

Biologická fakulta Jihočeské univerzity  
České Budějovice  
Katedra botaniky



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Aerické sinice oblasti Ubatuba,  
Mata Atlantica, Brazílie.**

Markéta Muroňová  
2007

vedoucí práce: RNDr. Jan Kaštovský, Ph.D.

MUROŇOVÁ M. (2007): Aerické sinice oblasti Ubatuba, Mata Atlantica, Brazílie.

[Aerophytic cyanobacteria of Ubatuba area, Mata Atlantica, Brazil. Bc. thesis, in Czech] University of South Bohemia, Faculty of Biological Sciences, České Budějovice. 32 pp.

Anotace:

Material from Ubatuba, Mata Atlantica, Brazil were taken and dried in 2004. Samples were repeatedly microscopically examined and thorough documentation, including drawings, microphotographs and ecological description, was made. Totally 49 species of cyanobacteria were found.

Poděkování:

Především bych chtěla poděkovat svému školiteli Janu „Hanysovi“ Kaštovskému za přátelský a trpělivý přístup při vedení mé práce. Dále prof. Jiřímu Komárkovi za odborné rady při určování sinic, celému algologickému kolektivu za příjemnou atmosféru, hlavně Lence Caisové za cenné rady a připomínky a také Evě Žiškové za spoluúčast. Děkuji své rodině, přátelům a Markovi za optimismus a neutuchající podporu.

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracovala samostatně, jen s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích, 8.5.2007 .....

## Obsah:

<b>1. Úvod</b> .....	1
1.1 Sinice Jižní Ameriky .....	1
1.1.1 Planktonní sinice a jejich toxiny .....	1
1.1.2 Aerické sinice .....	1
1.1.2.1 Aerické sinice na stavbách .....	1
1.1.2.2 Aerické sinice horských útvarů – „inselbergs“ a stolové hory .....	5
1.1.2.3 Půdní sinice .....	6
1.2 Popis lokality – Mata Atlantica .....	8
1.3 Cíle práce .....	10
<b>2. Materiál a metody</b> .....	10
<b>3. Výsledky</b> .....	11
3.1 Popis nalezených druhů .....	11
<b>4. Diskuse</b> .....	25
<b>5. Závěr</b> .....	28
<b>6. Seznam literatury</b> .....	29
<b>7. Přílohy</b>	

# 1. Úvod

## 1.1 Sinice Jižní Ameriky

Informace týkající se studia sinic v Jižní Americe jsou tak mnohotvárné jako tato oblast sama. Pro snadnější orientaci lze však tyto studie shrnout a rozčlenit na několik typů.

### 1.1.1 Planktonní sinice a jejich toxiny

Velkou, avšak pro studium aerických sinic nezajímavou oblast tvoří planktonní sinice a jejich toxiny. Jedná se o desítky prací, které se zabývají především druhovým složením jezer a vodních nádrží, toxicitou těchto druhů a působením toxinů na ekosystém, především se zřetelem na nádrže sloužící jako zdroj pitné vody.

Odhaduje se, že sinice produkující toxiny zahrnují přibližně 40 rodů, přičemž hlavní rody jsou *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Nostoc* a *Oscillatoria* (*Planktothrix*) (CARMICHAEL 2001). Nejčastěji vyskytujícím se druhem v Brazílii je *Microcystis aeruginosa*. Rod s největším počtem potencionálně toxických druhů je rod *Anabaena*. V posledních letech se také stává běžný vodní květ druhu *Cylindrospermopsis raciborskii* (SANT'ANNA & AZEVEDO 2000). Toxiny sinic zahrnují cytotoxiny a biotoxiny, které jsou zodpovědné za smrtelné, akutní a chronické otravy lidí a divokých i domestikovaných zvířat. Biotoxiny zahrnují neurotoxiny (anatoxiny, saxitoxiny) a hepatotoxiny (microcystiny, nodulariny a cylindrospermopsiny) (CARMICHAEL 2001).

### 1.1.2 Aerické sinice

Aerické sinice Jižní Ameriky nejsou příliš hojně studovány ve srovnání s planktonními, navíc je jen málo literatury dostupné v Evropě. V rámci aerických sinic existuje několik oblastí výzkumu.

#### 1.1.2.1 Aerické sinice na stavbách

Často viditelné barevné skvrny na stěnách staveb jsou tvořeny fototrofními mikroorganismy jako jsou sinice a řasy, které zde vytvářejí typický biofilm. Mikroorganismy

mohou růst na povrchu – tzv. epilithičtí fototrofové nebo mohou pronikat do porézního systému substrátu – tzv. endolithičtí fototrofové. Dříve bylo známo, že tyto organismy způsobují svými pigmenty pouze estetické škody na stavbách. Dokonce se předpokládalo, že v určitých klimatických podmínkách, například v tropech, sinice vytvářejí ochranný film regulující teplotu a vlhkost (PIETRINI et al. 1985 ex CRISPIM & GAYLARDE 2005, URZI et al. 1992 ex CRISPIM & GAYLARDE 2005, DELVERT 1962 ex CRISPIM & GAYLARDE 2005, WARSCHEID 2000 ex CRISPIM & GAYLARDE 2005, WENDLER & PRASARTSET 1999 ex CRISPIM & GAYLARDE 2005). Nicméně mnohé studie prokázaly, že biofilm kromě změny barvy povrchů způsobuje zadržování vody, slouží jako substrát pro růst větších organismů a v některých případech způsobuje také chemicko-fyzikální rozrušování staveb. Tuto biodegradaci sinice způsobují vylučováním korozních kyselin obzvláště na vápenci a mramoru (ARINO et al. 1997), působením alkaloidů na křemičitany a absorpcí a akumulací síry a vápníku v buňkách. Dále zvětšováním pórů substrátu a celkovým narušováním jeho krystalické struktury (CRISPIM & GAYLARDE 2005, DANIN et al. 1982, PALMER et al. 1991, WEBLEY et al. 1963). GAYLARDE & GAYLARDE (2000) poněkud spekulativně odhadují výskyt přibližně 90 000 druhů fototrofů na stavbách po celém světě, což se jeví jako přehnaný odhad. Téměř dvě třetiny z těchto fototrofů jsou sinice.

Odolnost stavebního materiálu je však velmi variabilní, závisí na hrubosti povrchu, porézności a mineralogickém složení. Dalším faktorem ovlivňujícím mikrobiální kolonizaci je prostředí. Největší vliv na kolonizaci stěn staveb má opakující se vysychání a hydratace biofilmu, extrémní teploty, vysoká koncentrace solí a expozice UV záření během letních měsíců a ve vyšších polohách. V Jižní Americe tvoří hlavní biomasu na stěnách staveb sinice, které jsou obecně lépe adaptovány k překonání nepříznivých podmínek díky silným pochvám a produkci ochranných pigmentů, což vysvětluje vyšší počet sinic než řas na stěnách staveb, které nebyly nedávno upravovány (GAYLARDE & GAYLARDE 1999, 2000, 2005).

Tradiční kultivační metody určené pro kultivování vodních a půdních řas a sinic nejsou příliš vhodné pro kultivování sinic rostoucích na stavbách. Odhalí pouze malé množství druhů z původního odebraného materiálu. Sinice mohou být inhibovány přítomností hub, bakterií a prvoků (GAYLARDE & GAYLARDE 2000). Těžko kultivovatelné jsou hlavně kokální typy sinic, které jsou v původním společenstvu často dominantní. Je známo, že pouze 1% organismů přítomných v přirozeném prostředí se podaří úspěšně kultivovat (GAYLARDE et al. 2004). Proto je v posledních letech kladen velký důraz na používání molekulárních metod. Zejména na metodu DGGE/TGGE, která umožňuje zjištění diverzity daného

společenstva a sekvenování těžko kultivovaných skupin sinic a řas (GAYLARDE et al. 2004, MUYZER 1999, MUYZER & SMALLA 1998).

Při determinaci je stále více upřednostňován tzv. polyfázický přístup, který zahrnuje jak morfologické znaky, tak i fylogenetické analýzy (GAYLARDE et al. 2004).

Současné DNA databáze obsahují mnoho záznamů sinic s neznámou morfologií. Morfologie však velmi usnadňuje přesnou identifikaci a měla by jistě být součástí determinace. Navíc sekvenční homologie sinic biofilmů staveb a záznamů v databázích je poměrně nízká, jelikož databázové položky ve většině případů patří planktonním sinicím (GAYLARDE et al. 2004).

První informace zabývající se problematikou biofilmu na stavbách v zemích s vlhkým klimatem pocházejí ze Singapuru (WEE & LEE 1980) a Indie (JOSHI & MUKUNDAN 1997).

Řasám a sinicím na budovách v Brazílii se věnuje práce GAYLARDE & GAYLARDE (1999). Cílem práce bylo určit hlavní fototrofní organismy přítomné na budovách na sídlišti, ve městě a na vesnici. Ve všech lokalitách se ve větším počtu vyskytovaly organismy jednobuněčné nebo tvořící kolonie – přibližně 63% z celého společenstva – než fototrofné vláknitého typu. Ze sinic byl nejvíce zastoupen rod *Synechocystis* – 63,4%. Druhý a třetí nejčtenější organismus byly sinice rodu *Oscillatoria* a zelená řasa rodu *Chlorella*. Sinice se ukázaly jako nejdůležitější kolonizátoři, hlavně v oblasti městských budov, kde byly zastoupeny v 62%.

Titíž autoři (GAYLARDE & GAYLARDE 2000) o rok později vydali práci navazující. Vzorky byly sbírány opět ze staveb rozdělených na sídliště, města a vesnice, avšak vzorky pocházely nejen z Brazílie, ale i dalších států Latinské Ameriky – Argentina, Bolívie, Mexiko a Peru. Výsledky této studie potvrdily práci předchozí. Organismy jednobuněčné nebo tvořící kolonie se vyskytovaly v 63,4% z celého společenstva a ze všech fototrofních organismů 61,9% tvořily sinice. Ze sinic byl nejvíce diverzní rod *Synechocystis*, často tvořil hlavní biomasu a byl přítomen v 64,8% stanovištích. Druhou největší diverzitu vykazoval rod *Oscillatoria*. Nejrozšířenější výskyt z řas vykazoval rod *Chlorella* – 68,2% stanovišť. Významně menší – 55,8% – byly populace sinic vzhledem k řasám v sídlištních oblastech ve srovnání s městy a vesnicemi, pravděpodobně v důsledku lepšího udržování stěn soukromých budov. Primárními kolonizátory natřených stěn jsou tedy pravděpodobně řasy. Sinice převládají spíše ve více stabilních populacích, kde se neprovádí žádné zásahy do biofilmu jako například údržba stěn budov.

V Porto Alegre v jižní Brazílii byly studovány populace fototrofních organismů v biofilmech na vnějších stěnách šesti kostelů (CRISPIM et al. 2004). Sinice byly identifikovány morfologicky i molekulárně. Bylo nalezeno 11 taxonů sinic (tři kokální rodu *Synechocystis* a *Gloeocapsa* a zbylé vláknité rodu *Lyngbya*, *Scytonema* a *Mastigocladus* a dále nedeterminované sinice řádu *Pleurocapsales*). Nejméně sinic bylo na kostele, který byl nejvíce udržován. V jeho vlhkých částech byly přítomny pouze řasové biofilmy.

Problematické je ovšem vyhodnocování taxonomických údajů z těchto prací, například přítomnost termálního rodu *Mastigocladus* na smáčené stěně je krajně nepravděpodobná. Jedná se patrně o nějakého zástupce rodu *Fischerella*.

