Eles recebem diferentes denominações de acordo com o local em que se desenvolvem: saxícolas (vivem em rochas), terrícolas (vivem sobre o solo), folícolas (vivem em folhas), muscícolas (vivem com os musgos) e cortícolas (vivem sobre as árvores) (KÄFFER *et. al.*, 2010).

Grande parte dos líquens ocorrem em ambientes terrestres e a dispersão só se equipara ou é superada neste tipo de ambiente pelas bactérias. Os fungos liquenizados podem ser encontrados em quase todos os substratos, climas, altitudes e latitudes, estando ausente somente em locais constantemente úmidos e sombreados ou regiões com o ar poluído (MARCELLI, 2011).

Segundo LUCHETA & MARTINS (2014) os líquens são de extrema importância para o ambiente e constituem um conjunto simbiótico entre algas e fungos, que fazem parte de um grupo muito diversificado e de ampla distribuição geográfica, porém pouco estudado. São importantes nos processos fotossintetizantes e fitogênicos, sendo influenciadores de ambiente, como tipo de rocha e microclima e grandes biomonitores.

3.4.1 Morfofisiológica dos líquens

No reino fungi um a cada cinco espécies são encontradas na forma liquenizada, sendo de origem polifilética e taxonomicamente diversa, se apresentando na forma de

macrolíquens e microlíquens. Líquens compõem diferentes estruturas vegetativas, com diferentes níveis de complexidade (BÜDEL *et. al.*, 2008).

Os líquens não possuem caules e folhas, e o conjunto de alga e fungo é chamado talo, apresentando-se em diferentes formas, podendo variar de estruturas morfológicas como, foliosos ou escamosos, fruticosos ou arbustivos e crustosos ou incrustantes (figura 6), além de estruturas anatômicas simples até aquelas com grande complexidade (MARCELLI, 2006).



Figura 6- Principais tipos morfológicos de líquens na natureza.

Fonte: PATHFINDER SCIENCE, 2001.

3.4.1.1 Líquens Foliosos ou Escamosos

Os líquens foliosos são parcialmente ligados ao substrato, por meio dos auxílios de estruturas fixadoras chamadas rizinas, apresentam estrutura laminar, organização dorsiventral com porção superior e inferior do talo bastante organizado, às vezes divididos em lobos e/ou lacínias, que apresentam diferentes graus de ramificação e adnação ao substrato (KÄFFER, 2005).

Os líquens foliosos variam no tamanho do talo e no hábito folioso típico a superfície superior é distinta da inferior, estando o líquen preso ao substrato geralmente por rizinas ou tomento. A organização estrutural do talo folioso possui um córtex superior recobrimdo uma camada composta pelos 6 fotobionte e hifas frouxamente organizadas, inferiormente encontra-se uma camada densa constituída

exclusivamente do componente fúngico: a medula. Conforme o tipo de talo pode ocorrer ou não um córtex revestindo a parte de baixo (HALE, 1983; NASH III, 1996; BARBOSA, 1994).

3.4.1.2 Líquens Fruticosos ou Arbustivo

Os líquens denominados fruticosos são densamente ramificados e com um único ponto de fixação. A forma de crescimento ordena a orientação na superfície do líquen para acumulação do elemento aerotransportado. Desenvolvem-se em diferentes formas, bem como contendo umas das formas vegetativas mais complexas produzidas pelos microrganismos, onde varia de simples, a cilíndrico e achatado, bem como podem ser facilmente reconhecidos por sempre estarem destacados em relação ao substrato (ASPLUND & WARDLE, 2016).

Os líquens fruticosos são encontrados em diferentes ambientes e substratos, desde o córtex de árvores até rochas, aderidos ao substrato em poucos pontos de fixação, e em diferentes condições climáticas, de regiões desérticas até florestas úmidas (SANDERS & TOKAMOV, 2015).

3.4.1.3 Líquens Crostosos ou Incrustante

Líquens nomeados de crostosos, são caracterizados pela presença ou ausência da camada de córtex superior, onde é formada pela aglutinação da hifa fúngica, e por estarem intimamente aderidos ao substrato pelas hifas que compõem a medula do fungo e apresentam um talo líquênico de aparência lisa e brilhosa. Entretanto o talo líquênico não possui brilho, geralmente apresenta cor branca e é do tipo bissóide, já o córtex inferior é ausente nos líquens crostosos. Essa característica tem como consequência o fato de que não podem ser removidos do substrato sem causar algum dano moderado (LAKATOS *et al.*, 2006; PARDOW *et al.*, 2010).

Os líquens crostosos são abundantes em regiões tropicais, tornando-se o motivo central da alta adaptabilidade às micro condições climáticas nos espaços onde estão presentes, sendo em regiões de borda ou de mata fechada. Contudo, o crescimento dos líquens crostosos é bastante lento, em relação aos líquens foliosos

por exemplo, especialmente em ambientes que tenham altas latitudes e altitudes (ARMSRONG & BRADWELL, 2010).

3.4.2 Reprodução dos Líquens

A grande parte dos líquens reproduz de forma indireta, sendo sexuada ou teleomorfa, conseqüentemente quando este processo ocorre é necessário recompor o processo simbiótico ao encontrar o parceiro em vida livre. Além da reprodução de forma indireta ou assexuada, os líquens também reproduzem de forma direta, sendo assexuada ou anamorfa, sendo que poucos líquens utilizando este tipo de reprodução. A reprodução assexuada de forma em que a produção de sorédios e isídios, onde parte do fungo é fragmentada, e são dispersadas com o próprio fotobionte (Alga). Em geral, os líquens denotam um crescimento lento e em algumas espécies possuem vida curta, com duração de meses, enquanto outras espécies podem sobreviver por mais de mil anos (OLIVEIRA JUNIOR, 2020).

3.4.2.1 Estruturas de Reprodução Indireta

A reprodução assexuada se compõe através dos tipos de estruturas sexuadas onde encontram-se apotécios, lirelas e peritécios. Os apotécios se desenvolvem no formato discoide, aberto e demonstram duas formas básicas com os apotécios do tipo lecanorine, com margem oriunda do talo liquênico, e lecidine, quando a margem é oriunda do corpo de frutificação e apresenta carbonização sendo que quando não são carbonizados são chamados de biatorine (BÜDEL *et. al.*, 2008).

Alguns apotécios, identificadas como as lirelas, sofreram diversos processos ocasionando modificação ao longo da evolução, assim se tornando alongados, às vezes simples ou ramificados (BRODO, 2001). Os apotécios podem ser classificados em quatro tipos, assim sendo de acordo com a aparência do talo, compreendendo os submersos com parte do himênio superior mais ou menos nivelado à altura do talo; erumpente com himênio superior acima do nível do talo e a porção inferior abaixo do nível do talo; proeminente com himênio completamente acima do nível do talo e séssil com lirelas aderida apenas pela base dos ascósporos (LÜCKING *et al.*, 2009).

Porventura o peritécio atribui uma estrutura globosa, sendo parcialmente fechada com uma abertura denominada ostíolo, local onde saem os ascósporos, a qual podem ser encontrados de forma submersa ou não ao talo liquênico (OLIVEIRA JUNIOR, 2020). Todavia é nos ascomas que são formados os ascos, sendo de célula única que pode ser cilíndrica, globosa, claviforme, entre outras formas, a qual são formados os ascósporos, células reprodutivas. O amadurecimento dos ascos liquênico ocorrem de forma lenta, visto que a maior parte da energia produzida é capturada pelo fotobiontes (NASH III, 2008).

Os ascósporos compõem-se de diferentes tamanhos e formas como: amerosporos, didimiosporos ou dictiosporos, assim como de cores e ornamentação da parede, além de outras características, tendo como principal função a geração de novos indivíduos após a sua dispersão. Contudo a variação morfológica do asco, podem ser: prototunicado, unitunicado, bitunicado, ou fissitunicado, deste modo possuindo um papel essencial na classificação das espécies de Ascomycota (KENDRICK, 2000).

Os líquens associados aos basídios, possuem em um pequeno número de espécies conhecidas, visto que nenhuma delas obtém o formato de um talo liquênico especializado. Todos os líquens associados aos basídios são conhecidos por fazerem parte da classe Agaricomycetes, bem como apresentam o corpo de frutificação as quais variam nas seguintes formas: ressupinado, como em *Dictyonema*, clavarioide, como em *Multiclavula*, ou agaricoide, como em *Omphalina* (OBERWINKLER, 2012).

A construção de basidioma é esporádica, sendo temporária, e sendo capaz de ser influenciada por fatores ambientes, como a sazonalidade, como ocorre na maioria dos Basidiomycota. Os basidiósporos são do tipo holobasídio, e o número de basidiósporos formada por um único basidioma podem chegar a 20 numerosa, sendo um requerimento necessário para dispersão do organismo no ambiente (BÜDEL & SCHEIDEGGER, 2008; OBERWINKLER, 2012).

3.4.2.2 Estruturas de Reprodução Direta

A estrutura de reprodução direta (Figura 7) constitui-se através de um sistema de propagação ocorrendo por via de fragmentação do talo liquênico, onde cada fragmento, ao se desprender, é capaz de gerar novos indivíduos, as duas formas

dessas estruturas vegetativas mais conhecidas são os sorédios e os isídios (OLIVEIRA JUNIOR, 2020).

Os sorédios formam-se através de células do fotobionte que são envolvidas por hifas do micobionte, com sua dispersão realizada na maioria das vezes por ação de animais, vento e, em alguns casos por gotas de chuva. Já os isídios são estruturas formadas também por hifas fúngicas e células do fotobionte projetadas sobre o talo, podendo ocorrer na forma cilíndrica, simples ou ramificada, bem como abrange os mesmos mecanismos de dispersão que os sorédios, sendo por animais, vento e água, sendo assim os isídios são encontrados dispersos por todo o talo com tamanho variando entre 30 μm e 1mm, tal como servem como mecanismo de reprodução, aumentando a área de absorção de todo o líquen (BÜDEL *et. al.*, 2008).

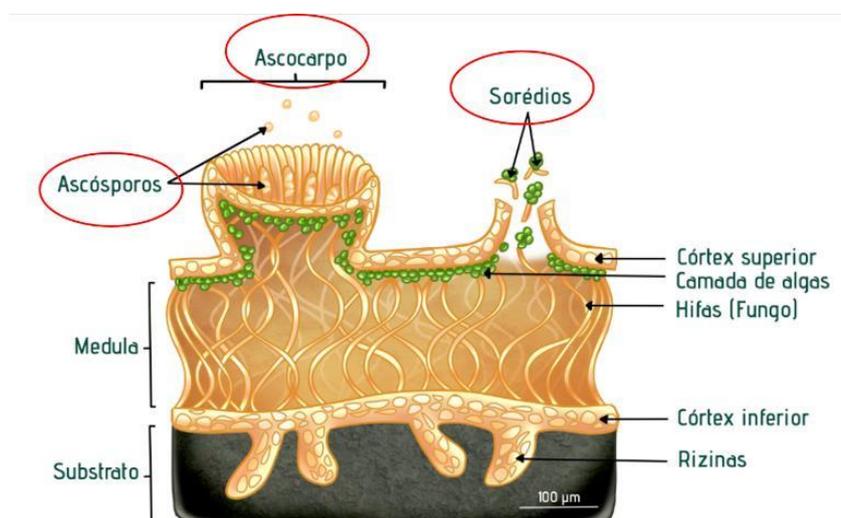


Figura 7- Representação da reprodução dos líquens (sexuada/indireta e assexuada/direta), demonstrando o sorédio, ascocarpo e os ascósporos.

Fonte: OLIVEIRA JUNIOR, 2020.

3.5 Líquens comuns no Bioma Cerrado

Segundo JUNGBLUTH (2006) a microbiota encontrada no cerrado são denominados da família Parmeliaceae, sendo a mais abundante e diversificada. Foram encontradas cerca de 95 espécies as quais pertencem a 12 gêneros, sendo:

Bulbothrix, Canomaculina, Canoparmelia, Flavoparmelia, Hypotrachyna, Myelochroa, Parmelinella, Parmelinopsis, Parmotrema, Punctelia, Relicina, Rimelia.

3.6 Arte Rupestre como Registro Arqueológico

Considerando que o sítio arqueológico se insere na paisagem em um contexto ambiental e cultural diversos aspectos podem ser determinados temporalmente e as representações culturais podem ser moldadas ou ressignificadas pelos grupos humanos em suas práticas cotidianas. Neste contexto uma das mais importantes e simbólicas evidências culturais é representada pela arte rupestre. A escolha dos lugares para a reprodução da arte rupestre, como também a configuração da distribuição espacial e ambiental, estariam relacionadas aos aspectos culturais e étnicos dos grupos pré-históricos e constituem aspectos relevantes na pesquisa arqueológica (FIORI, 2007; 2011; SOUZA, 2016). O conhecimento e interpretação de um sítio arqueológico demanda a análise dos aspectos culturais representados por objetos e materiais obtidos nas escavações, além dos aspectos da cultura material de cunho simbólico, representado pela arte rupestre, que compreende pinturas e gravuras.