Výzkumná práce srovnávající hlavní biomasu mikrobiálních biofilmů na exteriéru budov v Evropě a Latinské Americe byla zpracována GAYLARDE & GAYLARDE (2005). Ve 27 rozdílných oblastech Latinské Ameriky tvořily hlavní biomasu většinou kokální sinice. Druhou největší biomasu tvořily houby. Zatímco v 15 oblastech Evropy tvořily hlavní biomasu řasy a až po nich sinice. Vzorke byly rozčleněny také podle typu substrátu, přičemž na natřených stěnách se nejhojněji vyskytovaly houby a následně řasy a na stěnách nenatřených byly nejčtenější sinice a poté řasy.

Srovnáním exteriérů 14 historických budov Evropy a Latinské Ameriky s rozlišením substrátu na omítky na bázi cementu a vápenec se zabývali CRISPIM et al. (2003). Většina biofilmů obsahovala řasy i sinice. Hlavní biomasu na vápencových stavbách tvořily jednobuněčné a koloniální sinice. Na omítkách na bázi cementu se nejvíce vyskytovaly vláknité řasy, pravděpodobně vzhledem k poréznosti, která poskytuje větší zadržování vody. Podle očekávání se vyskytovalo více sinic a řas na stavbách v Latinské Americe než v Evropě, vzhledem k vlhčímu klimatu Latinské Ameriky.

Identifikace sinic na historických budovách Brazílie pomocí tradičních kultivačních metod i metod molekulárních byla provedena CRISPIM et al. (2006). V biofilmech tvořily hlavní biomasu sinice řádů *Chroococcales* a *Pleurocapsales*. V některých vzorcích převládaly vláknité typy čeledí *Scytonemataceae*, *Microchaetaceae* a *Rivularaceae*. Byly sekvenovány PCR produkty morfologicky určených druhů sinic pomocí specifických 16S rDNA primerů, avšak homologie s databázovými sekvencemi byla velmi nízká, jelikož většina DNA sinic uložená v databázích je ze sinic vodních.

### 1.1.2.2 Aerické sinice horských útvarů – „inselbergs“ a stolové hory

„Inselbergs“ je název pro roztroušené ostrůvky žuly a ruly, které vystupují z okolní krajiny. Pocházejí z prekambria a dosahují výšky od desítek po stovky metrů (BÜDEL 1999). Vyskytují se v tropech a subtropích a od okolí se ostře odlišují. Jsou zcela obnažené, pouze v některých případech je na nich tenká vrstva půdy, proto se jim také říká „xeric island“ neboli „aridní ostrovy“. Jsou charakteristické extrémními výkyvy teplot až k 65°C, vysokou ozářeností a vysycháním. „Inselbergs“ deštného lesa mají typický černý povrch, který je způsoben sinicemi tvořícími na horninách biofilm (BÜDEL et al. 1994).

V Atlantském pralese v jihovýchodní Brazílii bylo studováno pět „inselbergs“. Biofilm se skládal především ze sinic, v menší míře z fykobiontů a hub. Biofilm byl rozčleněn do tří vrstev: endolitická, kde se nejhojněji vyskytovala *Chroococcidiopsis* sp. a *Gloeocapsa sanguinea*, epililitická spodní vrstva s hlavním výskytem jednobuněčných forem jako je *Gloeocapsa sanguinea* a *Xenotholos kernerii* a horní epililitická vrstva s dominancí vláknitých sinic jako jsou *Scytonema myochrous*, *Scytonema ocellatum*, *Stigonema mamillosum* a *Stigonema hormoides*. Celkem bylo nalezeno 16 druhů sinic, nejhojněji se vyskytovaly druhy *Gloeocapsa sanguinea*, *Xenotholos kernerii* a *Scytonema ocellatum*.

Sinice nalezené na „inselbergs“ Orinocké nížiny, Venezuela, lze rozdělit na epility, kde dominovala *Gloeocapsa sanguinea*, *Scytonema myochrous*, *Scytonema crassum*, *Stigonema mamillosum*, *Stigonema ocellatum*, *Schizothrix* cf. *theleporoides* a na epi- a kryptoendolity, kde dominovala opět *Gloeocapsa sanguinea* a *Chroococcidiopsis* sp. (BÜDEL 1999). Druhové složení „inselbergs“ Venezuely je velmi podobné „inselbergs“ Brazílie (BÜDEL et al. 2002).

Stolové hory neboli „tepuis“ na severu Jižní Ameriky jsou tvořeny vrstvami pískovce, které leží na vyvřelinovém podloží Guayanského štítu a vystupují do výšky 500 až 2100 m nad okolními lesy a savanami. Je známo více než 120 stolových hor, které se táhnou od jihovýchodní Kolumbie a severní Brazílie až po Surinam, většina se však nalézá ve Venezuele (MICHELANGELI 2000). Stolové hory jsou charakterizovány jako biologické ostrovy a mají charakteristický režim cirkulace vody zahrnující každodenní srážky a vzdušnou i půdní vlhkost. Tato cirkulace vyplývá z geologie a geomorfologie stolových hor. Mlhy a deště na vrcholech neustále zvlhčují skalní povrch a podmiňují tak vznik množství mikrobiotopů pro sinice a řasy pokrývající jejich povrch černým biofilmem (FUČÍKOVÁ 2004).



Na Serrania Parú Tepui v Guayanské vysočině bylo studováno druhové složení sinic červenočerného povlaku na pískovcovém povrchu. Nejčastěji se vyskytovaly druhy *Gloeocapsa rupicola*, *Gloeocapsa sanguinea*, *Schizothrix telephoroides*, *Scytonema ocellatum*, *Stigonema minutum*, *Stigonema ocellatum* a *Xenococcus* sp.. Na plstnatém povlaku půdy byla nalezena *Stigonema ocellatum* a půdní řasa *Zygonium* sp. (BÜDEL et al. 1994).

Podobně bylo studováno druhové složení Auyan Tepui, Venezuela, kde byly nalezeny tyto druhy: *Chroococcus* sp., *Gloeocapsa sanguinea*, *Plectonema* sp., *Stigonema hormoides*, *Stigonema ocellatum*, *Stigonema panniforme* a *Scytonema crassum*. Koloniální druh *Gloeocapsa sanguinea* byl dominantní v červeně zbarvených oblastech podél zářezů vrstev hory, zatímco v černo zelených oblastech na výše položených částech hory dominovaly *Stigonema ocellatum*, *Stigonema panniforme* a *Scytonema crassum* (BÜDEL 1999).

Při studiu pískovcových skal v oblasti Cumaná ve východní Venezuele bylo nalezeno devět druhů sinic: *Gloeocapsa sanguinea*, *Gloeocapsa compacta*, *Gloeocapsa biformis*, *Stigonema hormoides*, *Stigonema minutum*, *Scytonema myochrous*, *Scytonema minus*, *Schizothrix telephoroides*, *Schizothrix heufleri*. Přičemž rod *Gloeocapsa* byl zastoupen v 51%, *Schizothrix* ve 24%, *Stigonema* v 15% a rod *Scytonema* v 10% (GOLUBIĆ 1967).

Je patrné, že druhové složení vyskytující se na různých jihoamerických horských útvarech je velmi podobné. Ve zmíněných studiích bylo také uvedeno, že všechny nalezené druhy měly pevnou a výrazně zbarvenou pochvu, buď žlutohnědou v případě rodů *Scytonema* a *Stigonema*, nebo červenou u rodů *Gloeocapsa* a *Schizothrix*. Zbarvení zřejmě souvisí s častým vysycháním, vysokou mírou ozáření a nízkým pH (BÜDEL 1999, BÜDEL et al. 1994, GOLUBIĆ 1967).

### 1.1.2.3 Půdní sinice

Sinice, společně s dalšími mikroorganismy, se mísí s půdními částicemi a vytváří půdní krusty silné několik milimetrů až centimetrů. Zbarvení krusty se mění v závislosti na složení organismů. Tyto krusty zpomalují erozi, zadržují vlhkost a poskytují na živiny bohatý substrát (TIRKEY & ADHIKARY 2006).

Studiem půdních sinic savan ve Venezuele se zabývá část práce BÜDEL et al. (1994), která je zaměřená na výzkum Orinocké nížiny a Guayanské vysočiny. Na pevném, černě zbarveném, povlaku dominoval druh *Schizothrix telephoroides* a zelená řasa *Zygonium* sp.. Stejně druhy byly nalezeny i na vzorku půdy z lateritu, který byl pokryt hnědým povlakem.

Na červenohnědém povlaku dominoval druh *Schizothrix telephoroides*, *Scytonema myochrous* a *Stigonema ocellatum* (BÜDEL et al. 1994).

Při studiu půdních sinic Botanické zahrady Sao Paulo bylo nalezeno 24 druhů patřících do čeledí *Chroococcaceae* (3), *Mastigocladaceae* (1), *Microchaetaceae* (1), *Microcystaceae* (1), *Nostocaceae* (4), *Phormidiaceae* (9), *Pseudanabaenaceae* (1), *Schizothricaceae* (2) a *Scytonemataceae* (2). Vzorky byly odebírány ve třech vrstvách rozdělených podle hloubky – 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm. Většina druhů vyskytujících se v hlubších vrstvách byla stejná jako druhy nalezené na povrchu, avšak vyskytovaly se zde v menší míře. Byly nalezeny i druhy vyskytující se pouze v hlubších vrstvách, například druhy *Anabaena* cf. *ambigua* a *Chroococcus* cf. *turgidus* se vyskytovaly pouze ve vrstvě 5-10 cm a druh *Cyanosarcina* sp. ve vrstvách 5-10 cm a 10-20 cm (AZEVEDO 1991).

## 1.2 Popis lokality – Mata Atlantica

Atlantský prales, portugalsky Mata Atlantica, se rozkládá na území 17 brazilských států a sahá podél celého atlantského pobřeží Brazílie od státu Rio Grande do Norte na severu po stát Rio Grande do Sul na jihu, který hraničí s Uruguayem (Příloha 1). Ve vnitrozemí sahá až po Paraguay a provincii Misiones v Argentině (JUANY et al. 2007). K pralesu také patří přibřežní souostroví Fernando de Noronha a některé další ostrovy. Prales je tvořen tropickým a subtropickým deštným lesem, tropickým suchým lesem, tropickými savanami a mangrovy. Od Amazonského pralesa je oddělen suššími regiony Caatinga a Cerrado (CONSERVATION INTERNATIONAL BIODIVERSITY HOTSPOTS, DANOFF-BURG et al. 2001, ECOLOGYFUND).

Atlantský prales byl jedním z prvních míst, které bylo v 16. století kolonizováno Evropany. Po kolonizaci prales ustoupil pastevectví, pěstování cukrové třtiny a kávovníku, těžbě dřeva a lidským obydlím. Dnes v podstatě přes 100 milionů Brazilců žije uvnitř Atlantského pralesa ve městech jako je Sao Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte nebo Porto Alegre (MORELLATO & HADDAD 2000). Mata Atlantica v současnosti zaujímá přibližně 7,5% z původních 1 227 600 km<sup>2</sup> a tvoří často izolované ostrůvky v horách nebo v nepřístupných oblastech (DANOFF-BURG et al. 2001, MYERS et al. 2000).

Atlantský prales je Světovým svazem ochrany přírody (IUCN) považován za jeden z nejbohatších ekosystémů co se týká diverzity živočichů a rostlin na světě a je to také druhý ekosystém nejvíce ohrožený vyhynutím. V roce 2002 UNESCO vyhlásilo prales Mata Atlantica světovou biosférickou rezervací, která je největší na světě (DIAS et al. 2005). Téměř 33 084 km<sup>2</sup> je chráněno v mnoha národních parcích a rezervacích. Většina se nachází v jižní části pralesa ve státech Sao Paulo a Paraná (MYERS et al. 2000).

Atlantský prales byl zvolen jako “Conservation International Biodiversity Hotspot“ vzhledem k velkému počtu endemitů a zároveň ohrožených druhů. Vysoká míra endemismu je z velké části následkem toho, že Mata Atlantica je izolován od hlavních jihoamerických zalesněných částí pomocí savan. Navíc se prales rozkládá na více než 23 stupních zeměpisné šířky a zahrnuje nadmořské výšky od 0 do 3 000 m.n.m. a úhrny srážek v rozmezí 1 800 – 4 500 mm za rok, což dotváří extrémní diverzitu a jedinečnou komplexitu vegetačních typů (DIEGUES 1995, INSTITUTO TERRA)

Flóra a fauna pralesa Mata Atlantica je velmi bohatá, různorodá, ale také ohrožená. S více než 450 druhy dřevin na hektar v některých oblastech diverzita rostlinné říše značně převyšuje Amazonský prales. 40% z 20 000 druhů rostlin je endemických, například palmy

rodu *Arecastrum* a *Bactris*, velmi vzácné jsou například druhy *Caesalpinia echinata* a *Dalbergia nigra* známé jako „brazílské růžové dřevo“. Stromová klenba dosahuje výšky přibližně 20-30 m, což je polovina vzhledem k Amazonskému pralesu. I počet rostlinných pater je v Mata Atlantice nižší (DANOFF-BURG et al. 2001).

Z 280 druhů obojživelníků jsou téměř všichni endemité, například celá čeleď *Brachycephalidae*. 60 z 200 druhů plazů je endemických a tři jsou ohroženi vyhynutím. Z 620 druhů ptáků je 181 endemických, například hoko červenolaločnatý (*Crax blumenbachii*), morčák parnaský (*Mergus octosetaceus*) a 60 je ohroženo vyhynutím. U savců je endemických 73 druhů z 261, například koro štětinatý (*Chaetomys subspinosus*), lenochod černopásý (*Bradypus torquatus*) (MYERS et al. 2000). Unikátní jsou také dvě třetiny primátů, například lvíček černý (*Leontopithecus chrysopygus*), který je jeden z nejohroženějších primátů na světě. Celkově je v pralesu asi 29 kriticky ohrožených druhů obratlovců. Další velmi náchylní živočichové jsou například tapír jihoamerický (*Tapirus terrestris*), ocelot velký (*Leopardus pardalis*), puma americká (*Puma concolor*), kosmani (*Callithrix* sp.) a papoušek Ara (*Ara ararauna*) (CONSERVATION INTERNATIONAL BIODIVERSITY HOTSPOTS, INSTITUTO TERRA).

Odhaduje se, že v Atlantské pralesu na území Brazílie, Argentiny a Paraguaye žije přibližně 134 000 domorodých obyvatel kmenů Tupi a Guarani (DIEGUES 1995, INSTITUTO TERRA).

Ekosystém poskytuje mnoho neocenitelných zdrojů pro komunity v něm žijící i pro okolní obyvatele. Vegetační pokryv udržuje stabilitu půdy a voda pro více než 100 milionů lidí také vytéká z pralesa. I krása zalesněné krajiny je velmi ceněna nejen místními obyvateli a ekoturisty. Péče o zachování zbylého pralesa záleží na podpoře lidí, kteří žijí a hospodaří kolem (INSTITUTO TERRA).

### 1.3 Cíle práce

1. Literární rešerše na téma aerické sinice Jižní Ameriky.
2. Algologické zhodnocení dosud nezkoumaného území v Mata Atlantica.
3. Porovnání diverzity nalezených sinic s evropskými druhy jako příspěvek do diskuse o kosmopolitním rozšíření sinic.

Získané kmeny budou použity pro následné fylogenetické a molekulární studie.

Práce je součástí většího programu zaměřeného na širší vyhodnocování zkoumané lokality.

## 2. Materiál a metody

Materiál pochází z oblasti Ubatuba, Mata Atlantica, Brazílie (Příloha 2). Jedná se o 27 vzorků, které byly vysušeny a dovezeny školitelem v listopadu 2004. Vzorky pochází z různých lokalit a typů substrátu – půdní krusta, smáčená stěna, strom, mořské pobřeží, skála, písek. Z některých typů substrátu byl odebrán pouze jeden vzorek.

Jednotlivé vzorky byly kultivovány v médiu BG 11 (STANIER et al. 1971) a opakovaně pozorovány pod optickým mikroskopem (OLYMPUS BX50 a OLYMPUS CX40). Byla pořízena kresebná a fotografická dokumentace nalezených druhů sinic (OLYMPUS Camedia C5050 a OLYMPUS Camedia C-5060WZ). U několika kokálních druhů byl studován životní cyklus.

K determinaci sinic byla použita tato literatura: AZEVEDO et al. (2003), GARDNER (1927), GEITLER (1932), GEITLER (1942), KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1998), KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (2005), KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ (2007).

Relativní četnost jednotlivých druhů sinic ve vzorcích byla vyhodnocena podle tabulky abundance (HINDÁK et al. 1978) (Tab. 1).

### 3. Výsledky

Celkem bylo nalezeno 49 druhů sinic. Seznam nalezených druhů sinic a jejich relativní četnost v jednotlivých vzorcích jsou uvedeny v tabulce v příloze (Tab. 2). Ve třech vzorcích z 27 dovezených nebyly nalezeny žádné sinice – vzorky U46, U51 a U59 – tudíž nebyly zahrnuty do tabulky s nalezenými druhy sinic. Celkové zastoupení jednotlivých rodů sinic zobrazuje graf (Příloha 3).

#### 3.1 Popis nalezených druhů

*Aphanothece* sp.

Výskyt: U55.

Typ lokality: skála.

Rozměry: kolonie 85 x 60  $\mu\text{m}$ , buňky 3,5-4 x 1,5-2  $\mu\text{m}$ .

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Ve vzorku se tento typ vyskytl pouze jedenkrát, proto jej nelze spolehlivě přiřadit k žádnému popsanému druhu. Kolonie nepravidelného tvaru. Buňky jsou cylindrické, zakulacené až oválné, bledě modrozelené, bez zřetelné vlastní pochvy.

*Asterocapsa* cf. *belizensis* (Obr. 1)

Výskyt: U40, U42, U44, U45, U49, U55, U58, U61, U63.

Typ lokality: smáčený balvan u stromu, smáčená stěna, eutrofní smáčená stěna, skála, játrovka, vlhký kámen u vodopádu.

Rozměry: kolonie 18-40  $\mu\text{m}$ , buňky 4-10  $\mu\text{m}$ .

Tvarem se poměrně dobře shoduje s druhem *A. belizensis* KOMÁREK et KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ 2007, také rozměry víceméně odpovídají – *A. belizensis* má velikost buněk 7-12,2  $\mu\text{m}$ . Liší se ekologicky, jelikož *A. belizensis* se vyskytuje v mokřadech.

*Asterocapsa/Gloeocapsopsis* (Obr. 2)

Výskyt: U45, U48.

Typ lokality: smáčená stěna, pobřeží – kámen 3m nad hladinou, epilit.

Rozměry: buňky 3,5-10  $\mu\text{m}$ .

Vegetativní buňky podobné rodu *Gloeocapsopsis*, ale vyskytují se i stádia *Asterocapsy*. Rozmnožování pravděpodobně nanocyty. Buňky nepravidelné, solitérní i tvořící kolonie se slabými pochvami zbarvenými do červena. Vyskytuje se na smáčené stěně i v pobřežní oblasti. Ve vzorcích není tento typ hojný, vhodná další studia.

*Asterocapsa submersa* AZEVEDO et al. 2003 (Obr. 3)

Výskyt: U 44, U55, U56, U58.

Typ lokality: skála, smáčená stěna.

Rozměry: kolonie 15-60  $\mu\text{m}$ , buňky 5-7  $\mu\text{m}$ .

Jedná se o druh popsáný z periodicky zaplavovaných močálů v Sao Paulo, Brazílie, avšak může se zřídka vyskytovat i na skalách, případně na smáčených stěnách.

*Asterocapsa* sp. (Obr. 4)

Výskyt: U35, U40, U41, U45, U49, U53, U56, U58.

Typ lokality: půdní krusta na břehu přehrady, smáčený balvan u stromu, strom, smáčená stěna, eutrofní smáčená stěna, vodopád, skála.

Rozměry: kolonie 12-60  $\mu\text{m}$ , buňky 5-16  $\mu\text{m}$ .

Nepodobá se žádnému druhu popsánému v dostupné literatuře. Tvarově je velmi variabilní, u všech nalezených jedinců je patrný zrnitý až ostnatý povrch. Nejhojněji se vyskytuje na smáčených stěnách. Jedná se pravděpodobně o nový druh, nicméně je třeba provést molekulární analýzu.

*Borzia* cf. *trilocularis* (Obr. 5)

Výskyt: U42.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: délka vlákna 25  $\mu\text{m}$ , buňky 6 x 8  $\mu\text{m}$ .

Ve vzorku se vyskytuje zřídka, vlákno má 2-4 buňky. Odpovídá druhu *B. trilocularis* COHN ex GOMONT 1892 rozměry i tvarem, ale nikoli ekologicky. Tento druh je popsán jako rašeliništní a vyskytující se mezi ostatními řasami ve stojatých a tekoucích vodách. Je znám mimo jiné také z Argentiny a Brazílie, pravděpodobně je více rozšířen.

*Calothrix braunii* BORNET et FLAHAULT 1886 (Obr. 6)

Výskyt: U57.

Typ lokality: skála.

Rozměry: šířka vlákna 9-11  $\mu\text{m}$ , buňky 6-7  $\mu\text{m}$ .

Jedná se o kosmopolitní druh vyskytující se na skalách, vodních rostlinách i ve stojatých vodách.

*Calothrix* cf. *clavata* (Obr. 7)

Výskyt: U42, U53.

Typ lokality: smáčená stěna, vodopád.

Rozměry: šířka vlákna 7  $\mu\text{m}$ , buňky 3-5  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i rozměry odpovídá *C. clavata* G.S.WEST 1914, ale ekologicky se liší, jelikož byl popsán jako druh stojatých a tekoucích vod i moří v Andách, na Islandu a v Africe.

*Coleodesmium* cf. *wrangellii* (Obr. 8)

Výskyt: U60.

Typ lokality: pobřeží - dostřiková zóna.

Rozměry: šířka vlákna 10-11  $\mu\text{m}$ .

Tvarem se poměrně dobře shoduje s druhem *C. wrangellii* BORZI ex GEITLER 1942, také rozměry víceméně odpovídají – je uvedeno 9-10  $\mu\text{m}$ . Druh je kosmopolitní a tvoří štětiny na kamenech a vodních rostlinách, avšak spíše v tekoucích vodách, čímž se liší od nalezeného typu, který se vyskytuje v pobřežní oblasti.

*Cyanosarcina* cf. *spectabilis* (Obr. 9)

Výskyt: U38.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: buňky 6-8  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i rozměry odpovídá *C. spectabilis* (GEITLER) KOVÁČIK 1988. Jedná se o tropický druh, avšak popsáný z termálních pramenů Indonésie.

*Cyanosarcina* sp. 1 (Obr. 10)

Výskyt: U48.

Typ lokality: pobřeží – kámen 3 m nad hladinou, epilit.

Rozměry: kolonie 40  $\mu\text{m}$ , buňky 2-3  $\mu\text{m}$ .