As pinturas rupestres são formas culturais de nos reportamos à memória dos povos ancestrais. A memória cultural ocorre por meio da grafia-desenho, uma maneira de guardar a síntese do desenvolvimento, que consistia em escrever através de símbolos, traços, formas e deixar registrado no barro, no traçado de uma folha de palmeira transformada em cestaria, na parede etc. (KLEIN, 2004).

As pinturas rupestres foram uma das formas de comunicação, possivelmente a mais significativa para o período de até 26.000 anos atrás. Tiveram um papel transmissor na comunicação dos grupos ancestrais, pois através dela podiam entender o mundo que os cercava a partir de suas imagens que retratavam os mais variados aspectos da vida cotidiana, do período e as ideias de interesse social. No mundo ancestral, a técnica para transmitir o conhecimento foi através das pinturas, onde deve ter ocorrido com facilidade e teria tido seu processo de construção naquele meio social, no qual muitos entendem como rústico e que apresentava as condições

ambientais para aquela prática. As rochas, os lascamentos e as cores contribuíram para o desenvolvimento mental humano (JUSTAMAND, 2014).

Com relação aos aspectos arqueológicos da pesquisa que compreendem as questões relativas às pinturas rupestres, os pigmentos utilizados nas pinturas são constituídos de matérias primas encontradas facilmente na natureza, como pigmentos de origem mineral, frequentemente óxidos de ferro e de alumínio em particular minerais de argila, carvão, ossos carbonizados e vegetais misturados aos aglutinantes, constituídos normalmente por gordura animal, clara de ovo, excrementos (principalmente de morcegos), além de ceras e resinas vegetais que proporcionavam viscosidade e contribuíam para a fixação dos pigmentos. Com isso o processo feito era o tritramento dos elementos sólidos com posterior adição dos aglutinantes (GOMES *et. al.*, 2014, FIORI, 2007, 2011).

Segundo ALVES *et. al.*, (2011) os pigmentos de pinturas rupestres eram preparados de precursores naturais; as cores eram obtidas a partir de ocreos ricos em óxidos de ferro (hematita, $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$, e goethita, αFeOOH), carvão vegetal, ossos queimados e óxido de manganês (MnO_2), entre outros minerais.4,8-10 É possível também que tenham sido feitas pinturas à base de pigmentos vegetais, que desapareceram totalmente no decorrer do tempo.

As pinturas e gravuras podem ocorrer em paredes e tetos dos abrigos, além de lajedos o que as torna sujeitas aos diversos processos de intemperismo que acabam contribuindo para os desenvolvimentos de pátinas, líquens ou escorrimentos provenientes da presença de soluções diversas, carbonatos, fosfatos, além de ácidos húmicos (PAULINO & RESENDE, 2019).

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1 Aspectos Naturais

No estado de Goiás o complexo arqueológico de Serranópolis constitui uma das áreas mais importantes para a compreensão da ocupação do cerrado por populações pré-históricas a partir do final do Pleistoceno, início do Holoceno. Atualmente, os sítios arqueológicos estudados na década de 70, são novamente objeto de estudos com novas abordagens que buscam a integração dos diferentes aspectos da cultura material (SCHMITZ *et al.*, 1985; 1989, 2004; 2015; RUBIN, 2017). O estudo foi desenvolvido em um dos sítios arqueológicos do complexo de Serranópolis localizado no sudoeste do estado de Goiás (Figura 8), mais especificamente no sítio GO-JA-02 (Figura 9), situado na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Verde, margem esquerda, entre dois cursos d'água, o córrego Canguçu e o Bela Vista, nas coordenadas UTM 22K 0389715/7984538, posicionado a cerca de 750 metros de altitude (ARAUJO, 2020).

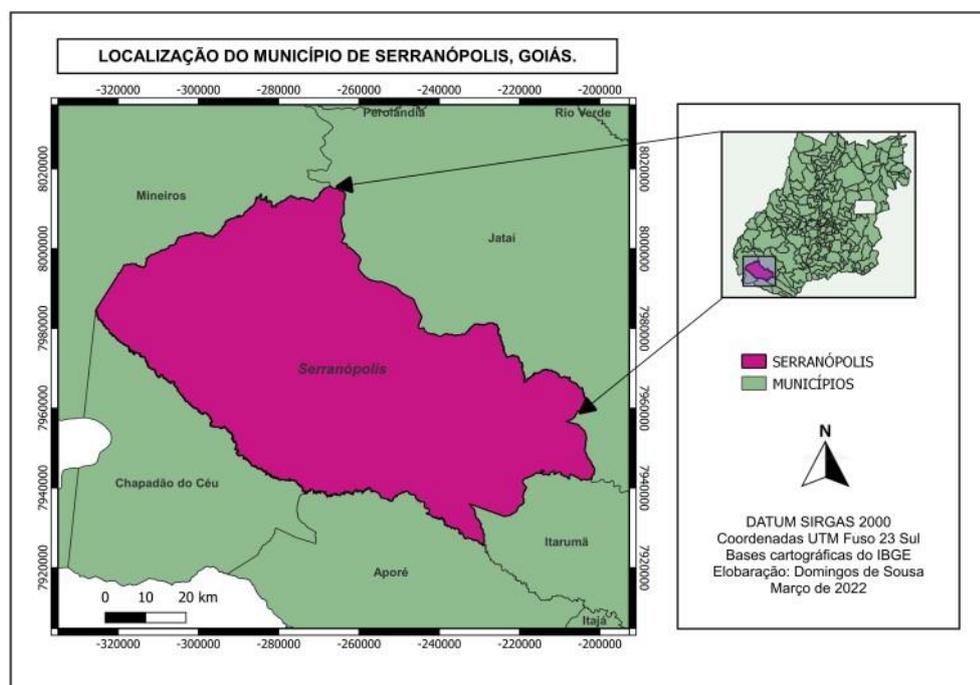


Figura 8- Localização do Município de Serranópolis-GO.

Fonte: ARAUJO, 2020.

O abrigo que constitui o sítio arqueológico resulta da ação do metamorfismo de contato gerado pelos derrames de basalto sobre os arenitos da formação Botucatu,

processo este ocorrido no Jurássico e que possibilitou a formação de níveis mais compactos e resistentes que vão constituir o teto dos abrigos da região. As paredes podem apresentar diferentes graus de compactação e diversas estruturas que interferem nos tipos de representações rupestres observadas nos sítios, onde os registros indicam ocupação pré-histórica a partir de cerca de 11.000 anos AP (Antes do Presente), (SCHMITZ *et. al.*, 1989; SCHMITZ, 1997, SCHIMTZ *et al.*, 2015).



Figura 9- Localização do Município de Serranópolis-GO.

Fonte: Acervo Projeto Serranópolis, 2019.

A região do complexo arqueológico de Serranópolis-GO, caracteriza-se atualmente por uma paisagem ou um contexto ambiental marcado pela ocorrência de fitofisionomias do bioma Cerrado que constitui um complexo vegetacional com diversas fitofisionomias organizadas segundo formações vegetais em função da densidade da vegetação, da altura dos elementos botânicos e do conjunto de espécies (RIBEIRO & WALTER, 2008).

Neste contexto são identificados no bioma Cerrado 3 formações vegetais, com diversas fitofisionomias cada. A formação florestal inclui as matas ciliares e de galeria, as Matas secas sempre verdes ou semidescíduas e o cerradão. A formação savânica indica uma vegetação aberta com dois estratos, um arbóreo-arbustivo e outro herbáceo, que definem a partir a proporção entre os dois estratos as fitofisionomias

de cerrado denso, cerrado *sensu stricto*, campo cerrado e cerrado rupestre, além das veredas e palmeirais, enquanto a formação campestre inclui as fitofisionomias abertas de campo, e campo rupestre (RIBEIRO & WALTER, 2008). A discussão sobre a definição dos tipos de vegetação que compreendem o bioma Cerrado tem levado também alguns autores a entender as formações abertas como “ecótonos” ou formas intermediárias entre as florestas e os campos (COUTINHO 1978, 2002).

A partir das definições estabelecidas pela EMBRAPA Cerrados (RIBEIRO & WALTER, 2008) quanto aos parâmetros que definem as fitofisionomias (Figura 10) do bioma Cerrado, apesar da grande antropização da região por ação da implantação de monoculturas de soja, milho e cana de açúcar, é possível ainda identificar na área de estudo algumas fitofisionomias remanescentes da vegetação natural.



Figura 10- Bioma cerrado, com indicação das formações vegetacionais e fitofisionomias com ressaltado das unidades de ocorrência junto ao sítio GO-JÁ-02, representadas por mata ciliares e mata-seca semidecídua.

Fonte: Ribeiro e Walter, 2008.

Desta forma junto aos córregos ocorrem Matas de Galeria não inundáveis em diferentes graus de preservação e largura da faixa de vegetação. Junto ao paredão rochoso onde se insere os abrigos e mais especificamente o abrigo GO-JÁ-02 a vegetação corresponde a fitofisionomia Mata Seca Semidecídua (Figura 11).

A evolução da vegetação do Cerrado ao longo do período geológico apresentou grandes mudanças, como por exemplo a adaptação ao fogo. As fitofisionomias deste

ambiente contribuíram na formação dos abrigos, onde a vegetação e fauna juntamente com agentes intempéricos físicos e químicos moldaram os interiores dos abrigos.

Os aspectos climáticos e paleoclimáticos na região de Serranópolis e do local da pesquisa em questão, constituem um dado fundamental uma vez que o desenvolvimento de líquens e fungos apresenta uma relação direta com estes aspectos e as alterações climáticas que ocorreram desde o início do Holoceno.



Figura 11- Vegetação na frente do abrigo GO-JÁ-02 no período de chuva (1) e no período de seca (2) representando uma mata Seca Semidescídua.

Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

Atualmente o clima se caracteriza por uma distribuição desigual das chuvas, na qual ocorre um período de seca com duração média de 4 a 6, entre abril e setembro que constitui o inverno, onde as médias pluviométricas mensais se situam em cerca de 50 mm, constituindo o inverno. O período chuvoso de outubro a março, que corresponde ao verão apresenta médias pluviométricas da ordem de 200 mm sendo que o pico da fase úmida que se situa nos meses de dezembro e janeiro atinge valores da ordem de 300 mm/mês. Embora se defina uma estação de inverno e uma de verão as médias de temperatura são elevadas ao longo de todo o ano, entre 20°C a 25°C (figura 12), constituindo este um dos fatores que auxiliam na proliferação de líquens e fungos.

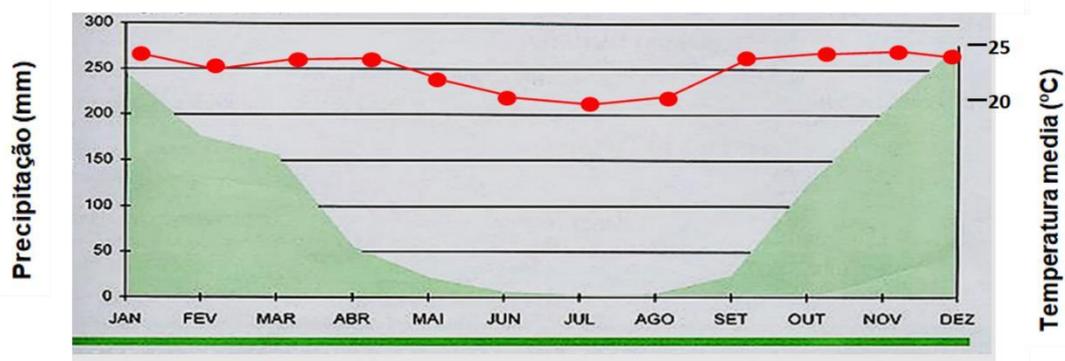


Figura 12- Síntese do regime climático nas áreas de cerrados com dados de precipitação e temperatura médias anuais.

FONTES: COUTINHO (2006)

Os fatores climáticos constituem um dos aspectos mais importantes nos processos de proliferação e dispersão de líquens pelo ambiente, além de interferir nas fontes de alimentação. Segundo JUNGBLUTH (2006) gêneros e espécies de líquens contêm a capacidade de tolerar ambientes secos e quentes, como exemplo pode-se citar o gênero *Canoparmelia* (Figura 13) com cerca de 45 espécies no mundo, com 20 espécies descritas no Brasil sendo comuns em áreas abertas de clima quente como os cerrados. Os aspectos climáticos e a dispersão dos esporos pelo vento contribuem também para a instalação dos líquens em áreas urbanas.



Figura 13- Gênero *Canoparmelia*

Fonte: JUNGBLUTH, 2006.

4.2 Aspectos Culturais

O complexo arqueológico de Serranópolis-GO, situado no sudoeste do estado de Goiás, compreende um conjunto de sítios arqueológicos predominantemente do tipo abrigo-sob-rocha que vem sendo estudado desde a década de 70, com escavações que evidenciaram algumas das datas de ocupação mais antigas do centro-oeste, no limite Pleistoceno/Holoceno (SCHMITZ, *et al.*, 1984; SCHMITZ *et al.*, 1989).