Nepodobá se žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Ve vzorku se tento typ vyskytl pouze jedenkrát. Buňky jsou jasně modrozelené tvořící téměř kruhovou kolonii. Vyskytuje se v pobřežní oblasti jako epilit.

*Cyanosarcina* sp. 2 (Obr. 11)

Výskyt: U49, U63.

Typ lokality: eutrofní smáčená stěna, smáčená stěna.

Rozměry: buňky 6-8  $\mu\text{m}$ .

Rozměry se tento typ nejvíce blíží *C. chroococcoides* (GEITLER) KOVÁČIK 1988, liší se však tvarově i ekologicky. Nalezený typ se vyskytuje na smáčených stěnách i eutrofních.

*Cyanosarcina* sp. sensu lato (Obr. 12)

Výskyt: U50.

Typ lokality: strom.

Rozměry: buňky 3-5 x 2-4  $\mu\text{m}$ .

Nepodobá se žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Ve vzorku se tento typ vyskytoval poměrně hojně. Buňky jsou jasně modrozelené, oválné až hemisférické, solitérní i tvořící až makroskopické kolonie. Pochva je zřetelná, bezbarvá, nelamelovaná. Vyskytuje se jako epifyt na stromě.

*Eucapsis* cf. *parallelepipedon* (Obr. 13)

Výskyt: U45.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: buňky 3-4  $\mu\text{m}$ .

Odpovídá druhu *E. parallelepipedon* (SCHMIDLE) KOMÁREK et HINDÁK 1989 rozměry i tvarem. Vyskytuje se v tropech a teplých oblastech temperátní zóny, avšak je popsán jako druh submersní v močálech, rybnících, jezerech, často na vodních rostlinách. Byl zaznamenán z celé tropické Afriky a Iránu.

*Gloeocapsopsis* cf. *dvorakii* (Obr. 14)

Výskyt: U38, U39, U52, U53, U55.

Typ lokality: smáčená stěna, kámen pod vodopádem, vodopád, skála.

Rozměry: buňky 4-11  $\mu\text{m}$ .

Vegetativní buňky jsou tvarem i rozměry velmi podobné *G. dvorakii* (NOVÁČEK) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1986, ale tento druh je popsán jako aerický, xerothermní na hadcích, vulkanických a pískovcových skalách. Je znám z temperátní zóny. Pravděpodobně je více rozšířen, ale bývá zaměňován s druhy rodu *Gloeocapsa*.

*Gloeocapsopsis* sp. (Obr. 15)

Výskyt: U57.

Typ lokality: skála.

Rozměry: buňky 3-4  $\mu\text{m}$ .

Ve vzorku se tento typ vyskytoval velmi zřídka. Pro nedostatek materiálu nelze přiřadit k žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Buňky jsou téměř kulaté, někdy nepravidelné. Mají tenké, ohraničené, červené pochvy, tvoří kolonie. Rozmnožování neznámé, nutná další studia.

*Gloeothece palea* (KÜTZING) RABENHORST 1865 (Obr. 16)

Výskyt: U40, U41, U42, U45.

Typ lokality: smáčený balvan u stromu, strom, smáčená stěna.

Rozměry: buňky 4-6 x 2,5-4  $\mu\text{m}$ .

Jedná se o aerický druh smáčených kamenů a stěn známý z celé evropské temperátní zóny, ale i z tropů Barmy a Brazílie.

*Gloeothece tepidariorum* (A. BRAUN) LAGERHEIM 1883 (Obr. 17)

Syn.: *Gloeothece rupestris* var. *tepidariorum* (A. BRAUN) HANSGIRG 1981

Výskyt: U35, U38, U40, U41, U42, U44, U45, U53, U57, U58, U63.

Typ lokality: půdní krusta na břehu přehrady, smáčená stěna, smáčený balvan u stromu, strom, vodopád, skála, vlhký kámen u vodopádu.

Rozměry: buňky 7,5-9 x 5-6  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i rozměry odpovídá uvedenému taxonu. Tento druh se běžně vyskytuje na skalách, smáčených stěnách a ve sklenících, což by mohlo odpovídat jeho nálezů v tropech Brazílie.

*Chlorogloea* sp. (Obr. 18)

Výskyt: U50, U53.

Typ lokality: strom, vodopád.

Rozměry: buňky 3-4  $\mu\text{m}$ .

Tento typ nelze spolehlivě přiřadit k žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Buňky jsou kulovité, šedé až modrozelené, často ve slabě zřetelné pochvě. Rozměrově se tento typ podobá *Ch. rivularis* (HANSGIRG) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1995. Tento druh se však liší tvarově a vyskytuje se v čisté chladné vodě horský potoků střední Evropy.

*Chroococcus* cf. *montanus* (Obr. 19)

Výskyt: U63.

Typ lokality: vlhký kámen u vodopádu.

Rozměry: buňky 5-7,5 x 3,5-4  $\mu\text{m}$ .

Ekologicky i rozměry odpovídá druhu *Ch. montanus* HANSGIRG 1892, liší se barvou pochvy, která je spíše červenohnědá než žlutohnědá. Jedná se o aerický druh smáčených stěn a dřeva, popsán ze střední Evropy.

*Chroococcus* cf. *pallidus* (Obr. 20)

Výskyt: U45.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: buňky 7-12 x 5-8,5  $\mu\text{m}$ .

Rozměry odpovídá druhu *Ch. pallidus* (NÄGELI) NÄGELI 1849, odlišuje se barvou buněk, která je spíše hnědá až fialová. Druh není příliš dobře prostudován. Jedná se o aerický druh smáčených stěn, popsán a známý pouze ze střední Evropy.

*Chroococcus* cf. *varius* (Obr. 21)

Výskyt: U39.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: buňky 3,5-4 x 2  $\mu\text{m}$ .

Rozměry i ekologicky odpovídá druhu *Ch. varius* A. BRAUN in RABENHORST 1861, liší se barvou pochev, která je červenohnědá. Vyskytuje se na smáčených stěnách a ve sklenících v Evropě, pravděpodobně má kosmopolitní rozšíření.

*Chroococcus* sp. 1 (Obr. 22)

Výskyt: U44, U45.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: buňky 6-8 x 5-6  $\mu\text{m}$ .

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Buňky jsou růžově až fialově zbarveny, pochvy slabé až nezřetelné. Vyskytuje se výhradně na smáčených stěnách.

*Chroococcus* sp. 2 (Obr. 23)

Výskyt: U45.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: buňky 11 x 9  $\mu\text{m}$ .

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Ve vzorku je přítomen velmi zřídka. Buňky jsou téměř kulaté, žlutohnědé, pochvy slabé, nelamelované. Vyskytuje se na smáčené stěně.

*Leptolyngbya* cf. *subtilissima* (Obr. 24)

Výskyt: U35.

Typ lokality: půdní krusta na břehu přehrady.

Rozměry: šířka vlákna 1,5  $\mu\text{m}$ , délka buněk 1,5  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i rozměry se shoduje s druhem *L. subtilissima* (KÜTZING ex HANSGIRG) KOMÁREK in ANAGNOSTIDIS 2001. Liší se ale ekologickými nároky: *L. subtilissima* se vyskytuje se na smáčených stěnách, skalách, je známa i z kamenitého litorálu řek, jezer a rybníků. Je běžná ve střední Evropě, pravděpodobně je však více rozšířená (známa i ze Španělska).

*Leptolyngbya* sp. (Obr. 25)

Výskyt: U37, U39, U40, U47, U49, U63, U64.

Typ lokality: smáčená stěna, smáčený balvan u stromu, pobřeží – kámen v přílivové zóně, eutrofní smáčená stěna, vlhký kámen u vodopádu, písek.

Rozměry: šířka vlákna 1-2  $\mu\text{m}$ , buňky 1-2  $\mu\text{m}$ .

Vlákna často velmi dlouhá, pochvy nezřetelné. Buňky slabě zaškrčené, spíše isodiametrické, špatně rozeznatelné. Tento typ byl přítomen ve velké části vzorků, avšak zřídka. Podobných typů existuje celá řada, nelze spolehlivě přiřadit.

*Nematoplaca* cf. *incrustans* (Obr. 26)

Výskyt: U57.

Typ lokality: skála.

Rozměry: buňky 2,5-3  $\mu\text{m}$ .

Vlákná jsou dobře rozeznatelná, vzpřímená, krátká, na koncích často zúžená, souběžně sdružená, někdy víceřadá. Pochvy jsou bezbarvé a splývají. Buňky jsou zbarvené do růžova, nepravidelné, spíše zakulacené, kolem buněk je někdy viditelná pochva různé tloušťky. Buňky se dělí nepravidelně v bazální části, odkud vyrůstá vlákno. Heterocyty ani akinety nebyly pozorovány. Jediný popsáný druh *N. inscustans* GEITLER 1933 byl popsán z říček v Indonésii, kde porůstá kameny – tudíž nalezený typ ekologicky zcela neodpovídá.

*Nostoc* sp. (Obr. 27)

Výskyt: U37, U47, U61, U63.

Typ lokality: smáčená stěna, pobřeží – kámen v přílivové zóně, játrovka, vlhký kámen u vodopádu.

Rozměry: šířka vlákna 5-9  $\mu\text{m}$ .

Tento typ neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Vlákno 5-9  $\mu\text{m}$  široké, nepravidelně stočené, pochva nezřetelná. Buňky modrozelené, nepravidelného tvaru, soudečkovité až kulaté. Koncová buňka kónická, zakulacená. Heterocyty solitérní, interkalární. Akinety téměř stejně velké jako vegetativní buňky. Vyskytuje se převážně na smáčené stěně – sladkovodní i mořské – i jako epifyt na játrovce.

*Oscillatoria* sp.

Výskyt: U47.

Typ lokality: pobřeží – kámen v přílivové zóně.

Rozměry: šířka vlákna 8,5  $\mu\text{m}$ , buňky 8 x 0,8-1  $\mu\text{m}$ .

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Ve vzorku se tento typ vyskytl pouze jedenkrát a to pouze část vlákna. Vlákna jsou přímá, pochva není zřetelná. Buňky jsou osmkrát širší než delší, nejsou zaškrcované.

*Phormidium* cf. *animale* (Obr. 28)

Výskyt: U61.

Typ lokality: játrovka na kapradí u cesty.

Rozměry: šířka vlákna 4,5-5  $\mu\text{m}$ , délka buněk 3  $\mu\text{m}$ .

Tvarem se poměrně dobře shoduje s druhem *P. animale* (AGARDH ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988, také rozměry víceméně odpovídají. *P. animale* je popsán

jako druh terestrický, na vlhkých půdách, zřídka v loužích a stojatých, chladných vodách. Zaznamenán také na stěnách skleníků, široce rozšířen v temperátní zóně a tropech, zřejmě kosmopolitní druh.

*Phormidium corium* GOMONT 1892 (Obr. 29)

Syn.: *Lyngbya corium* (AGARDH) ex HANSGIRG 1892, *Lyngbya paulistana* SENNA 1983, *Phormidium corium* f. *woronichiana* ELENKIN 1949, *Phormidium corium* fa. sensu ANAGNOSTIDIS 1961.

Výskyt: U49.

Typ lokality: eutrofní smáčená stěna.

Rozměry: šířka vlákna 5  $\mu\text{m}$ , délka buněk 5-6,4  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i rozměry odpovídá druhu *P. corium*. Ekologicky je popsán jako druh epifytický, epilittický na kamenech, ve stojatých i tekoucích vodách, na vodopádech, na vlhké půdě. Zaznamenán i na skalách, ve sklenících, močálech, rýžových polích, tlejících rostlinách. Pravděpodobně kosmopolitní druh.

*Phormidium* cf. *gracile* (Obr. 30)

Výskyt: U47.

Typ lokality: pobřeží – kámen v přílivové zóně.

Rozměry: šířka vlákna 4,6  $\mu\text{m}$ , délka buněk 2,5  $\mu\text{m}$ .

Tvarem, rozměry i ekologicky odpovídá druhu *P. gracile* (MENEHINI ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS 2001. Liší se barvou vlákna, které je modrozelené a u *P. gracile* je popsáno jako růžové. Vyskytuje se v přílivové oblasti mimo jiné v Brazílii i Evropě.

*Phormidium* cf. *laetevirens* (Obr. 31)

Výskyt: U60.

Typ lokality: pobřeží – dostřiková zóna.

Rozměry: šířka vlákna 5-6  $\mu\text{m}$ , délka buněk 3  $\mu\text{m}$ .

Nalezený typ se podobá tvarem i rozměry druhu *P. laetevirens* (CROUAN ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988, který je popsán jako druh velmi variabilní. Buňky nalezeného typu jsou slabě zaškrbené, spíše širší než delší, negranulované kolem buněčných přepážek, jemně granulovaný buněčný obsah. Konce jsou mírně zahnuté, koncové buňky zúžené, bez kalyptry. *P. laetevirens* se vyskytuje v mořské vodě, na skalách a kamenech, nejčastěji v litorálu, nalezen i ve slaných a sirných termálních pramenech. Široce rozšířen v Evropě. Informace o tomto druhu se značně liší v morfologii i ekologii.

*Phormidium granulatum* (GARDNER) ANAGNOSTIDIS 2001 (Obr. 32)

Syn.: *Oscillatoria granulata* GARDNER 1927, *O. granulata* f. *sibirica* POLJANSKIJ in HOLLERBACH et al. 1953 incl., *O. granulata* var. *maior* KAMAT 1961 incl.

Výskyt: U35.

Typ lokality: půdní krusta na břehu přehrady.

Rozměry: šířka vlákn 5  $\mu\text{m}$ , délka buněk 4-5  $\mu\text{m}$ .

Jedná se o druh obvykle se vyskytující na různých lokalitách v tropech i v temperátní zóně. Nalezeny i populace v Belize, Brazílii, Portoriku atd.

*Phormidium* sp. (Obr. 33)

Výskyt: U60.

Typ lokality: pobřeží – dostřiková zóna.

Rozměry: šířka vlákn 5,5-6  $\mu\text{m}$ , délka buněk 1-2  $\mu\text{m}$ .

Nepodobá se žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Vlákn je přímé, zelenošedivé, prudce se zužující, s viditelnou, úzkou, pevnou pochvou. Koncová buňka je kónická, zakulacená, bez kalyptry. Buňky jsou širší než delší, nezaškrcované, obsah granulovaný.

*Pseudanabaena* sp. (Obr. 34)

Výskyt: U47.

Typ lokality: pobřeží – kámen v přílivové zóně.

Rozměry: buňky 3 x 2-2,5  $\mu\text{m}$ .

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Ve vzorku se tento typ vyskytl jedenkrát a to pouze část vlákn. Vlákn je lehce zahnuté, pochva nezřetelná. Buňky soudečkovité, nápadně zaškrcované, modrozelené.

*Scytonema* cf. *obscurum* var. *terrestre* (Obr. 35)

Výskyt: U40.

Typ lokality: smáčený balvan u stromu.

Rozměry: šířka vlákn 10  $\mu\text{m}$ , délka buněk 5-7  $\mu\text{m}$ .

Morfologicky odpovídá druhu *S. obscurum* var. *terrestre* HANSGIRG 1892, ale liší se ekologií. *S. obscurum* var. *terrestre* se vyskytuje na vlhké půdě, ve vyschlých korytech řek a kalužích ve střední Evropě.

*Scytonema cf. millei* (Obr. 36)

Výskyt: U40, U44, U45, U49, U52, U55, U56, U58.

Typ lokality: smáčený balvan u stromu, smáčená stěna, eutrofní smáčená stěna, vlhký kámen pod vodopádem, skála.

Rozměry: šířka vlákna 12-24  $\mu\text{m}$ , délka buněk 10-15  $\mu\text{m}$ .

Tvarem se poměrně dobře shoduje s druhem *S. millei* BORNET in BORNET-THURET 1880, také rozměry víceméně odpovídají. Výskyt tohoto druhu je popsán na skalách, půdě, dřevě i stromech v oblasti Antil, Guayany, Nové Guiney, Afriky a Severní Ameriky.

*Scytonema cf. myochrous* (Obr. 37)

Výskyt: U43.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: šířka vlákna 18-21  $\mu\text{m}$ , buňky 6-12 x 6-15  $\mu\text{m}$ .

Odpovídá druhu *S. myochrous* (DILLWYN) AGARDH 1812 rozměrově i ekologicky, poněkud se liší tvarem buněk, které jsou spíše oválné až soudečkovité než soudečkovité až cylindrické. Jedná se o kosmopolitní druh.

*Scytonema cf. pulchellum* (Obr. 38)

Výskyt: U40, U42.

Typ lokality: smáčený balvan u stromu, smáčená stěna.

Rozměry: šířka vlákna 13-20  $\mu\text{m}$ , délka buněk 5-15  $\mu\text{m}$ .

Tvarem se dobře shoduje s druhem *S. pulchellum* GARDNER 1927, rozměry jsou uváděny o něco menší. Jedná se o druh smáčených stěn, popsán z Portorika.

*Scytonema* sp. (Obr. 39)

Výskyt: U44, U45, U53, U63.

Typ lokality: smáčená stěna, vodopád, vlhký kámen u vodopádu.

Rozměry: šířka vlákna 10-15  $\mu\text{m}$ , buňky 8-13 x 5-7  $\mu\text{m}$ .

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Vlákno je modrozelené až olivově zelené, pochva je zřetelná, bezbarvá až žlutohnědá. Buňky jsou zaškrcované, širší než delší, u konce vlákna až isodiametrické. Koncová buňka světlejší barvy, kónická až zakulacená. Vyskytuje se na smáčených stěnách.



*Stigonema elegans* GARDNER 1927 (Obr. 40)

Výskyt: U35, U55.

Typ lokality: půdní krusta na břehu přehrady, skála.

Rozměry: šířka vlákna 20-22  $\mu\text{m}$ , buňky 16-20 x 5-10  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i rozměry odpovídá spíše druhu *S. flexuosum* W. WEST et G.S.WEST 1897, ke kterému je však druh *S. elegans* GEITLEREM (1932) přiřazován. Ekologicky však odpovídá *S. elegans*, která je popsána ze skal, půdy, kůry stromů a rostlin uchycených na lávě v Portoriku.

*Stigonema hormoides* (KÜTZING) BORNET et FLAHAULT 1887 (Obr. 41)

Syn.: *Scytonema hormoides* KÜTZING, *Sirosiphon rhizodes* BRÉBISSON et RABENHORST, *Stigonema compactus* RABENHORST, *Stigonema compactum* BORZI, *Sommierella hormoides* BORZI 1917.

Výskyt: U37.

Typ lokality: smáčená stěna.

Rozměry: šířka vlákna 12  $\mu\text{m}$ , buňky 10 x 5-8  $\mu\text{m}$ .

Jedná se o velmi variabilní druh na smáčených stěnách, rašelinných jezírkách a je i submersní, někdy ve slizu jiných řas. Kosmopolitní. Tvarově je také velmi variabilní. Vlákna jsou hustě spletená, spojená v tenký, plstěný, černohnědý svazek. Vlákno je značně dlouhé většinou jednořadé, výjimečně dvouřadé. Byla popsána řada variet z celého světa, avšak s žádnou se přesně neshoduje.

*Stigonema cf. minutum* (Obr. 42)

Výskyt: U52, U53.

Typ lokality: vlhký kámen pod vodopádem, vodopád.

Rozměry: šířka vlákna 30-40  $\mu\text{m}$ , délka buněk 10-12  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i ekologicky odpovídá druhu *S. minutum* (AGARDH) HASSALL 1845, který je kosmopolitní. Rozměrově odpovídá spíše *S. turfaceum* COOKE 1884, avšak vzhledem se liší.

*Stigonema panniforme* BORNET et FLAHAULT 1887 (Obr. 43)

Syn.: *Scytonema panniforme* AGARDH 1817

Výskyt: U37, U38, U39, U55.

Typ lokality: smáčená stěna, skála.

Rozměry: šířka vlákna 20-30  $\mu\text{m}$ , délka buněk 10-15  $\mu\text{m}$ .

Tvarem i ekologicky se shoduje s popsaným druhem. Šířka vláknů se však pohybuje na dolní hranici popsanych rozměrů - 24-36 $\mu$ m.

*Stigonema* sp. 1 (Obr. 44)

Výskyt: U60.

Typ lokality: pobřeží – dostřiková zóna.

Rozměry: šířka vláknů 25-30  $\mu$ m, délka buněk 7-10  $\mu$ m.

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Tvarově se podobá *S. minutissimum* BORZI 1917, která má však vlákno široké 10-18  $\mu$ m a vyskytuje se na pařezech v Itálii, Sardinii, Sicílii a v severní Africe. Nalezený typ se naopak vyskytuje na mořském pobřeží a vlákno je široké až 30  $\mu$ m.

*Stigonema* sp. 2 (Obr. 45)

Výskyt: U60.

Typ lokality: pobřeží – dostřiková zóna.

Rozměry: šířka vláknů 17-23  $\mu$ m, délka buněk 15-19  $\mu$ m.

Neodpovídá žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Vlákno je v podstatě celé jednořadé, pochva není lamelovaná. Rozměrově odpovídá druhu *S. elegans* (GARDNER 1927), liší se tvarem i ekologicky. *S. elegans* byla popsána ze skal, půdy, kůry stromů a také z rostlin uchycených na lávě v Portoriku.

*Stigonema tomentosum* (KÜTZING) HIERONYMUS 1895 (Obr. 46)

Syn.: *Sirosiphon tomentosum* KÜTZING 1847

Výskyt: U63, U64.

Typ lokality: vlhký kámen u vodopádu, povlak na písku.

Rozměry: šířka vláknů 20  $\mu$ m, buňky 15-17  $\mu$ m.

Jedná se o druh tvořící makroskopické štětiny na skalách a dřevu, zřejmě je i více rozšířen. Popsány byly var. *bicolor* (MARTENS) FORTI a var. *brasiliense* WILLE, které se vyskytují na různých stanovištích, ale liší se od nalezeného typu bezbarvou pochvou.

*Trichormus* cf. *variabilis* (Obr. 47)

Výskyt: U37, U39, U47, U53.

Typ lokality: smáčená stěna, pobřeží – kámen v přílivové zóně, vodopád.

Rozměry: buňky 4-4,5 x 2,5-4  $\mu\text{m}$ .

Tvarově i rozměry odpovídá druhu *T. variabilis* (KÜTZING ex BORNET et FLAHAULT) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1989, liší se ekologií. *T. variabilis* je popsán jako druh vyskytující se na vlhké půdě, ve stojatých vodách i v mořské vodě. Jedná se o druh kosmopolitní i s výskytem v tropech.

## 4. Diskuse

V oblasti Ubatuba bylo nalezeno 49 druhů sinic. V nejvíce vzorcích se vyskytoval druh *Gloeotheca tepidarium*. Jeho relativní četnost v jednotlivých vzorcích se výrazně lišila a pohybovala se od 0,1% do 50%. Tento druh byl popsán ze střední Evropy, kde byl nalezen na skalách, smáčených stěnách a ve sklenících. Domnívám se tedy, že se může vyskytovat i v tropech Brazílie.