Os estudos efetuados por Schmitz e equipe evidenciaram através de escavações nos sítios GO-JÁ-01 e GO-JÁ-02, situados no mesmo contexto geológico, algumas tradições culturais baseadas fundamentalmente nos vestígios da cultura material. A partir 11.000 anos AP até cerca de 9.000 a 8.500 anos AP ocorreu um conjunto marcado pela ocorrência de material lítico com raspadores unifaciais plano convexos, denominados "lesmas", além de outras peças como lâminas, talhadores, machados e mós, destinados a atender as funções de cortar, furar, raspar, alisar e esmagar, representando um conjunto lítico ligado à exploração dos cerrados (SCHMITZ, 1989; 1994; BARBOSA & SCHMITZ, 1998).

A tradição Itaparica permanece nos abrigos até cerca de 8.500 anos AP quando é substituída por um conjunto cultural identificado por instrumentos pouco elaborados, menores e produzidos por novas técnicas cuja matéria prima compreende além de quartzo, quartzito e calcedônica, típicos da Tradição Itaparica, a presença de conchas e ossos (Schmitz & Barbosa, 1994). Nesse período que foi caracterizado como Fase Serranópolis há o registro de um aumento nas camadas de cinzas das fogueiras acesas no interior dos abrigos e de sepultamentos (SCHMITZ *et al.*, 1989; BARBOSA *et al.*, 1994).

A fase Serranópolis se estende até cerca de 6.500 AP quando o registro de ocupações pré-históricas na região muda completamente quando os abrigos tornam-se desocupados ou apresentam evidências de ocupações esporádicas. Em abrigos com depósitos estratificados em Serranópolis (GO) há descontinuidade entre as camadas que registram a ocupação das destes horizontes culturais marcados pela presença de material lítico e associados a grupos caçadores e coletores e a próxima sequência cultural que corresponde aos primeiros ceramistas que surgem por volta de

2.400 anos AP em que o ambiente era provavelmente semelhante ao atual (BARBOSA *et al.*, 1994; BARBERI & LIMA-RIBEIRO, 2008).

Uma outra evidência cultural documentada e descrita também através dos primeiros trabalhos de SCHMITZ (1989) em Serranópolis é representada pela arte rupestre que na região de Serranópolis se expressa através de pinturas e gravuras. Para a região foram identificados cerca de 40 abrigos que se distribuem em 5 núcleos, (SCHMITZ, *et al.*, 1984), distribuídos ao longo do Rio Verde em uma faixa de 25 km. A grande maioria dos abrigos apresenta pinturas rupestres e /ou gravuras em diferentes densidades de registros, com figuras zoomorfas, geométricas apresentando colorações predominantes em tons de vermelho óxido (SCHMITZ, *et al.*, 1984; SCHMITZ, 1984; 1989).

O sítio GO-JA-02 inserido no núcleo A e objeto de estudo neste trabalho constitui atualmente uma área de pesquisa retomada em 2018 através do projeto

“Escavação do Sítio Arqueológico GO-JA-02, Serranópolis, Goiás”, coordenado pelo professor Dr. Julio Cezar Rubin de Rubin com apoio financeiro da Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Goiás – FAPEG e do Conselho Nacional de Pesquisa e Tecnologia – CNPQ.

No sítio GO-JA-02 a arte rupestre está representada por pinturas e predominantemente por gravuras localizadas nas paredes do abrigo. Ao longo do tempo as mudanças geológicas e climáticas e os processos de intemperismo atuaram sobre as pinturas e gravuras rupestres que estão sujeitas também a problemas de conservação pela ação de intervenções antrópicas (Figura 14).



Figura 14- Abrigo sob rocha no complexo arqueológico de Serranópolis, sudoeste de Goiás.

Fonte: Barberi, M., 2017.

A arte rupestre representa um dos mais importantes aspectos da cultura material do complexo arqueológico de Serranópolis, caracterizando o registro da ocupação humana, constituindo um dado arqueológico. Estudos desenvolvidos com o propósito de verificar a situação e o estado de preservação das pinturas evidenciaram impactos devido à ação de processos de intemperismo que promovem o desenvolvimento de patinas sobre as pinturas, da ação da biota principalmente de insetos e da presença de líquens variados que atuando sobre as pinturas e gravuras contribuem para sua degradação (PAULINO & RESENDE, 2019; PROUS, 2006).

Portanto, as mudanças geológicas e climáticas atuam sobre as pinturas e gravuras rupestres que estão sujeitas a vários problemas de conservação, tanto naturais quanto antrópicos. Embora algumas obras mantenham um bom estado de conservação ao longo dos anos, isso não significa uma conservação permanente ao longo do tempo geológico pois os maiores agentes agressores das pinturas são ambientais e naturais como intemperismo químico e físico, além de fatores biológicos.

Mais especificamente a ação de líquens e fungos no abrigo GO-JÁ-02, atuaram recobrando as pinturas e gravuras e contribuíram também para o deslocamento de superfícies que continham registro da arte rupestre além de atuarem na intensificação dos processos intempéricos (Figura 15).



Figura 15- Líquens e fungos recobrimo as pinturas e gravuras e contribuíram também para o deslocamento de superfícies.

Fonte: Barberi, M., 2017.

5. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada no desenvolvimento deste trabalho compreende um conjunto de atividades que incluem pesquisa bibliográfica, atividades de campo e de laboratório. O protocolo para o desenvolvimento dessas atividades de campo e de laboratório, considerando tanto as coletas de campo quanto os procedimentos de laboratório para identificação do material foi baseado nos trabalhos de CACERES (2007) E OLIVEIRA JR (2020).

Em decorrência da COVID 19, primeiramente foi desenvolvido um plano baseado principalmente na pesquisa bibliográfica sobre os líquens que se desenvolvem sobre superfícies rochosas em áreas com predominância de vegetação relacionada ao bioma Cerrado, além dos tipos de líquens que ocorrem no Cerrado (Anexo 2) considerando também os aspectos climáticos. Paralelamente foram desenvolvidos estudos voltados à identificação da composição dos pigmentos e materiais utilizados por populações pré-históricas na elaboração das pinturas rupestres e o impacto que a ação dos líquens, promovem sobre esse tipo de representação cultural.

5.1 Atividades de Campo

O trabalho de campo teve como foco a coleta, o registro fotográfico de líquens e fungos que ocorrem sobre o substrato rochoso do sítio GO-JÁ-02 do complexo arqueológico de Serranópolis.

Nesta etapa buscou-se também desenvolver uma observação sistemática quanto à proliferação dos líquens sobre as pinturas presentes no abrigo, as características dos líquens quanto à ocorrências dos mesmos em diversos pontos do abrigo, principalmente quanto às condições de insolação, o tipo do substrato com relação às variações de composição e granulometria da rocha, fraturamento da rocha, verificação da degradação e da deterioração da rocha suporte em que se encontra o conjunto líquênico, e aspectos relacionados à luminosidade, umidade e da vegetação, visando facilitar e identificar as espécies de líquens e a presença de algum controle sobre o local de ocorrência e proliferação dos mesmos.

Na segunda fase de campo foram coletadas amostras em um raio de cerca de 1km do abrigo onde foram desenvolvidas as pesquisas arqueológicas e a escavação, atendendo sempre aos critérios de preservação do patrimônio arqueológico e das pinturas rupestres, portanto as coletas eram sempre precedidas de uma análise criteriosa para a verificação da ausência deste registro nos locais de coleta.

No campo primeiramente ocorreu a observação e a identificação dos aspectos físicos dos líquens, logo após a visualização, ocorreu o procedimento de registro fotográfico e o posicionamento das ocorrências de líquens com relação às unidades espaciais definidas no mapeamento de detalhe do abrigo com a posterior retirada do material realizada da seguinte forma:

1. Raspagem de forma cautelosa com uso de espátula em locais de ocorrência de fungos ou líquens, sempre após a verificação da ausência de registro arqueológico como as pinturas no local;
2. Acondicionamento do material retirado em saco de papel tipo kraft;
3. Etiquetagem das amostras com indicação de local de coleta, data e coletor;
4. Encaminhamento das amostras ao Laboratório de Paleoecologia da PUC Goiás para posterior análise e identificação.

No decorrer a pesquisa foram realizadas 2 fases de trabalhos de campo, uma no período de setembro a outubro de 2021 e outra no decorrer de abril de 2022. Cada fase contou com cerca de 4 etapas de campo de 4 dias cada nas quais as amostras foram coletadas por diferentes pesquisadores, indicados na planilha, porém todos seguindo o mesmo protocolo de coleta, perfazendo um total de 31 amostras coletadas.

5.2 Atividades de Laboratório

A entrada das amostras coletadas no laboratório e a análise das mesmas atendem também a procedimentos padrões conforme descritos a seguir (Figura 16, 17, 18, 19):

1. Tombamento das amostras em livro de registro indicando para cada amostra dados referentes ao número de laboratório, local de coleta, número de campo, data da coleta, coletor, observações gerais e características observadas na análise preliminar (Anexo 1);

2. Armazenamento das amostras em temperatura ambiente e eventualmente em condições refrigeradas para aquelas destinadas à elaboração de meio de cultura;
3. Identificação das amostras de forma macroscópica com uso de lupa, a partir das características morfológicas como a coloração, o protalo, presença ou ausência de lobos, entre outras estruturas macro morfológicas, com a utilização de um estilete para remover o líquen do substrato;
4. Análise microscópica de lâmina preparada a partir dos seguintes procedimentos:
 - a. Corte fino do líquen executado com lâmina de barbear;
 - b. Colocação dos líquens cortados sobre lâmina de vidro com uma a duas gotas de água destilada, recoberta em seguida por lamínula;
 - c. em seguida coloca a lamínula sobre o corte;
5. Identificação do material preparado em lâmina a partir da comparação com catálogos e bibliografia referente ao material.



Figura 16- Preparo das placas com o meio de cultura no ágar batata, utilizando soro fisiológico, Alça de platina, placas petri e lamparina a álcool.

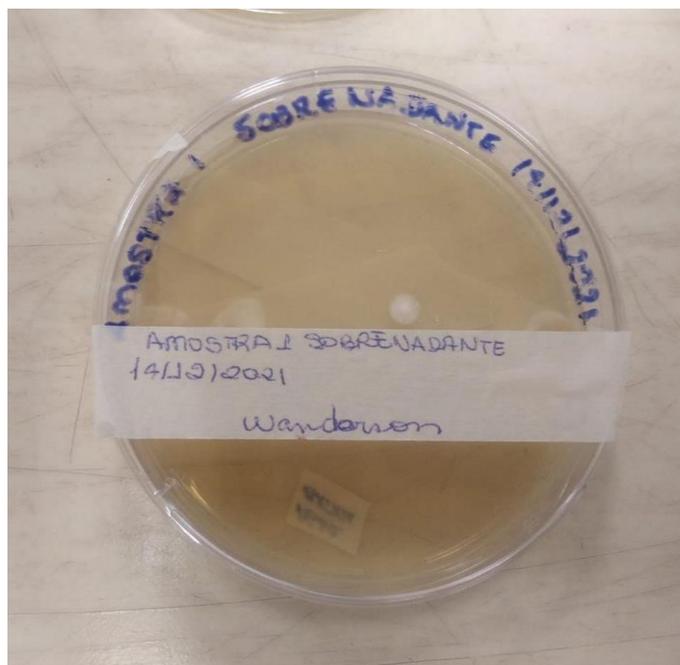


Figura 17- Amostra A1S (amostra 1 sobrenadante) com meio de cultura ágar batata.

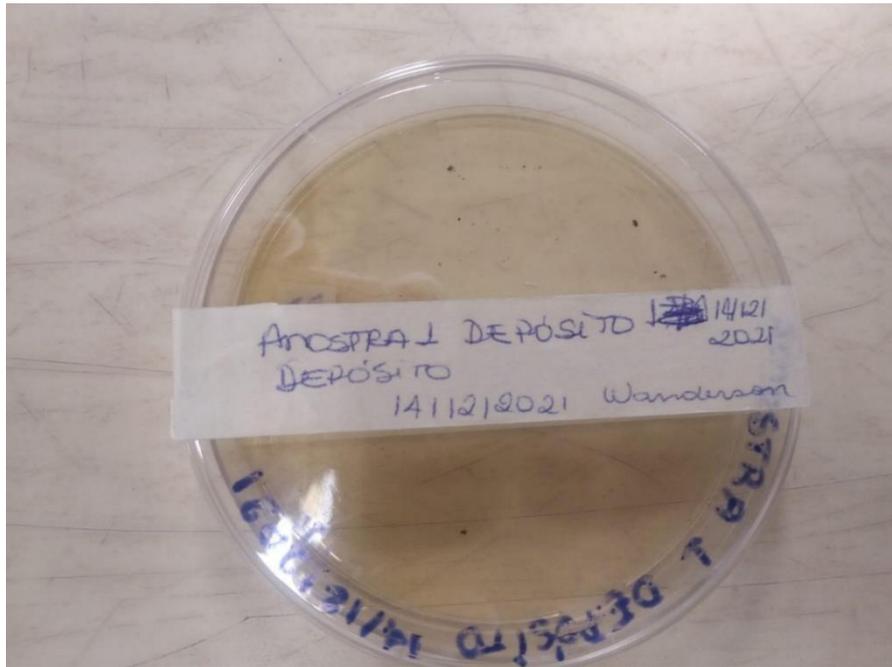


Figura 18- Amostra A1D (amostra 1 depósito) com meio de cultura ágar batata.