V sedmi až devíti vzorcích se s různou četností vyskytovaly druhy *Asterocapsa* cf. *belizensis*, *Asterocapsa* sp., *Leptolyngbya* sp. a *Scytonema* cf. *millei*.

Naopak 27 druhů sinic bylo nalezeno pouze v jednom vzorku, ale jejich abundance se lišila. S četností do 0,1% se vyskytovaly druhy *Aphanothece* sp., *Borzia* cf. *trilocularis*, *Coleodesmium* cf. *wrangeli*, *Cyanosarcina* sp. 1, *Eucapsis* cf. *parallelepipedon*, *Gloeocapsopsis* sp., *Chroococcus* cf. *montanus*, *Chroococcus* cf. *pallidus*, *Chroococcus* cf. *varius*, *Chroococcus* sp. 2, *Nematoplaca* cf. *incrustans*, *Oscillatoria* sp. a *Pseudanabaena* sp.. Naopak s četností kolem 70% se vyskytoval pouze druh *Phormidium granulatum*.

Z celkového zastoupení jednotlivých rodů sinic, které je vidět v grafu (Příloha 3), je zřejmé, že nejčastěji se vyskytovaly rody *Asterocapsa*, *Scytonema*, *Gloeotheca* a *Stigonema*.

Co se týká výskytu druhů na různých substrátech je tabulka nalezených druhů (Tab. 2) spíše orientační. Z některých typů substrátu – půdní krusta, písek – byl odebrán pouze jeden vzorek. Ze stromu, skály a mořského pobřeží bylo odebráno po třech vzorcích a zbylých 13 vzorků pochází ze smáčené stěny. Například *Calothrix braunii* se vyskytoval pouze na skále, ale jen v jednom vzorku, což neprokazuje preferenci tohoto substrátu. V literatuře je výskyt tohoto druhu uváděn i na vodních rostlinách ve stojatých vodách.

Pozoruhodný je nález *Nematoplaca* cf. *incrustans*. Ačkoli zcela neodpovídá ekologicky, jelikož byl nalezen na skále a druh *N. incrustans* je popsán z kamenů v říčkách, pravděpodobně se jedná o tentýž druh s novým výskytem. Nalezený typ zcela odpovídá tvarem i rozměry druhu *N. incrustans*, který byl podle dostupné literatury nalezen pouze jedenkrát a to v říčkách střední Sumatry.

Při srovnání dat získaných při tvorbě literární rešerše z různých biotopů Jižní Ameriky lze říci, že aerické druhy nalezené v oblasti Ubatuba se nejvíce podobají druhům vyskytujícím se na „inselbergs“ a stolových horách. Shodné jsou například druhy *Scytonema myochrous*, *Stigonema minutum*, *Stigonema hormoides* a *Stigonema panniforme*. Přestože studie věnující se sinicím na stavbách pocházejí z geograficky bližší lokality, druhové složení mnou

nalezených sinic je více podobné sinicím horských útvarů Venezuely. Dalo by se tedy říci, že pro rozšíření druhů je podstatnějším faktorem klima biotopu než geografická blízkost.

Předkládaná bakalářská práce je součástí širšího projektu zaměřeného na sinice území Mata Atlantica. V rámci tohoto projektu byla současně s oblastí Ubatuba zpracována podobná studie se zaměřením na algologický průzkum lokalit Paranapiacaba a Jardim Botânico Sao Paulo (ŽIŠKOVÁ 2007). Při srovnání společenstva sinic z těchto tří geograficky velmi blízkých oblastí lze říci, že zastoupení druhů je podobné. V malé míře se vyskytovaly i druhy odlišné, například *Borzia* cf. *trilocularis*, *Calothrix braunii*, *Calothrix* cf. *clavata*, *Coleodesmium* cf. *wrangeli*, *Nematoplaca* cf. *incrustans* a *Trichormus* cf. *variabilis* nebyly nalezeny v lokalitách Paranapiacaba a Jardim Botânico Sao Paulo. Jmenované druhy se však ani v oblasti Ubatuba nevyskytovaly hojně, jedná tedy pravděpodobně o odlišnosti v rámci variability. Stejně tak v lokalitě Jardim Botânico Sao Paulo se objevily druhy, které nebyly nalezeny v oblasti Ubatuba – *Hassallia* cf. *heterogena* a *Trichocoleus* sp1. V lokalitě Paranapiacaba se jednalo o druhy *Cyanodictyon* sp., *Gloeocapsa* cf. *reicheltii*, *Synechococcus* cf. *intermedius* a *Tolypothrix* cf. *fragilissima*.

Sinice nalezené v oblasti Ubatuba lze rozdělit do tří kategorií:

1. Druhy, které se přesně morfologicky i ekologicky shodují s již popsány taxony, ať už s kosmopolitním či pouze tropickým rozšířením. Tyto druhy zaujímají přibližně 20% z nalezených sinic. Jedná se například o druhy *Asterocapsa submersa*, *Calothrix braunii*, *Phormidium granulatum* a *Stigonema panniforme*.

2. Druhy, které jsou morfologicky velmi podobné již popsáným taxonům, ale liší se ekologicky nebo nebyly dosud popsány jejich hodnověrné nálezy z tropů. U těchto druhů nelze bez molekulárních analýz říci, zda se jedná o odchylku v rámci variability nebo o rozdílné druhy s morfologickou podobností. Tyto druhy zaujímají přibližně 43% z nalezených sinic. Například *Asterocapsa* cf. *belizensis*, *Eucapsis* cf. *parallelepipedon* a *Trichormus* cf. *variabilis* se více či méně liší od původních popisů ekologickými nároky.

3. Druhy, které nejsou morfologicky ani ekologicky podobné již popsáným taxonům. Jedná se buď o modifikace již popsáných taxonů, nebo o sinice, které se nepodařilo přesně určit kvůli nedostatku materiálu, nebo o zcela nové taxony. Pro popsání nových druhů jsou však nutná další studia a především molekulární analýzy. Tyto druhy zaujímají přibližně 37% z nalezených druhů sinic. Například typ *Asterocapsa* sp. se vyskytoval v osmi vzorcích na různých typech substrátu, nejhojněji na smáčené stěně. Nepodobá se žádnému druhu popsanému v dostupné literatuře. Tvarově je velmi variabilní, ale u všech jedinců je patrný zrnitý, případně ostnatý povrch. Jedná se pravděpodobně o nový druh, nicméně jsou nutná

další studia, především molekulární. Stejně tak u nalezeného typu *Asterocapsa/Gloeocapsopsis* bylo možné pozorovat vegetativní buňky podobné rodu *Gloeocapsopsis*, ale objevují se i stádia *Asterocapsy*. Ve vzorcích se tento typ vyskytuje zřídka, tudíž jsou nutná další studia pro přesné určení.

Vždy není vhodné snažit se přiřadit nalezený typ k popsánému taxonu liší-li se ekologicky popřípadě morfologicky. Zdá se vhodnější popsat druh jako nejistý nebo popsat nový druh. Na druhou stranu je nutné daný typ detailně prostudovat a použít všechny dostupné metody (molekulární, biochemické, ekologické, cytomorfologické), což v tomto případě přesahuje rámec zadané bakalářské práce. Také je vhodné studovat celé životní cykly v různých podmínkách, aby nedocházelo k popsání životního stádia jako nového druhu.

Je třeba si uvědomit, že determinační klíče zahrnují z velké části taxony vyskytující se v temperátní zóně a jejich použití pro určení tropických druhů není příliš vhodné. Nicméně sinice této oblasti nebyly dosud podobně zpracovány. Nesprávná interpretace později vede k dalším špatným determinacím sinic. Bylo prokázáno, že v tropech existují odlišné, morfologicky i ekologicky stabilní typy. Dalo by se říci, že na různých biotopech se vyskytuje specifické společenstvo sinic a jejich rozšíření tedy odráží geografické rozmístění biotopů. Vzhledem k dlouhé evoluci sinic je jejich diverzita zřejmě mnohem větší než je dosud známo (KOMÁREK 1985, KOMÁREK 1994).

## 5. Závěr

Celkem bylo nalezeno 49 druhů sinic: 10 druhů sinic se podařilo spolehlivě přiřadit k popsanému taxonu, 21 druhů bylo morfologicky podobných popsaným taxonům, ale lišily se ekologicky a u 18 druhů se jedná o modifikace již popsaných taxonů, nebo o sinice, které se nepodařilo přesně určit kvůli nedostatku materiálu, nebo o zcela nové taxony. Seznam nalezených druhů sinic a jejich relativní četnost v jednotlivých vzorcích jsou uvedeny v tabulce v příloze (Tab. 2). Ve třech vzorcích z 27 dovezených nebyly nalezeny žádné sinice – vzorky U46, U51 a U59. Zastoupení jednotlivých rodů v lokalitách zobrazuje graf (Příloha 3). Nebyla zjištěna preference výskytu druhů sinic na typu substrátu kvůli příliš malému počtu odběrů z různých substrátů. Druhové složení nalezených sinic se velmi podobá sinicím horských útvarů Venezuely.

## 6. Seznam literatury

- ARINO X., GOMEZ-BOLEA A. & SAIZ-JIMENEZ C. (1997): Lichens on ancient mortars. *International Biodeterioration & Biodegradation* 40: 217-224.
- AZEVEDO M. T. P. (1991): Edaphic blue-green algae from São Paulo Botanical Garden, Brazil. *Algological Studies* 64: 503-526.
- AZEVEDO M.T.P., SANT'ANNA C.L., SENNA P.A.C., KOMÁREK J. & KOMÁRKOVÁ J. (2003): Contribution to the microflora of chroococcalean cyanoprokaryotes from Sao Paulo State, Southeast Brazil. *Hoehnea* 30 (3): 285-295.
- BÜDEL B. (1999): Ecology and diversity of rock-inhabiting cyanobacteria in tropical regions. *European Journal of Phycology* 34: 361-370.
- BÜDEL B., LÜTTGE U., STELZER R., HUBER O. & MEDINA E. (1994): Cyanobacteria of rocks and soils of the Orinoco lowlands and the Guyana uplands, Venezuela. *Botanica Acta* 107: 422-431
- BÜDEL B., WEBER H.M., POREMBSKI S. & BARTHLOTT W. (2002): Cyanobacteria of inselbergs in the Atlantic rainforest zone of eastern Brazil. *Phycologia* 41 (5): 498-506.
- CARMICHAEL W.W. (2001): Health effects of toxin-producing cyanobacteria: "The CyanoHABs". *Human and Ecological Risk Assessment* 7 (5): 1393-1407.
- CRISPIM C.A. & GAYLARDE C.C. (2005): Cyanobacteria and Biodeterioration of Cultural Heritage: A Review. *Microbial Ekology* 49: 1-9.
- CRISPIM C.A., GAYLARDE C.C. & GAYLARDE P.M. (2004): Biofilms on church walls in Porto Alegre, RS, Brazil, with special attention to cyanobacteria. *International Biodeterioration & Biodegradation* 54: 121-124.
- CRISPIM C.A., GAYLARDE P.M. & GAYLARDE C.C. (2003): Algal and Cyanobacterial Biofilms on Calcareous Historic Buildings. *Current Microbiology* 46: 79-82.
- CRISPIM C.A., GAYLARDE P.M., GAYLARDE C.C. & NEILAN B.A. (2006): Deteriogenic cyanobacteria, on historic buildings in Brazil detected by culture and molecular techniques. *International Biodeterioration & Biodegradation* 57: 239-243.
- DANIN A., GERSON R., MARTON K. & GARTY J. (1982): Patterns of limestone and dolomite weathering by lichens and blue-green algae and their palaeoclimatic significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 37: 221-233.
- DANOFF-BURG J., KITTEL T. & HOYLMAN A. (2001): Atlantic Forest. *Columbia University's Ultimate Field Ecology Experience* 2: 1-7.



- DIAS E.C., BRESCIA E.A. & SOUZA VIEIRA L.R. (2005): Characteristics of Brazilian Forests and International Agreements. Government of the State of Minas Gerais, Secretariat of Science, Technology and Higher Education. 11 pp.
- DIEGUES A.C. (1995): The Mata Atlantica Biosphere Reserve: An Overview. Working Paper 1. UNESCO (South-South Cooperation Programme), Paris. 36 pp.
- FUČÍKOVÁ K. (2004): Mikrovegetace vrcholu Roraima Tepui se zřetelem na řád Desmidiáles. [Microvegetation of the top of Roraima Tepui, with special regard to order Desmidiáles.] – Bc. Práce, Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, ČR, 25 pp.
- GARDNER N.L. (1927): New Myxophyceae from Porto Rico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 7: 1-144.
- GAYLARDE C.C. & GAYLARDE P.M. (2005): A comparative study of the major microbial biomass of biofilms on exteriors of buildings in Europe and Latin America. *International Biodeterioration & Biodegradation* 55: 131-139.
- GAYLARDE C.C., GAYLARDE P.M., COPP J. & NEILAN B.A. (2004): Polyphasic Detection of Cyanobacteria in Terrestrial Biofilms. *Biofouling* 20: 71-79.
- GAYLARDE P.M. & GAYLARDE C.C. (1999): Algae and cyanobacteria on painted surfaces in Southern Brazil. *Revista de Microbiologia* 30: 209-213.
- GAYLARDE P.M. & GAYLARDE C.C. (2000): Algae and cyanobacteria on painted buildings in Latin America. *International Biodeterioration & Biodegradation* 46: 93-97.
- GEITLER L. (1932): Cyanophyceae. In: Rabenhorst's *Kryptogamen-Flora* 14: 1196 pp., Leipzig.
- GEITLER L. (1942): Schizophyta. In: *Die Natürlichen Pflanzenfamilien* 1b: 232 pp., Leipzig.
- GOLUBIĆ S. (1967): Die algenvegetation an Sandsteinfelsen st-Venezuelas (Cumaná). *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 52: 693-699.
- HINDÁK F., CYRUS Z., MARVAN P., JAVORNICKÝ P., KOMÁREK J., Ettl H., ROSA K., SLÁDEČKOVÁ A., POPOVSKÝ J., PUNČOCHÁŘOVÁ M. & LHOTSKÝ O. (1978): Sladkovodné riasy. Slovenské pedagogické nakladateľstvo. 728 pp.
- JOSHI C.D. & MUKUNDAN U. (1997): Algal disfigurement and degradation of architectural paints in India. *Paintindia* 47: 27-32.
- JUANY C.H., KIM S., ALTSTATT A., TOWNSHEND J.R.G., DAVIS P., SONG K., TUCKER C.J., RODAS O., YANOSKY A., CLAY R. & RUSINSKY J. (2007): Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas — A Landsat assessment. *Remote Sensing of Environment* 106: 460-466.

- KOMÁREK J. (1985): Do all cyanophytes have a cosmopolitan distribution? Survey of the freshwater cyanophyte flora of Cuba. *Archiv für Hydrobiologie – Supplement* 71 (1/2) (Algological Studies 38/39): 359-386.
- KOMÁREK J. (1994): Current trends and species delimitation in the cyanoprokaryote taxonomy. *Algological Studies* 75: 11-29.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. (1998): Cyanoprokaryota. – Vol. 1: Chroococcales. In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H., Mollenhauer D. (eds.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1, G. Fischer Verlag Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, Germany, 548 pp.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. (2005): Cyanoprokaryota - 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. In: Büdel B., Krienitz L., Gärtner G., Schagerl M. (eds.): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/2, Elsevier/Spektrum, Heidelberg, 759 pp.
- KOMÁREK J. & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ J. (2007): Taxonomic evaluation of cyanobacterial microflora from alkaline marshes of northern Belize. 1. Phenotypic diversity of coccoid morphotypes. *Nova Hedwigia* 84: 65-111.
- MICHELANGELI F.A. (2000): Species composition and species-area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountains in southern Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 16: 69-82.
- MORELLATO L.P.C. & HADDAD C.F.B. (2000): Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 32: 786–792.
- MUYZER G. (1999): DGGE/TGGE a Metod for identifying genes from natural ecosystems. *Current Opinion in Mikrobiology* 2: 317-322.
- MUYZER G. & SMALLA K. (1998): Application of denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) and temperature gradient gel electrophoresis (TGGE) in microbial ekology. *Antonie van Leeuwenhoek* 73: 127-141.
- MYERS N., MITTERMEIER R.A., MITTERMEIER C.G., FONSECA G.A.B. & KENT J. (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- PALMER R.J., SIEBERT J. & HIRSCH P. (1991): Biomass and organic acids in sandstone of a weathering building: production by bacterial and fungal isolates. *Microbial Ecology* 21: 253-266.
- SANT'ANNA C.L. & AZEVEDO M.T.P. (2000): Contributon to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia* 71 (3-4): 359-385.
- STANIER R.Y., KUNISAWA R., MANDEL M. & COHEN-BAZIRE G. (1971): Purification and properties of unicellular blue-green algae (Order Chroococcales). – *Bacteriological Reviews* 35: 171-205.

- TIRKEY J. & ADHIKARY S.P. (2006): Blue green algae in the biological soil crusts of different regions of India. *Feddes repertorium* 117 (3-4): 280-306.
- WEBLEY D.M., HENDERSON D.E.K. & TAYLOR J.F. (1963): The mikrobiology of rocks and weathered stones. *European Journal of Soil Science* 14: 102-112.
- WEE Y.C. & LEE K.B. (1980): Proliferation of algae on surfaces of buildings in Singapore. *International Biodeterioration Bulletin* 16: 113-117.
- ŽIŠKOVÁ E. (2007): Aerické sinice z lokalit Paranapiacaba a Jardim Botânico Sao Paulo, Mata Atlantica (Brazílie). [Aerophytic cyanobacteria of Paranapiacaba and Jardim Botânico Sao Paulo, Mata Atlantica (Brazil).] Bc. Práce, Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, ČR, 34 pp.
- COSTA VERDE SP.  
<http://www.costaverdesp.com.br>
- CONSERVATION INTERNATIONAL BODIVERSITY HOTSPOTS: Atlantic Forest.  
[http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/atlantic\\_forest/](http://www.biodiversityhotspots.org/xp/Hotspots/atlantic_forest/)
- ECOLOGYFUND: The Project: South American Rainforest.  
[http://www.ecologyfund.com/ecology/info\\_amazon.html](http://www.ecologyfund.com/ecology/info_amazon.html)
- INSTITUTO TERRA, Brazil: Atlantic Forest (Mata Atlantica).  
<http://www.unep-wcmc.org/forest/restoration/docs/Brazil.pdf>
- WWF – BRASIL.  
<http://www.wwf.org.br/index.cfm>

## 7. Přílohy

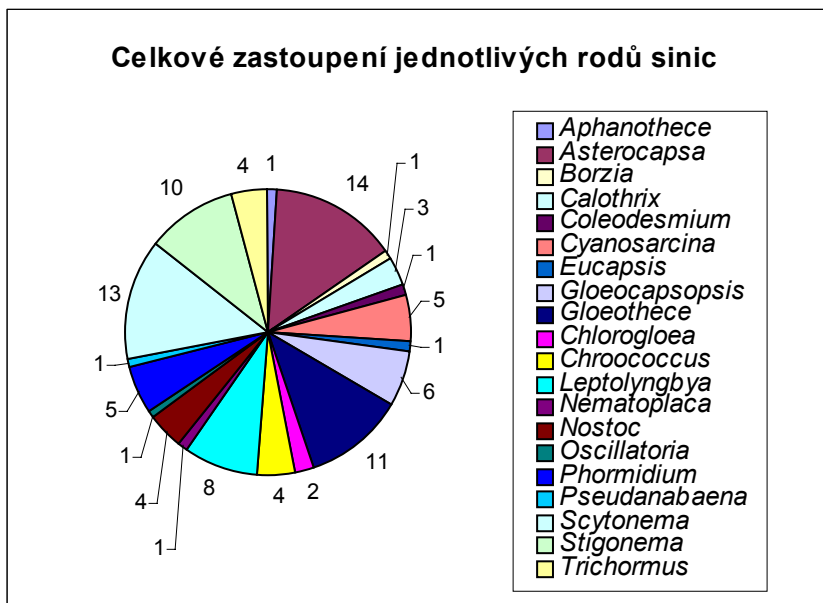
**Příloha 1: Mapa pralesa Mata Atlantica (WWF – BRASIL)**



**Příloha 2: Mapa oblasti Ubatuba (COSTA VERDE SP)**



**Příloha 3: Graf celkového zastoupení jednotlivých rodů sinic**



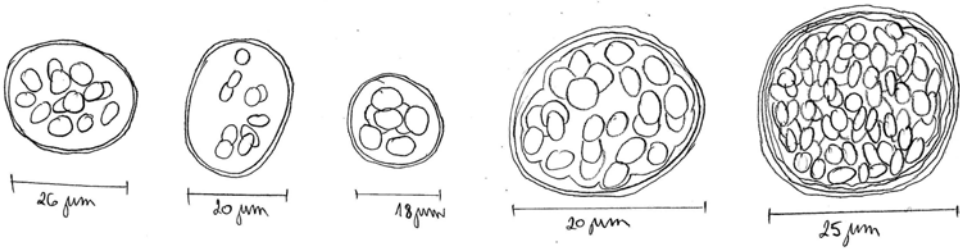
**Tab. 1: Tabulka abundance (HINDÁK et al. 1978)**

	relativní abundance
+	do 0,1%
1	0,1-1%
2	1-5%
3	5-20%
4	20-50%
5	50-90%
6	90-100%

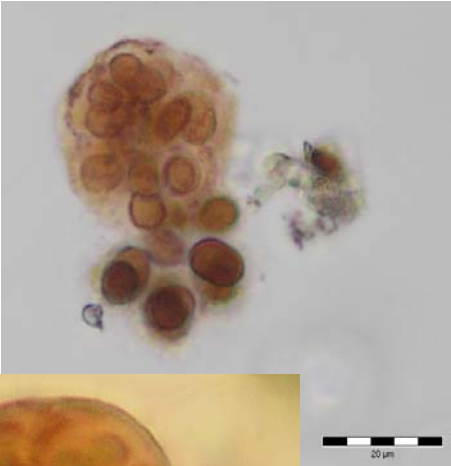
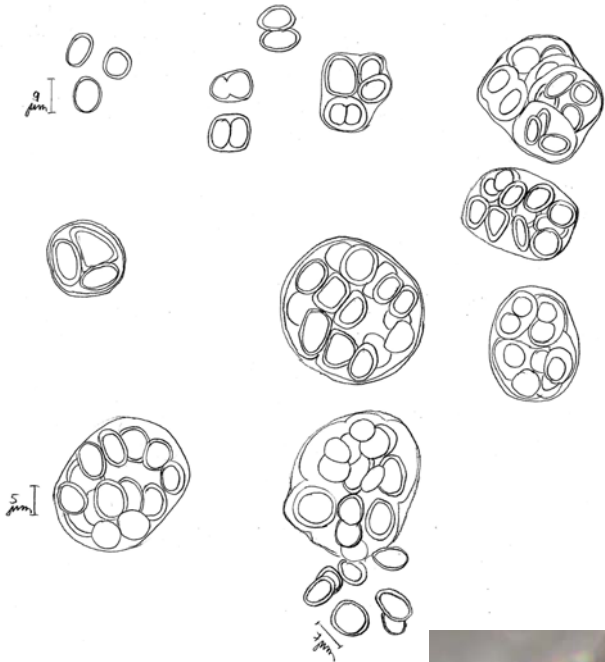