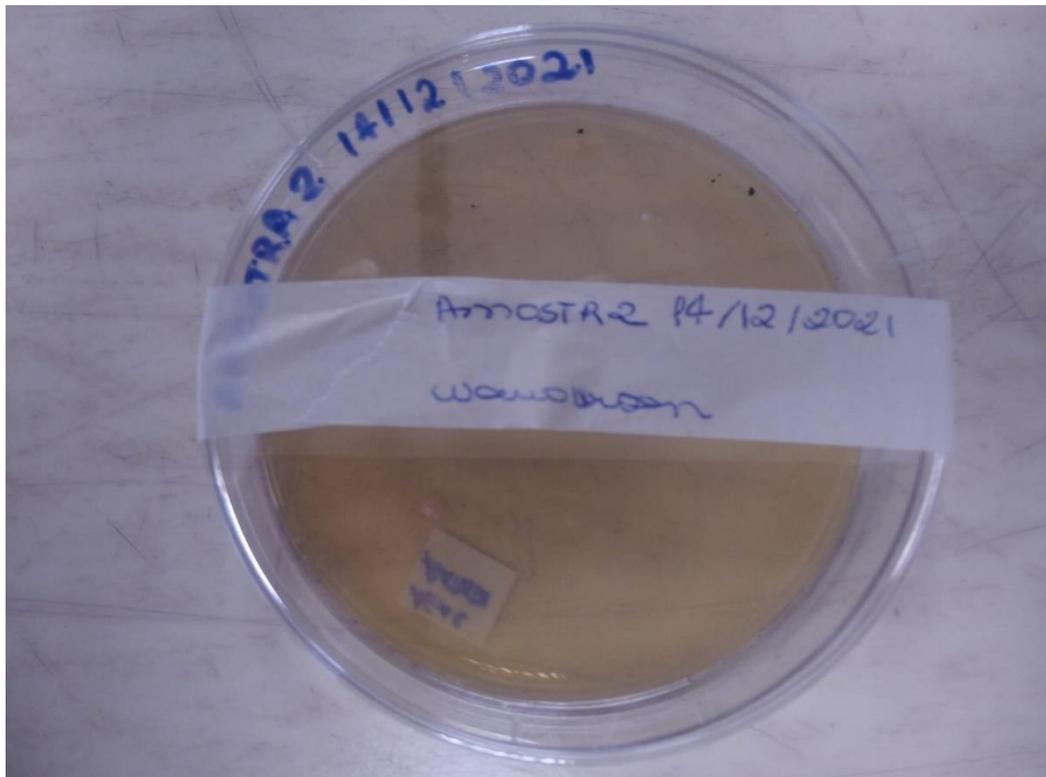


Figura 19- Amostra A2R (amostra 2 Rocha) com meio de cultura ágar batata.

6. RESULTADOS e DISCUSSÃO

A região de Serranópolis situada no sudoeste do estado de Goiás e local da pesquisa em questão, onde ocorre o desenvolvimento de líquens e fungos apresenta uma relação direta com os aspectos climáticos. Neste sentido condições climáticas específicas possibilitam a ocorrência de fatores que danificam as pinturas rupestres, podendo ocorrer danos leves (apenas uma proliferação por cima, podendo tirar sem prejudicar), moderados (ocorrendo perda parcial e/ou danos as pinturas) ou graves (perda total da pintura). Assim a estética e a autenticidade das pinturas e gravuras rupestres ficam sujeitas a vários problemas de conservação, tanto naturais quanto antrópicos (AGUIAR, 1986; ROSA & VAZ-SILVA, 2020).

6.1 Líquens no GO-Ja-02:

Sendo os líquens, possuindo a capacidade de se desenvolverem sob condições ecológicas agitadas e suportarem a exposição ao calor da luz solar, às mudanças de temperatura extremas e a longos períodos sem água. Como também suportarem ambiente extremamente Frio, a atividade fotossintética se ativa quando há disponibilidade de água e luz, assim permitindo-os colonizar habitats inóspitos.

À vista disso os líquens e os fungo que desenvolvem em rochas são nomeados como saxícolas, a proliferação dos líquens saxícolas ao longo dos anos acarretou a sua expansão sobre o paredão do sítio GO-Ja-02 (Figura 20), assim se estendendo e desenvolvendo sobre as pinturas e gravuras (Figura 21), onde possui um ambiente favorável para a sua proliferação. Os tipos de líquens identificados no sítio GO-JA-02, foram o gênero *Parmocrema*, o gênero *Physcia* e o gênero *Catillaria*, e o fungo identificado no sítio GO-JA-02 foi o gênero *Tremella sp.*

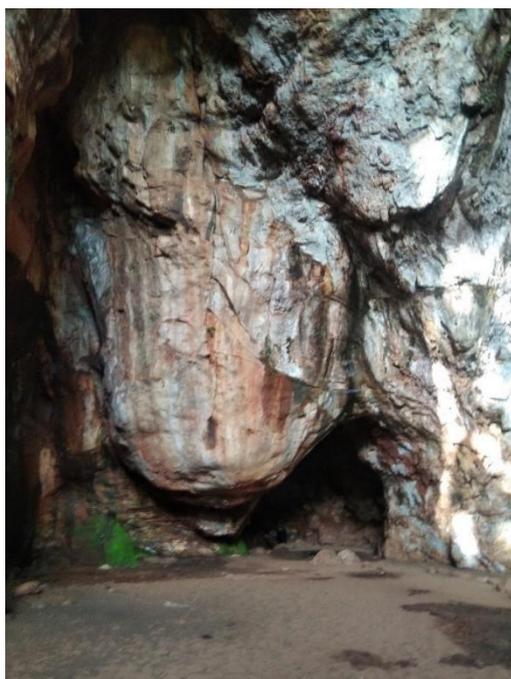


Figura 20 - Parede com a pinturas e gravuras rupestres sendo encobrido por líquens do Gênero: *Physcia*.
Fonte: BARBERI, M. 2019.



Figura 21- Pintura rupestre com figura zoomorfa e presença de líquens crostosos de coloração branca desenvolvendo pátina sobre o substrato rochoso.
Fonte: BARBERI, M. 2019.

6.1.1 Resultados das Análises Macroscópicas

Nas análises macroscópicas foram analisadas a coloração, a forma, textura e o tipo de estrutura reprodutiva (apotécio, peritécio, lirelas). A partir da análise macroscópica das amostras coletadas no sítio G-Ja-02 e em outras localidades do Complexo arqueológico de Serranópolis foram identificados líquens, fungos descritos a seguir, além de microalgas não classificadas e cianobactérias:

LIQUENS

Gênero: *Parmocrema* (Figura 22),

Hábito: Folhoso

Coloração: verde para o branco, branco.

Textura: folhosa.

Estrutura reprodutiva: não visualizada.

Ambiente de ocorrência: Rochas, Troncos.



Figura 22- Gênero *Parmotrema*.

Fonte: Arquivo Projeto Serranópolis, 2022.

Gênero: *Phycia*. (Figura 23)

Hábito: crostoso

Coloração: branca, preta para cinza, verde e branco.

Textura: crostosa

Estrutura reprodutiva: não visualizada.

Ambiente de ocorrência: Rochas, Troncos.



Figura 23- Gênero *Physcia*.

Fonte: Arquivo Projeto Serranópolis, 2022.

Gênero: *Catillaria*. (Figura 24)

Hábito: crostoso

Coloração: Amarelo para o cinza

Textura: crostosa

Estrutura reprodutiva: não visualizada.

Ambiente de ocorrência: Rochas, Troncos.



Figura 24- Gênero: *Catillaria*.

Fonte: Arquivo Projeto Serranópolis, 2022.

FUNGOS:

Gênero: *Tremella sp.* (figura 25)

Hábito: crostoso

Coloração: preta.

Textura: crostosa

Estrutura reprodutiva: não visualizada.

Ambiente de ocorrência: Rochas.



Figura 25- Gênero: *Tremella sp.*

Fonte: Arquivo Projeto Serranópolis, 2022.

Algas:

Nas amostras do sítio GO-JA-02 coletadas e identificadas algas litófitas a qual se desenvolvem sobre o substrato rochoso, onde são consideradas alga subaéreas (Figura 26).



Figura 26- Microalgas no sítio GO-JÁ-02.

Fonte: Arquivo Projeto Serranópolis, 2022.

6.1.2 Resultados das Análises Microscópicas

As análises laboratoriais foram feitas conforme o protocolo segundo CACERES (2007) e OLIVEIRA JR (2020). Primeiramente foi elaborado um meio de cultura para a identificação do microrganismo, após feita a cultura no aguar batata sendo 6 placas (Figura 27). Após este procedimento foram realizadas as replicações no aguar nutriente, sendo feitas 2 vezes as repetições. Logo após as repetições foram utilizadas as lâminas para visualização microscópicas sendo identificadas algas na amostra.

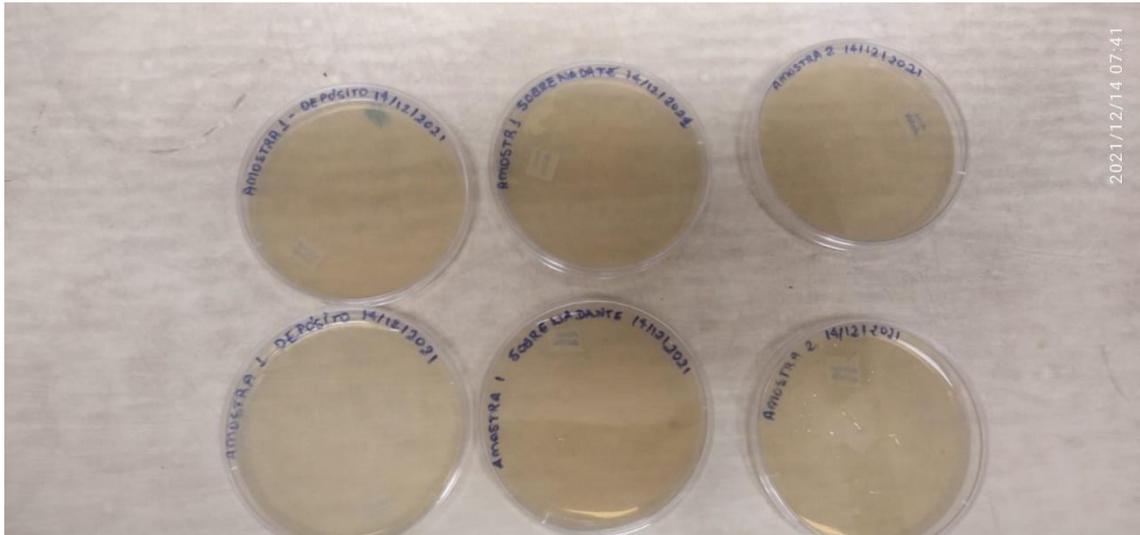


Figura 27- Meios de cultura para a identificação do microrganismo

Teste 1: Data 14/12/2021:

Foi analisada apenas amostra do sítio GO-Ja-14, sendo apresentado o mesmo aspecto no sítio GO-Ja-18 e GO-Ja-02.

As amostras LP24 e LP25 (Anexo) analisadas, estavam em conservação no álcool e em um substrato. As amostras apresentavam machas brancas, e a análise buscou verificar se o material era fungo ou líquen. Para a identificação dessas amostras foi utilizado primordialmente o meio de cultura ágar de batata e logo após o ágar nutriente. As análises contaram com a orientação e colaboração da professora MSc Ana Maria Furtado. Foram realizados dois tipos de testes, sendo primeiro o meio de cultura e as análises no microscópicas, sendo os testes feitos em dias diferentes:

Teste 1: Data 14/12/2021:

As amostras utilizadas a LP24 e LP25, sendo uma conservada em álcool e a outra no substrato, ambas amostras vindas dos sítios arqueológicos GO-Ja-18 e GOJa-02.

Para estas amostras o procedimento compreendeu as seguintes etapas:

- Elaboração de placas com o meio de cultura ágar de batata, utilizando a diluição X, Swabe e soro fisiológico, sendo realizadas 6 repetições, sendo:
- Amostra 1- fungo no álcool, com a identificação de sobrenadante (A1S) e deposito (A1D), onde foram feitas 4 repetições, sendo duas da A1S, e duas da A1D. Na amostra 1 foi utilizada a alça de platina (Figura) para a transferência do material que está conservado no álcool. Para a transferência do material foi utilizada a lamparina a

álcool para esquentar a ponta da alça de platina a fim de fazer a transferência para a placa de petri com o ágar batata.

- Amostra 2 - a amostra do substrato, material sólido na rocha (A2R). Neste processo de identificação foram utilizados o soro fisiológico e o swab, sendo realizadas duas repetições. Na amostra 2 foi utilizado o soro fisiológico no swab e feito o esfregaço no material e transferido para as placas de petri com o ágar batata.

Ambas as amostras foram plaqueadas no dia 14/12/2021 em ágar batata. São no total 2 repetições para o A1S, A1D e A2R.

No dia 17 de dezembro de 2021 foi feita a primeira verificação da as amostras no ágar batata, sedo:

Amostra 1 deposito – foram feitas duas placas para essa amostra, sendo que uma delas continha a possibilidade de desenvolvimento de microrganismo.

Amostra 1 sobrenadante – sendo feitas duas placas também para esta amostra, onde a primeira placa continha microrganismo, sendo um bolor branco pequeno. Na segunda placa foi visto também um bolor branco porém mais espesso.

Amostra 2 – forma feitas duas placas também para esta amostra, sendo a primeira placa encontrada microrganismo, também sendo um bolor branco. Na segunda placa sendo visto o bolor branco.

Teste 2: Data: 21/03/2022:

Com o crescimento da cultura do primeiro teste, foi efetuado um segundo teste, no qual feito um repique das amostras 1 e 2, sendo ambas da amostra A2R, sendo feito um novo teste onde foram colocados no ágar nutriente.

- A2R (amostra 2 rocha) foi dividido em duas placas:
- Colônia 1 (A2R1)- o meio de cultura utilizado o ágar nutriente.
- Colônia 2 (A2R2)- o meio de cultura utilizado o ágar nutriente.

Sendo em ambas com a cultura em um lado da placa.

Na amostra 1 foi somente utilizado o A1S, sendo posto também no meio ágar nutriente, assim colocados na placa em ambos os lados.

Teste 3: Data: 25/04/2022

Foi realizado novamente um repique da amostra de deposito utilizando a alça de platina e a lamparina para a transferência para uma nova placa de Petri com o meio ágar nutriente.

Teste 4: Data: 28/04/2022

No teste 4 foi realizada a elaboração das lâminas para a identificação do material. Utilizou-se o soro fisiológico e a alça de transferência (plástica), neste procedimento foram utilizadas , onde não foi encontrado nenhum material.

Teste 5: Data:19/05/2022

No teste 5 refeito novamente novas lâminas para a identificação, utilizando-se soro fisiológico, lâmina, lamínula, lamparina e alça de transferência.

Utilizou-se soluções como o Hidróxido de Potássio (KOH) a 20% e água sanitária para a identificação.

O uso do KOH foi para fazer a quebra da parede celular e água sanitária para a tentativa de obter uma melhor visualização.

Assim não se obtendo novamente um resultado.

Teste 6: Data: 07/05/2022

No teste 6 foram feitos novos teste, com a utilização dos mesmos materiais utilizados no anterior, sem o KOH e com o acréscimo do corante azul de metileno, sendo identificada apenas bactérias cocos, com a coloração azul (Figura).

Teste 7: Data: 30/05/2022

No teste 7 foram feitas novos teste, assim procedendo a utilização dos mesmos materiais utilizados nos anteriores, sem a utilização do corante azul de metileno e com a utilização do KOH e Lugol.

Sendo identificadas algas clorofíceas, líquens através das estruturas quebradas e bactérias. Na primeira lâmina se obteve a estrutura de um possível fungo (Figura 28), além da presença de clorofíceas em colônia. Na segunda lâmina sem a lamínula, só houve a presença de clorofíceas em colônia (Figura 30). Na terceira lâmina sem o KOH, houve somente a presença de bactérias.

Após os 7 testes verificou-se que o material possibilitava ter filamentos de fungo (Figura 28), porém se torna inviável a identificação pela sua fragmentação, o tornando difícil para a identificação, sendo assim foi somente identificado a bactéria cocos (Figura 29) e a alga clorofícea (Figura 30).



Figura 28- Filamentos de fungo fragmentado.

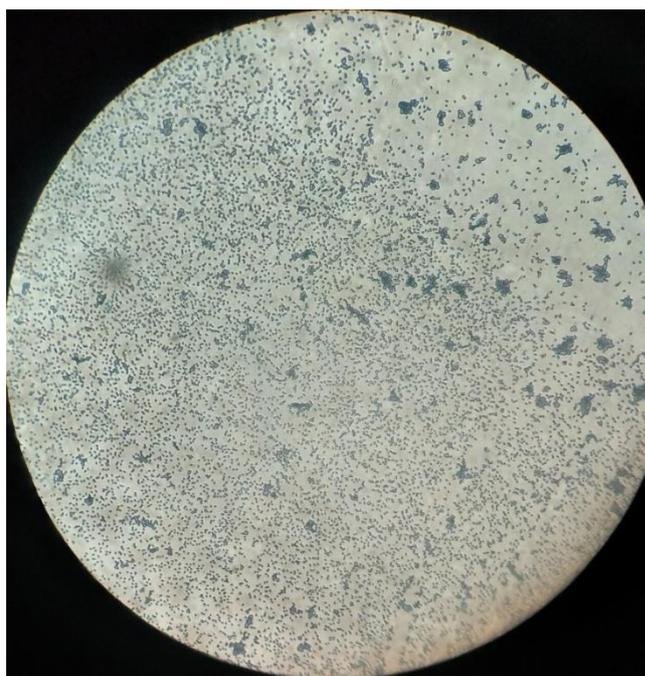


Figura 29- Bactérias coccus do sítio arqueológico GO-Ja-02, identificada no laboratório do bloco G, PUC-GO.

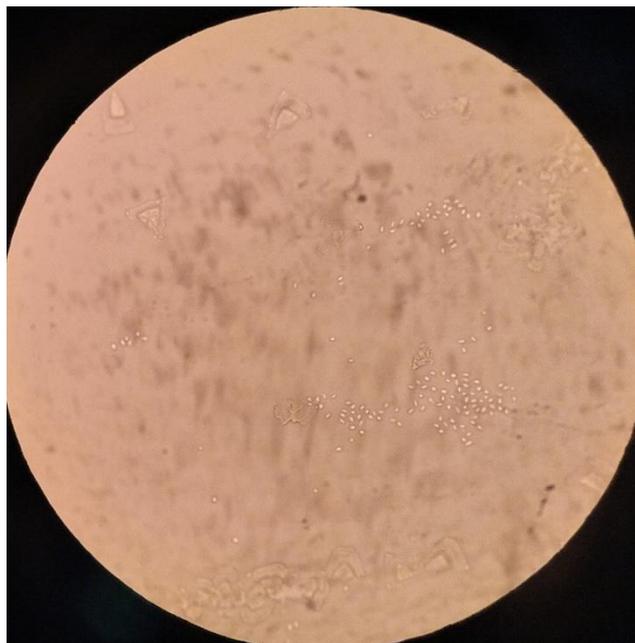


Figura 30- Algas clorofíceas do sítio arqueológico GO-Ja-02, identificadas no laboratório do bloco g, PUC-GO.

6.2 impactos da comunidade liquênicas e fúngica:

A biodeterioração em pinturas ocorre com ataque de microrganismos, com isso demonstram que a população de microrganismos contaminantes das pinturas externas é constituída por fungos, cianobactérias, algas, líquens e leveduras. Estes microrganismos são capazes de produzir deteriorações irreversíveis. Desta forma a biodeterioração é um fenômeno localizado cuja ocorrência está diretamente ligada à presença e à combinação de diversos agentes como: orientação solar, umidade relativa do ar, disponibilidade de nutrientes, porosidade do substrato e formas geométricas favoráveis à incidência de chuva, podendo se esparramar por todo o ambiente (BREITBACH, 2012).

O mutualismo entre fungos e algas e/ou cianobactérias a proliferação deles nas pinturas tendem a danificá-las. Neste contexto, a ação do tempo, do intemperismo e a proliferação dos líquens em particular sobre as pinturas da região de Serranópolis vem afetando não só o aspecto estético como também o conjunto de pinturas e gravuras e conseqüentemente as análises possíveis a partir deste registro arqueológico.

Grande parte dos líquens encontrados no abrigo sobre as pinturas do paredão foram líquens crostosos (Figura 31), sendo com uma diversidade de cores. Os líquens

crostosos se encontra por todo o paredão no sítio GO-Ja-02. Ao redor do sítio encontra-se outro tipo de líquens como os folhosos, sendo nas rochas, árvores. Além de líquens também possuem fungos (figura 32), algas e bactérias (anexo 1).



Figura 31- Líquens crostosos e folhosos encontrados no abrigo sobre as pinturas do paredão no sítio GO-Ja-02.

Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.



Figura 32- Fungos no sítio GO-Ja-02, Gênero *Phycia*.

Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

Parte-se do princípio que existe a interação de uma série de fatores de degradação de ordem interna, sendo fatores intrínsecos como a resistência físico-mecânica da rocha suporte, a resistência química da rocha aos processos de intemperismo e com as relações técnicas pictóricas (uso de aglutinantes orgânicos) e externa sendo fatores extrínsecos como a erosão, a ação direta do vento, a erosão pluvial do substrato rochoso, a meteorização das rochas pela ação da insolação direta e da variação de temperatura e a ação de visitantes e turistas frente ao estado de extrema exposição do conjunto, elevando neste contexto atuam como agentes de degradação a umidade, a biocrosta e a insolação, sendo assim determinantes no caráter dinâmico da deterioração natural e antrópica dos componentes da rocha suporte dos paredões e das pinturas rupestres manchamentos (GHETTI & OLIVEIRA, 2016).

A rocha, em processo natural de degradação, está exposta a ações abióticas das chuvas, vento, sol, em que provocam o aparecimento de eflorescência salina (depósito mineral) recobrimo as pinturas ou arrastando partículas do pigmento, além de ninhos de vespas, galerias de cupins, dejetos de animais e microrganismos (principalmente os líquens) (CAVALCANTE *et. al.*, 2008). Sendo os líquens tendo um importante papel ecológico, sendo os primeiros a habitar sobre matérias orgânicas vivas ou mortas, mas também pela sua ação erosiva sobre as superfícies rochosas, assim provocando danos mecânicos e contribuindo para o processo de desgaste da rocha.

Considerados os primeiros na superfície rochosa, e pioneiros na formação de um novo solo, os líquens produzem o ácido lático (micobiontes) onde ocorrem o processo de desgaste da rocha sendo por dano mecânicos e químicos, ocasiona a formação do solo e tornando possível a introdução de plantas e animais no ambiente. Com a expansão e contração da colônia devido às condições variadas de umidade e do clima, ocasionando a proliferação dos líquens sobre o substrato rochoso. O seu desenvolvimento sobre substratos rochosos com pinturas rupestres podendo levar a destruição deste registro simbólico das culturas pré-histórica (OLIVEIRA JR., 2020; ALVES *et al.*, 2011).

Na etapa de campo visualizou-se inúmeras fraturas (Figura 33) no paredão a qual se encontra as pinturas e gravuras rupestres, sendo fraturas de grandes extensões e, além de constatar fraturas aberta e com formação de blocos (Figura 34),

bem como com líquens inseridos em sua fissura, sendo em grande maioria líquens crostosos (Figura 35).

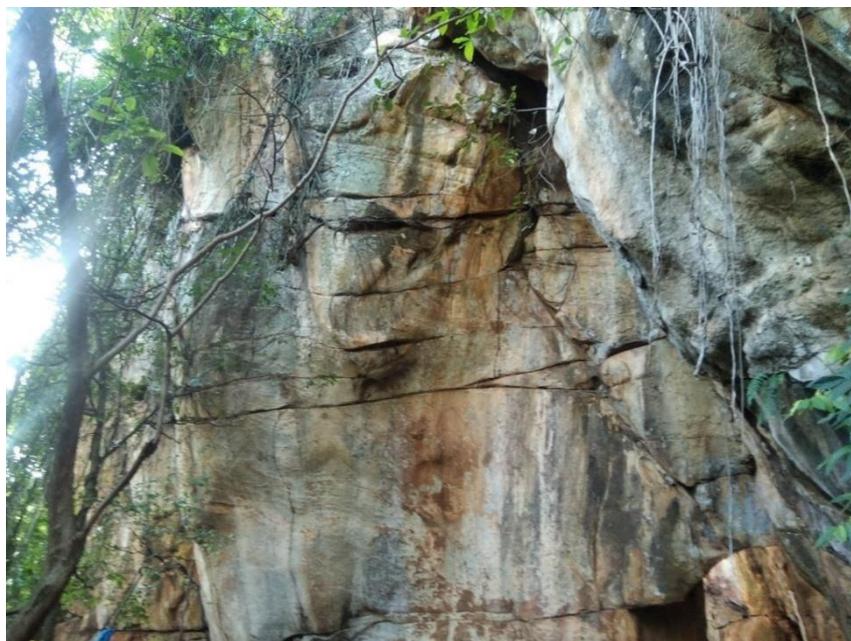


Figura 33- Fraturas na parede. Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

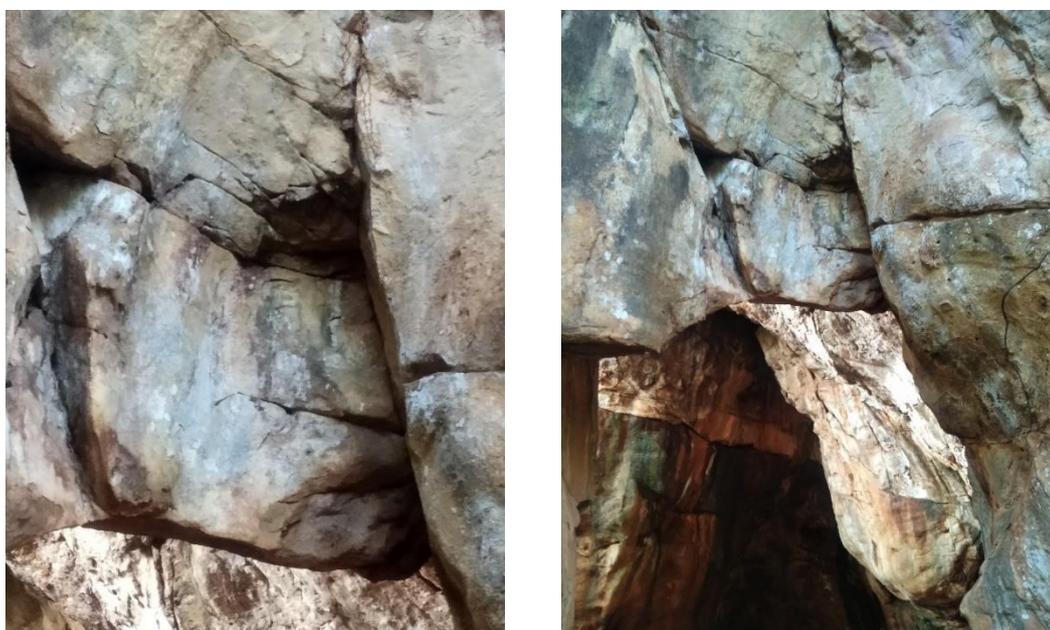


Figura 34- Fraturas com grandes extensões, abertas e com formação de blocos. Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.



Figura 35- Fraturas na parede com pinturas e gravuras rupestres. Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

6.3 FATORES ABIÓTICOS

Os fatores abióticos possuem uma grande importância para o desenvolvimento de líquens assim como o surgimento de fungos no ambiente, sendo assim a análise se dá na observação como a insolação e a umidade do sítio GO-Ja-02.

No período em que se foi coletado as amostras em campo sendo em abril, período frio e seco, observou-se também como um dos aspectos favoráveis ao desenvolvimento de líquens, a sua exposição a luz solar. Sendo posto em questão verificou-se no período matutino. As 07:30 hrs, pode-se notar que a luz solar batia sobre o paredão no lado norte (Figura 36). As 09:54 hrs, a exposição do sol se dá do lado leste do paredão (Figura 37). As 10:30 hrs, a exposição do sol se nota no lado sul do paredão (Figura 38).

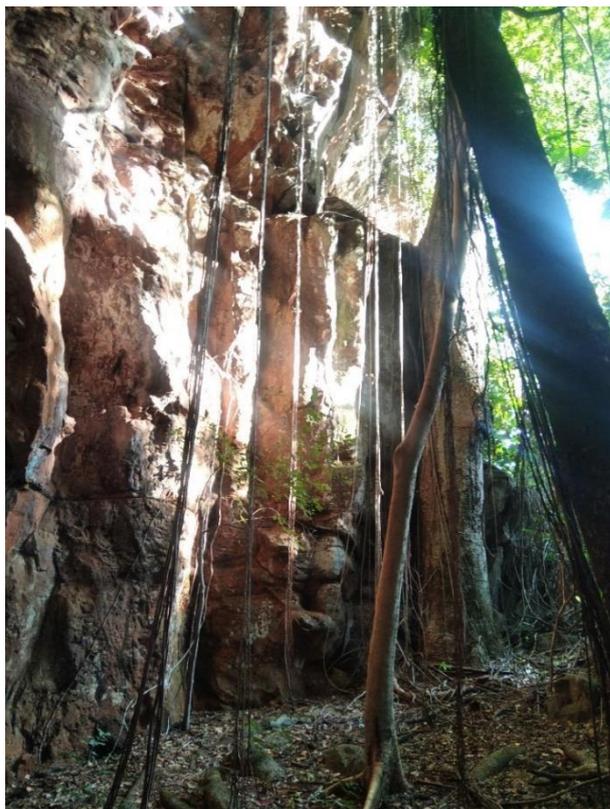


Figura 36- Exposição da luz solar sobre o paredão no lado norte. Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.



Figura 37- Exposição da luz solar sobre o paredão no lado sul. Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

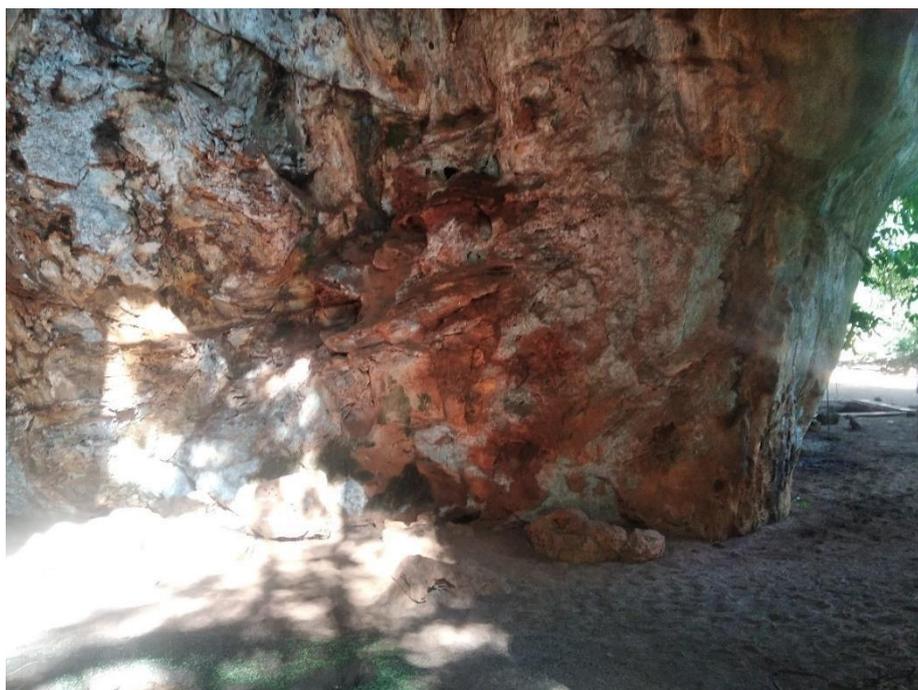


Figura 38- Exposição da luz solar sobre o paredão no lado leste
Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

A umidade (Figura 39) do local se dá pela presença de água, onde o período em que se analisou encontrou-se poças de água, além de água descendo sobre a rocha.

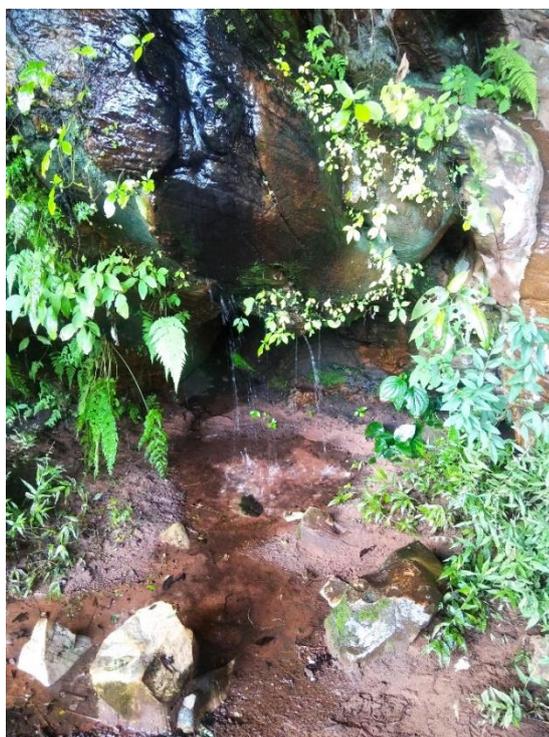


Figura 39- Presença de água sendo visto a umidade do sítio GO-Ja-02.
Fonte: Arquivo projeto Serranópolis, setembro 2021.

As mudanças geológicas e climáticas, elevando os aspectos climáticos e paleoclimáticos, correlacionado com as pinturas e gravuras rupestres, pode-se notar que estão sujeitas a vários problemas de conservação. O fato de ter a presença de microrganismos depositados por carreamento eólico nas superfícies do suporte, pode decorrer da ausência de vegetação alta nas proximidades o que facilita a direta atividade dos ventos com o aporte de matéria orgânica necessária para o assentamento de outros organismos como fungos, líquens. Quanto à insolação, observa-se que em alguns painéis os raios solares passam tangencialmente, causando poucos danos pela ação de exposição direta. Em outros, a ação direta do sol, pode causar a perda da cor das pinturas pela oxidação do material orgânico aglutinante dos pigmentos.

As pinturas e gravuras em sítios arqueológicos estão sujeitas a diversos problemas que afetam a preservação delas, tanto por ações naturais quanto por ações antrópicas. A rocha suporte, em processo natural de degradação, está exposta também à ação de fatores climáticos e do intemperismo que viabilizam o surgimento de depósitos minerais, revestindo as pinturas com pátinas ou arrastando partículas do pigmento. Outro conjunto de intervenções que degradam as pinturas é tal como que se apresentam como manchas de cores variadas, normalmente relacionados à presença de umidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização e a identificação dos processos que promovem a expansão dos líquens devem ser realizadas para que se possa minimizar a ação dos agentes naturais sobre a degradação das rochas. A identificação do conjunto líquênico sobre as pinturas e gravuras do paredão do sítio GO-Ja-02, possibilitou visualizar a grande expansão e da proliferação dos líquens e fungos.

Além das identificações do conjunto líquênico e fúngico sobre o paredão, foram realizadas análises visuais sobre a situação do substrato no qual se encontram as pinturas e gravura em muitas situações recobertas por líquens e fungos que se encontram sobre os paredões de forma significativa. Como o abrigo foi formado por processos intempéricos no decorrer do Cenozóico e as condições climáticas nas áreas de cerrados apresentam aspectos característicos do bioma Cerrado fundamentalmente a partir do início do Holoceno com o fim da glaciação Würm/Wisconsin, há cerca de 11.000 anos antes do presente, isso possibilita que os fungos e o líquens coexistem ali há bastante tempo.

O substrato apresenta também um sistema de fraturas que favorece a percolação de soluções e a expansão das microbiotas, com o registro significativo de líquens crostosos e os fungos, o que resulta também na possibilidade dos líquens e dos fungos terem já ali absorvido alguns minerais da rocha, contribuindo também para o desgaste do abrigo.

Com a identificação da maioria ser líquens crostosos, averiguou-se a dificuldade da elaboração da limpeza do paredão para a recuperação do patrimônio cultural.

Sendo líquens e fungos crostosos, o conjunto líquênico e fúngico encontra-se bem inserido no paredão e sobre as fraturas e as possibilidades de controlar a expansão dos mesmos sobre as figuras ou limpar deve considerar os aspectos abióticos do abrigo.

A utilização do KOH no laboratório era para a identificação, porém a solução a 20% demonstrou que a sua utilização serve para quebrar as membranas celular para a melhor visualização, assim coexistindo a possibilidade da sua utilização sobre as pinturas para recuperar e registrar o conjunto de arte rupestre afetada pelo conjunto líquênico que ocorrem no sítio de forma natural.

Bem como possibilita fazer novos teste de eficácia na utilização do KOH sobre os líquens e fungo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. A Tradição **Agreste: estudo sobre a arte rupestre em Pernambuco**. CLIO: Série Arqueológica, v. 8, p. 7-98, 1986.
- ALVES, T. L. *et al.* **Pigmentos de pinturas rupestres pré-históricas do sítio Letreiro do Quinto, Pedro II, Piauí, Brasil**. Química Nova, v. 34, pág. 181-185, 2011.
- ARAUJO, B. O. **Contribuições para a Arqueoestatigrafia de Sítios Arqueológicos de Serranópolis, Goiás**. Trabalho de Conclusão de Curso. PUC Goiás, 2020.
- ARMSTRONG, R.; BRADWELL, T. **Growth of crustose lichens: a review**. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, v. 92, n. 1, p. 3-17, 2010.
- ASPLUND, J., WARDLE, D. A. **How lichens impact on terrestrial community and ecosystem properties**. Biological Reviews, 2016
- AZEVEDO, J; DIAS, E; MENDES, C. **Algas Em Ambientes Terrestres**, 2009.
- BARBERI, M.; LIMA-RIBEIRO, M.S. **Evolução da Paisagem nas Áreas de Cerrados**. In: GOMES, H. (Org.) **Universo do Cerrado**, 15-78. Goiânia: Ed. PUC Goiás. 2008.
- BARBOSA, A.S; SCHMITZ, P.I. **Ocupação indígena no cerrado**. In: SANO,S.M; ALMEIDA,S.P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina, SEMATEC/CPAC, p. 346, 1998.
- BARBOSA, A.S.; BARBERI,M.; SCHMITZ,P.I. **Cultura e ambiente nas áreas do sudoeste de Goiás**. In: NOVAIS PINTO, M. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. II ed. Brasília, SEMATEC/EdUnB, p. 75-108, 1994.
- BARNARD, J. **Oregon's monster mushroom is world's biggest living thing**. The Independent on Sunday, v. 6, p. 8, 2000.
- BICUDO, C. E. M; MENEZES, M. **Introdução: As algas do Brasil**. In: FORZZA, RC., org., et al. **INSTITUTO DE PESQUISAS JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do p. 49-60. Vol. 1. Rio de Janeiro, 2010.
- BODDY, L. **Fungi, ecosystems, and global change**. In: **The fungi**. Academic Press, p. 361-400, 2016.
- BREITBACH, A. M. *et al.* **Avaliação da influência das cores sobre a biodeterioração da pintura externa**, 2012.
- BRIDGES, P. D.; SPOONER, B. M.; ROBERTS, P. J. **The impact of molecular data in fungal systematic**. Adv Bot Res, v. 42, p. 34-67, 2005.

- BRODO, I. M. *et al.* **Lichens of north America**. Yale University Press, 2001.
- BÜDEL, B.; SCHEIDEGGER, C.; NASH, T. H. **Lichen biology**, 2008.
- CÁCERES, M. E. S. **Corticolous crustose and microfoliose lichens of northeastern Brazil**. IHW Verlag, Eching, Alemanha. Libri Botanici. v. 22, p. 1168, 2007.
- CAVALCANTE, L. C. D. *et al.* **Conservação de sítios de arte rupestre: resultados preliminares do estudo químico de pigmentos e depósitos de alteração no sítio Toca do Pinga da Escada**. Revista de Arqueologia, v. 21, n. 2, p. 41-50, 2008.
- CAVALCANTE, L. C. D. **Pinturas rupestres e problemas de conservação do Letreiro da Pedra Riscada**, Domingos Mourão, Piauí. 2007.
- COUTINHO, L. M. **O conceito de bioma**. *Acta botanica brasílica*, 20, 13-23, 2006.
- DE ABREU, J. A. S. *et. al.* **Fungos de interesse: aplicações biotecnológicas**. Uningá Review Journal, v. 21, n. 1, 2015.
- DE LUCENA, E. M. P; PONTES MEDEIROS, J. B. L; SOUZA MENDES, R. M. **Morfologia e taxonomia de criptógamas**. 2. ed. Fortaleza : EdUECE, 2015.
- DOS SANTOS, E. R. D; JUNIOR, P. A. H. **Material Complementar ao livro Sistemática Vegetal I: Fungos**. Florianópolis, 2015.
- FERNANDEZ-MENDONZA, F. *et al.* **Population structure of mycobionts and photobionts of the widespread lichen *Cetraria aculeata***. *Molecular Ecology*, 20(6), 1208-1232, 2011.
- FIORE, D. **The Economic Side of Rock Art: Concepts On the Production of Visual Images**. *Rock Art Research*, Volume 24, Number 2, pp. 149-160, 2007.
- FIORE, D. **Materialidad Visual y Arqueología de la Imagen: Perspectivas Conceptuales y Propuestas Metodológicas desde el Sur de Sudamérica**. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino*. Vol. 16, N° 2, pp. 101-119, Santiago de Chile, 2011.
- GHETTI, N. C; DE OLIVEIRA, C. A. **Preservação do patrimônio arqueológico: conservação do sítio rupestre pedra do navio, PARANATAMA, PE**. Geonomos, 2016.
- GOMES, H; ROSINA, P; OOSTERBEEK, L. **Natureza e processamento de pigmentos de pinturas rupestres. Proveniência de materiais geológicos: abordagens sobre o Quaternário de Portugal**, p. 193-225, 2014.
- Hale Jr, M.E. **The Biology of Lichens**. third ed. Edward Arnold, London, 1983.

- HONDA, NK; VILEGAS, W. **A química dos líquens.** *Química Nova* , 22 (1), 110125, 1999.
- JARDIM, J. G; DO NASCIMENTO, R. S. S. **Reprodução da vida.** 2.ed. EDUFRRN, Natal-RN, 2011.
- JUNGBLUTH, P. **A família Parmeliaceae (fungos liquenizados) em cerrados do estado de São Paulo, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo, 2006.
- JUSTAMAND, M. **As pinturas rupestres do Brasil: memória e identidade ancestral.** *Revista Memore*, Tubarão, v. 1, n. 2, p. 118-141, 2014.
- KÄFFER, M. I. *et al.* **Novas ocorrências de líquens corticícolas crostosos para a região sul do Brasil.** *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, n. 4, p. 948-951, 2010.
- KENDRICK, B. **The fifth kingdom.** *Fungal Physiology*. p. 361, 2000.
- KLEIN, R. G. **O despertar da cultura.** Zahar, 2004.
- LAGE, M. C. S. M; BORGES, J. F; JÚNIOR, S. R. **Sítios de registros rupestres: monitoramento e conservação.** *Mneme-Revista de Humanidades*, v. 6, n. 13, 2005.
- LAKATOS, M.; RASCHER, U.; BÜDEL, B. **Functional characteristics of corticolous lichens in the understory of a tropical lowland rain forest.** *New phytologist*, v. 172, n. 4, p. 679-695, 2006.
- LEE, R. E. *Phycology* (4 izd.). **Cambridge University Press, Cambridge, str**, v. 3, n. 180, p. 429, 2008.
- LELIAERT F. *et al.* **Phylogeny and molecular evolution of the green algae.** *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31: 1-46. 2012.
- LEWIS, L. A.; FLECHTNER, V. R. **Algas verdes (Chlorophyta) de crostas microbióticas desérticas: diversidade de taxa norte-americanos.** *Taxon* , v. 51, n. 3, pág. 443-451, 2002.
- LOGUERCIO-LEITE, C. *et al.* **A particularidade de ser um fungo—I. Constituintes celulares.** *Biotemas*, v. 19, n. 2, p. 17-27, 2006.
- LOPEZ-BAUTISTA, J. M; RINDI, F; CASAMATTA, D. **A sistemática de algas subaéreas.** In: **Algas e cianobactérias em ambientes extremos** . p. 599617. Springer, Dordrecht, 2007.
- LUCHETA, F; DE AZEVEDO M; SUZANA M. **Líquens foliosos e fruticosos corticícolas do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil.** *Iheringia. Série Botânica.*, v. 69, n. 1, p. 29-35, 2014.

LÜCKING, R.; ARCHER, A. W.; APTROOT, A. **A world-wide key to the genus Graphis (Ostropales: Graphidaceae). The Lichenologist**, v. 41, n. 4, p. 363-452, 2009.

MARCELLI, M. P. Fungos Liquenizados. In: FILHO, L. *et al.* (Ed. /Org.). **Biologia de Liqueus**. 4. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural. p. 624, 2006.

MARCELLI, M.P., *et al.* Taxonomical novelties in Parmeliaceae. **Bibliotheca Lichenologica**: 106: 211-224, 2011.

MOLICA, R.; AZEVEDO, S. M. F. O. **Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. Oecol. Bras**, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.

MONEY, N. P. **Fungal cell biology and development. In: The fungi.** Academic Press. p. 37-66, 2016.

MONEY, N. P. **Fungal diversity. In: The fungi.** Academic Press. p. 1-36, 2016.

MONEY, N. P. **Spore production, discharge, and dispersal. In: The fungi.** Academic Press. p. 67-97, 2016.

NASH, T.H. **Lichen Biology**. 2 ed. University Press, Cambridge, 2008.

OBERWINKLER, F. **16 Basidiolichens. In: Fungal Associations.** p. 341-362. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.

OLIVEIRA JUNIOR, I. **Riqueza e composição de fungos liquenizados em áreas de Mata Atlântica do nordeste brasileiro como ferramenta para a biologia da conservação**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

PARDOW, A.; HARTARD, B.; LAKATOS, M. **Morphological, photosynthetic and water relations traits underpin the contrasting success of two tropical lichen groups at the interior and edge of forest fragments. AoB Plants**, 2010.

PATHFINDER SCIENCE. **Creating student scientist not just science students**. 2001. Disponível em <http://pathfinderscience.net/so2/gproto1.cfm>

PAULINO & RESENDE, F.E.C. *et al.* **Realização de Ações Emergenciais de Conservação das Pinturas e Gravuras Rupestres nos Sítios de Abrigos do Complexo Arqueológico de Serranópolis, GO.** Relatório Final, MRS Estudos Ambientais LTDA, 2019.

PROUS, A. **O Brasil antes dos brasileiros. A pré-história de nosso país.** Ed. ZAHAR, Rio de Janeiro, 2006.

RAVEN, P. H; EICHHORN, S. E; EVERT, R. F. **Biology of plants**. 8ª Edição, 2014.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T.. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. Cerrado: ecologia e flora**, v. 1, p. 151-212, 2008.

- RINDI, F. **Diversity, distribution and ecology of green algae and cyanobacteria in urban habitats.** In: **Algae and cyanobacteria in extreme environments.** p. 619-638. Springer, Dordrecht, 2007.
- ROSA, F; VAZ-SILVA, W. **Bioturbação Por Cupins (Blattodea, Isoptera) Em Painéis Com Registros Rupestres Na Região Arqueológica De Caiapônia, Brasil**
Central Bioturbation By Termites (Blattodea, Isoptera) In Rock-Art Sites In The Archaeological Region. UFPE, Pernambuco, 2020.
- RUBIN, J. C. R. **Escavação do sítio arqueológico GO-JA-02,** Serranópolis, Goiás, 2017.
- SANDERS, W. B.; TOKAMOV, S. A. **Diffuse growth in the fruticose beard lichen *Ramalina usnea* (L.) R. Howe.** *The Lichenologist*, v. 47, n. 1, p. 51-58, 2015.
- SCHMITZ, P. I. **Arqueologia nos cerrados do Brasil Central.** Serranópolis I, Pesquisas, Antropologia, n. 44, São Leopoldo, 1989.
- SCHMITZ, P. I. *et al.* **Caçadores e coletores antigos.** In: NOVAIS PINTO, M. **Cerrado: Ocupação, caracterização e perspectivas.** II ed. Brasília, SEMATEC/Ed. UnB, p. 109-154, 1994.
- SCHMITZ, P. I.; BARBERI, M.; BARBOSA, A. S. **Temas da arqueologia brasileira.** 2ª ed. Ed. PUC Goiás, IGPA, 2015.
- SCHMITZ, P. I.; BARBOSA, A. S. **Horticultores Pré-Históricos do estado de Goiás.** São Leopoldo: Instituto Anchietano de Pesquisas – UNISINOS Rio Grande do Sul, 1985.
- SCHMITZ, P. I.; ROSA, A. O.; BITENCOURT, A. L. V. **Arqueologia nos cerrados do Brasil Central.** Serranópolis III, Pesquisas, Antropologia, n. 60, São Leopoldo, 2004.
- SIEVERS, N.; BERTSCH, E.; FISCHER, R. **Isolation of nuclear migration mutants of *Aspergillus nidulans* using GFP expressing strains.** *Mycological Research*, 103 (8): 961-966, 1999.
- SIQUEIRA, D. B.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Cianobactérias de água doce e saúde pública: uma revisão.** *Universitas: Ciências da Saúde*, v. 3, n. 1, p. 109-127, 2005.
- SOUZA, T. F. **Pinturas rupestres e paisagem: um estudo de caso das representações zoomórficas do Vale do Catimbau–PE.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2016.
- STANIER, RY. **Autotrofia e heterotrofia em algas unicelulares verde azuladas.** 1973. Monografias botânicas.

TRALLI, M. P. **Diversidade de algas verdes em crostas biológicas de solo do cerrado**. São José do Rio Preto, São Paulo, 2015.

WATKINSON, S. C. **Mutualistic symbiosis between fungi and autotrophs**. In: **The fungi**. Academic Press, 2016. p. 205-243.

WATKINSON, S. C. **Physiology and adaptation**. In: **The fungi**. Academic Press. p. 141-187, 2016.

WHITTON, B. A.; POTTS, M. (Ed.). **A ecologia das cianobactérias: sua diversidade no tempo e no espaço** . Springer Science & Business Media, 2007.

ZANETTI, C.A. **Estudo taxonômico e anatômico em espécies de Canoparmelia sl (Parmeliaceae, Ascomycota liquenizados)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu SP, 2014.

ANEXO I

Entrada de Materiais Coletados do Campo												
Nº laboratório	Data de entrada	Nº Campo	Projeto	Local	Coletor	Observações	1ª Análise	2ª Análise	Identificação Preliminar Macroscópica	Identificação Preliminar Microscópica	Identificação Final Macroscópica	Identificação Final Microscópica
LP01	14/12/2021	GO-JA05	Serranópolis	OZORINHO	Maira	Tronco de Líquens Folhoso Coletado 06/09/2021	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Folioso, coloração superior: verde a esbranquiçado, inferior: Preto, tendo presença de micozorras em associação com os troncos	Indeterminada	Gênero Parmocremata	Indeterminada
LP02	14/12/2021	GO-JÁ02	Serranópolis	Rua Interna	Maira	Setos α -Líquens Área interna	Macroscópica	Indeterminada	Alga litófica	Indeterminada	Gênero Phicia	Indeterminada
LP03	07/03/2022	GO-JÁ11C	Serranópolis	Sítio Santa Clara Complexo Coliseu	Rose	Pinturas Amostra-C07/09/2021	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP04	07/03/2022	AMOSTRA 07	Serranópolis	Caminho Gole Coliseu	Maira/Rose	Quartzito Líquens foliosos-07/09/2021	Macroscópica	Indeterminada	Identificado um fungo e uma contaminação na amostra.	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP05	07/03/2022	AMOSTRA 06	Serranópolis	Sítio Fazenda Ozorinho	Maira/Rose	Toca da onça-06/09/2021-Arenito Pintura Fake	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada

LP06	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área interna	Maira	Bloco Quartzito Líquens Branco	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada		Indeterminada
LP07	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área interna	Maira	Setos e-amostra--04	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP08	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área 2/S A102	Maira	Mineral falta Coleta-10/10/2021	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP09	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área 2/S-J A-101	Maira	Musgo	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP10	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área 1 AM. 104	Maira	Coleta superfície Área 1 coleta-10/10/2021	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP11	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área interna A 03	Maira	Crosta Craquente Setos J-1	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP12	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Sem informação	Sem informação	21	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP13	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área interna Sitio jiz	Maira	Musgo amostra-2	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP14	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área 1 A-105	Maira	Coleta Superior Parede coleta-10/10/2021	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP15	07/03/2022	GO-JÁ02	Serranópolis	Área 1 A100	Maira	Coleta-10/10/2021	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP16	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Área externa	Wanderson	Alga coleta-10/04/2022- coloração verde.	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada

LP17	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Área externa	Wanderson	musgo coleta-10/04/2022- coloração amarelo.	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP18	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Parede externa	Diogo	Amostra Dio 01- líquen ou fungo, LPO04.	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada

LP19	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Parede/teto	Diogo	001 Líquen? LPO-01	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP20	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Sem informação	Diogo	Dio-03. LPO-06	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP21	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Escorrimento	Diogo	D-1 KOH/10%/5. LPO-03	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP22	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Teto Cav.6	Diogo	1-Dio-02. LPO-05	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP23	04/05/2022	GO-JA02	Serranópolis	Teto	Diogo	001- colônia. LPO-02	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP24	04/05/2022	GO-JA-14-18-12	Serranópolis	Sítios 1814-12	Fernanda	Líquens e algas	Indeterminada	Microscópica	Indeterminada	Realização do meio de cultura	Indeterminada	Presença de possíveis líquens, porém com estrutura destruída. Presença de algas clorofíceas
LP25	04/05/2022	GO-JA-14-18-12	Serranópolis	Sítios 1814-12	Fernanda	Microrganismo conservado no álcool	Indeterminada	Microscópica	Indeterminada	Realização do meio de cultura	Indeterminada	Presença de possíveis líquens, porém com estrutura destruída. Presença de algas clorofíceas

LP26	04/05/2022	GO-JÁ	Serranópolis	1- ponto ø Parede B	Fernanda	liquen	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP27	04/05/2022	GO-JÁ	Serranópolis	2- ponto ø-1 Parede B	Fernanda	Patina Branca	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP28	04/05/2022	GO-JÁ	Serranópolis	3- Ponto 4/5 Parede B	Fernanda	Liquen ou fungo	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP29	04/05/2022	GO-JÁ	Serranópolis	4- Ponto VII- Parede B	Fernanda	Deposito Amarelo	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP30	04/05/2022	GO-JÁ	Serranópolis	5- Ponto 4/5 Parede B	Fernanda	Patina Branca	Macroscópica	Indeterminada	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada

LP31	04/05/2022	GO-JÁ	Serranópolis	6- antes do ponto ø Parede A	Fernanda	Em análise	Macroscópica	Microscópica	Aspectos: Crostoso	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP32	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens	Macroscópica	Indeterminada	Líquens	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP33	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens	Macroscópica	Indeterminada	Líquens	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP34	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens	Macroscópica	Indeterminada	Líquens	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP35	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens	Macroscópica	Indeterminada	Líquens	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP36	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens foliosos	Macroscópica	Indeterminada	Líquens foliosos	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP37	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens	Macroscópica	Indeterminada	Líquens	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada
LP38	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens foliosos e Crostosos	Macroscópica	Indeterminada	Líquens foliosos e Crostosos	Indeterminada	Gênero Parmotremata	Indeterminada

LP39	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio do Sassa-Serranópolis	Wanderson	Líquens Crostosos	Macroscópica	Indeterminada	Líquens Crostosos	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP40	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio do Sassa-Serranópolis	Wanderson	Líquens Crostosos	Macroscópica	Indeterminada	Líquens Crostosos	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP41	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio GOJÁ-02	Wanderson	Líquens crostosos e algas	Macroscópica	Indeterminada	Líquens crostosos e algas	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP42	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio do Sassa-Serranópolis	Wanderson	Líquens	Macroscópica	Indeterminada	Líquens	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada
LP43	03/06/2022	GO-JÁ	Serranópolis	Sítio do Sassa-Serranópolis	Wanderson	Líquens Crostosos	Macroscópica	Indeterminada	Líquens Crostosos	Indeterminada	Gênero Cremala	Indeterminada

Anexo 1- Tombamento do Material de entrada no laboratório de Paleoecologia e identificação do material de campo.

ANEXO II

Catálogo de Liquens

Identificação de campo

Pesquisador: Wanderson Henryk Rodrigues de Almeida

Almeida, 2022

Gêneros predominantes no Cerrado

Família: Parmeliaceae

JUNGBLUTH, 2006.

Gênero: *Parmotrema*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Hábito de vida: liquenizados

Cor: amarelo esverdeado pálido, vermelho-sangue, rosa pálido

Aspectos: Talo saxícola

Ocorrência:

- superfícies rochosas ensolaradas.
- expostas ao vento e à chuva
- pedregulhos, afloramentos e falésias

Distribuição:

- África; América Central; América do Sul
- Na América do Sul: maioria dos relatos no Brasil

Gênero *Flavoparmelia*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Hábito de vida: liquenizados

Ocorrência

- Casca de várias árvores
- Arbustos em florestas temperadas.
- Raramente também ocorre em rochas.

Distribuição:

América do Sul, América Central, Oceania, Ásia, Europa, Oriente Médio

Gênero *Parmelinopsis*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

- Hábito de vida: liquenizados

Cor: Verde, Branco, cinza, preto ou marfim a marrom pálido

Aspectos: Talo, foliose
pequena

Ocorrência:

- cascas e rochas.

Distribuição:

Pantemperada, subtropical

Gênero *Bulbotrox*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Hábito de vida : liquenizados

Cor: cinza pálido, branco maculado, marrom pálido ou escurecido.

Aspectos: adnato, folioso

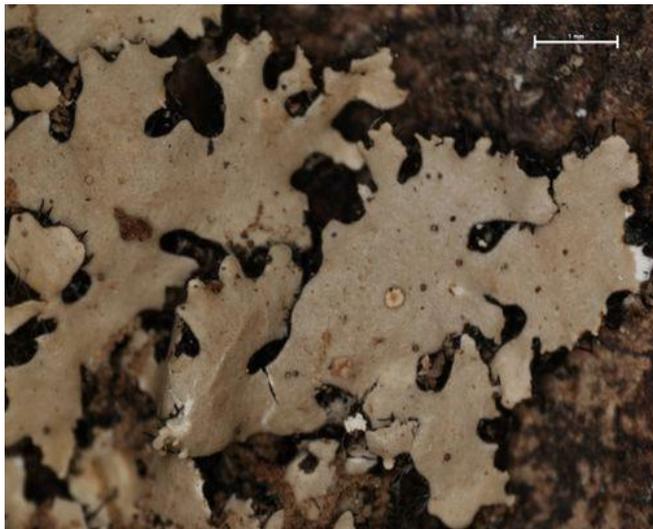
Ocorrência:

Pequenas árvores em habitats abertos e Rochas.

Distribuição:

Pantropical e estendendo-se em subtópicos

Gênero *Relicina*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Hábito de vida: liquenizados

Cor:

Preto, verde-amarelada, marrom a marrom escuro,

Aspectos: Folhoso

Ocorrência:

Pequenas árvores em habitats abertos e Rochas.

Distribuição:

Pantropical e estendendo-se em subtópicos

Gênero *Parmelinella*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Aspecto Folhoso

Ocorrência:

- Rochas e cascas de Árvores.

Pequenas árvores em habitats abertos e Rochas.

Distribuição:

Regiões tropicais da América do Sul (quatro das quais ocorrem no Brasil), África, Ásia e Oceania

Gênero *Myelochroa*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

- Rochas e cascas de Árvores.

Aspectos: Folhoso

Ocorrência:

- Pequenas árvores em habitats abertos e Rochas.

Distribuição:

- Regiões tropicais da América do Sul (quatro das quais ocorrem no Brasil), África, Ásia e Oceania

Gênero: *Canoparmelia*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Aspecto Folhoso

Cor: Verde

Ocorrência:

- Rochas e cascas de Árvores.

Gênero: *Canomaculina*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Aspecto Folhoso

Cor:

cinza-esverdeada, branca
efigurada-maculada

Ocorrência:

Rochas, Troncos e cascas de
Árvores.

Gênero: *Hypotrachyna*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

Aspecto Folhoso

Cor:

Verde esbranquiçado

Ocorrência:

- Rochas e cascas de Árvores.

Gênero: *Punctelia*



Família: Parmeliaceae

Características Gerais:

- Líquens saxícolas
- Aspecto Crostoso.

Cor: Verde

Ocorrência:

- Troncos
- Comuns em substrato rochoso

Gênero *Rimelia*.



Família: Parmeliacea

Características Gerais:

- Líquens saxícolas
- Aspecto Crostoso.

Cor: Verde

Ocorrência:

- Comuns em substrato rochoso
- Troncos.

REFERÊNCIAS:

Donha, C. G. **Os gêneros *Canomaculina*, *Parmotrema* e *Rimelia* (Ascomycota liquenizados, Parmeliaceae) na área de proteção ambiental de Guaraqueçaba-Paraná-Brasil.** Curitiba, Paraná, 2005.

Gênero *Flavoparmelia*

Fonte: ALLEN *et. al.*, 2022

ALLEN, J., B. S; BISHOP, G; DAL FORNO, M., HODGES, M., LENDEMÉR, J., MCMULLIN, T., PAQUETTE, H. & YAHR, R. 2020. ***Flavoparmelia caperata***. *The IUCN Red List of Threatened*

Species 2020: e.T180096947A180096996. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T180096947A180096996.en>. Accessed on 13 June 2022.

Gênero: *Canomaculina*

Fonte: ELIASARO, S; DONHA, C. G , 2003.

ELIASARO, S; DONHA, C. G . **Os gêneros *Canomaculina* e *Parmotrema* (Parmeliaceae, Lichenized Ascomycota) em Curitiba.** Paraná, Brasil, 2003.

Gênero *Rimelia*.

FLEIG, 2022.

FLEIG, Mariana. **Os gêneros Parmotrema, Rimelia e Rimeliella (Lichenes-Ascomycotina, Parmeliaceae) no Rio Grande do Sul, Brasil**. 1997. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

Fonte: DONHA, 2005

Donha, C. G. **Os gêneros *Canomaculina*, *Parmotrema* e *Rimelia* (Ascomycota liquenizados, Parmeliaceae) na área de proteção ambiental de Guaraqueçaba-Paraná-Brasil**. Curitiba, Paraná, 2005.

Gênero: *Hypotrachyna* Fonte: HORA, 2015.

HORA, B. R. **Estudos taxonômicos em espécies de *Hypotrachyna* (fungos liquenizados, Parmeliaceae) saxícolas do sudeste brasileiro**. 2015. 162 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/139318>>.

Gênero *Relicina*

Fonte: DIAS, 2012

Dias, I. P. R. C. **A família Parmeliaceae (fungos liquenizados) região tocantina: ocorrência e potencial econômico/medicinal**. 2012.

Gênero: *Canoparmelia*

Fonte: DIAS, 2012

Dias, I. P. R. C. **A família Parmeliaceae (fungos liquenizados) região tocantina: ocorrência e potencial econômico/medicinal.** 2012.

Gênero *Bulbotrox*

Fonte: DIAS, 2012

Dias, I. P. R. C. **A família Parmeliaceae (fungos liquenizados) região tocantina: ocorrência e potencial econômico/medicinal.** 2012.

Gênero *Myelochroa*

SPIELMANN & MARCELLI, 2008.

SPIELMANN, A. A., & MARCELLI, M. P. **Parmeliaceae (Ascomycota liquenizados) nos barrancos e peraus da encosta da Serra Geral, Vale do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil.** I. Introdução e chave para os gêneros. *Iheringia, Série Botânica.*, 63(1), 159-169. 2008.

Gênero: *Punctelia*

Fonte: CANÊZ, 2009

CANÊZ, L. S. **Estudos taxonômicos em *Punctelia* (Parmeliaceae, Ascomycetes Liquenizados).** São Paulo: São Paulo. 2009.

Gênero *Parmelinella* Fonte: BENATTI, 2012.

BENATTI, M. N. **Pequenas espécies de Parmeliaceae ciliadas no Parque Estadual da Cantareira, São Paulo, SP, Brasil: gêneros *Bulbothrix*, *Parmelinella* e *Parmelinopsis* (Parmeliaceae, Ascomycota).** *Hoehnea*, 39, 207-218. 2012.

Parmelinopsis

SPIELMANN & MARCELLI, 2008.

SPIELMANN, A. A., & MARCELLI, M. P. *Parmeliaceae* (Ascomycota liquenizados) nos barrancos e peraus da encosta da Serra Geral, Vale do Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil. I. Introdução e chave para os gêneros. *Iheringia, Série Botânica.*, 63(1), 159-169. 2008.