**Obr. 1: *Asterocapsa cf. belizensis***



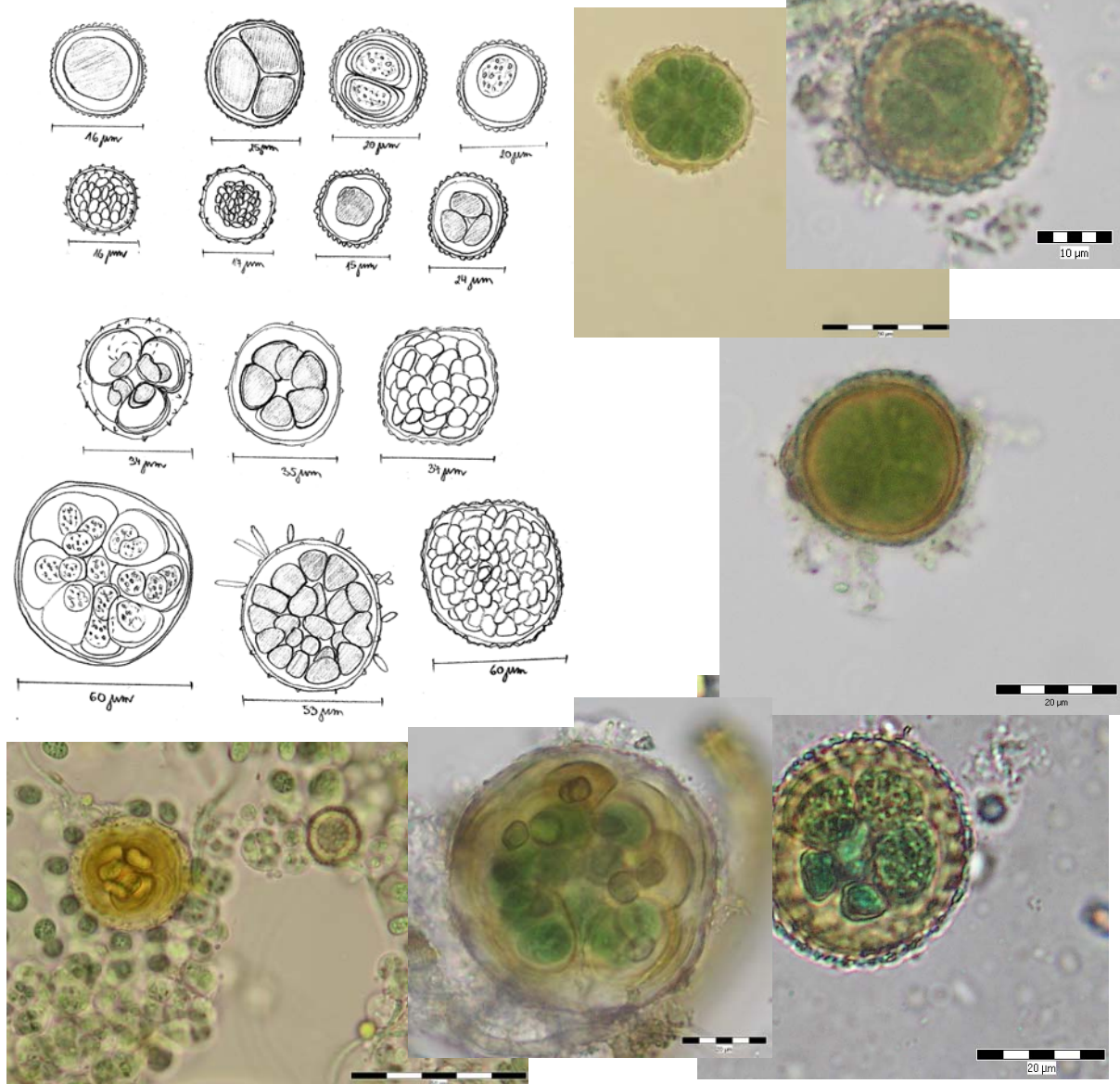
**Obr. 2: *Asterocapsa/Gloeocapsopsis***



Obr. 3: *Asterocapsa submersa*



Obr. 4: *Asterocapsa* sp.

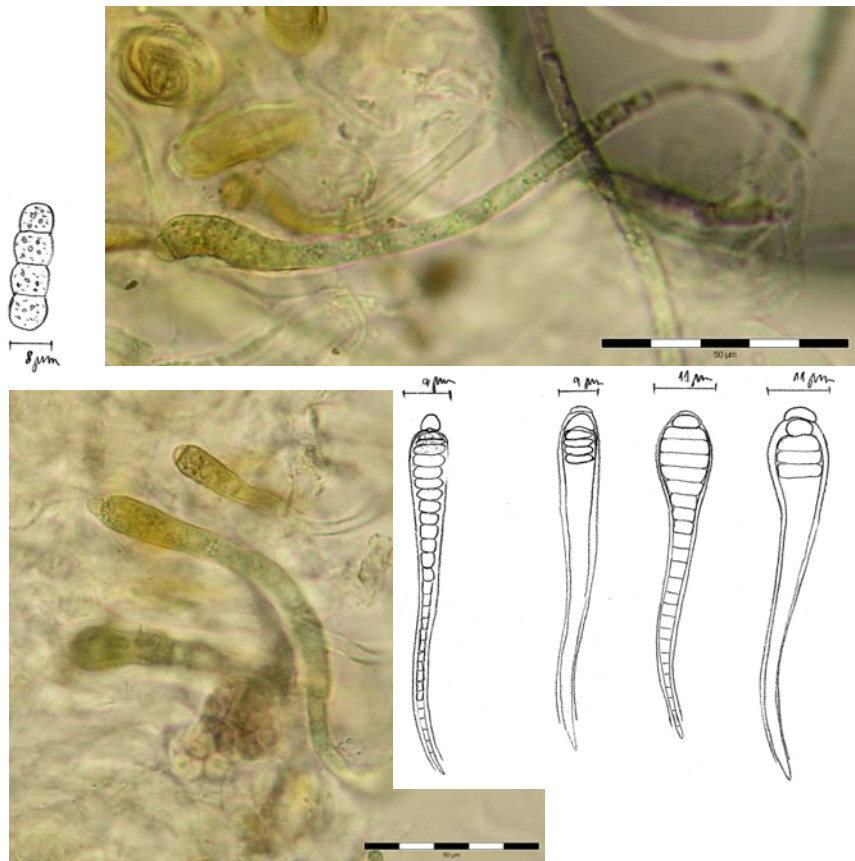




Obr. 5: *Borzia cf. trilocularis*



Obr. 6: *Calothrix braunii*



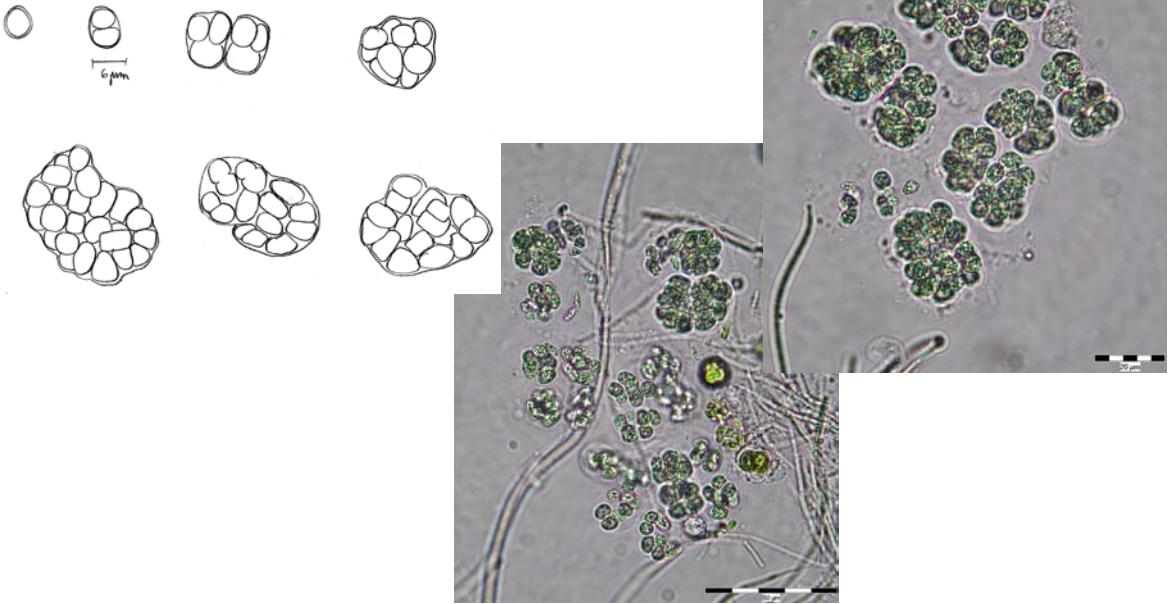
Obr. 7: *Calothrix cf. clavata*



Obr. 8: *Coleodesmium cf. wrangelii*



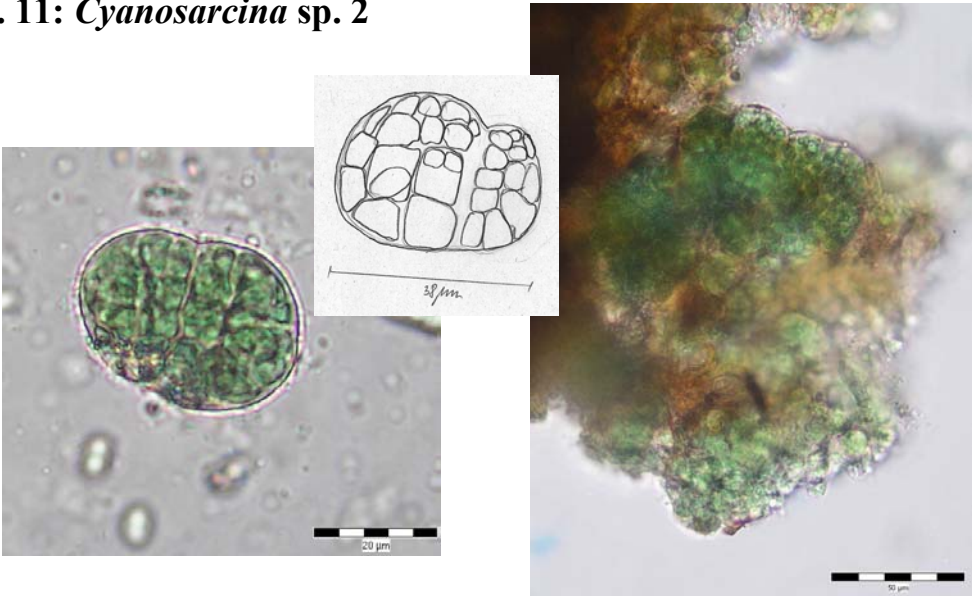
**Obr. 9: *Cyanosarcina* cf. *spectabilis***



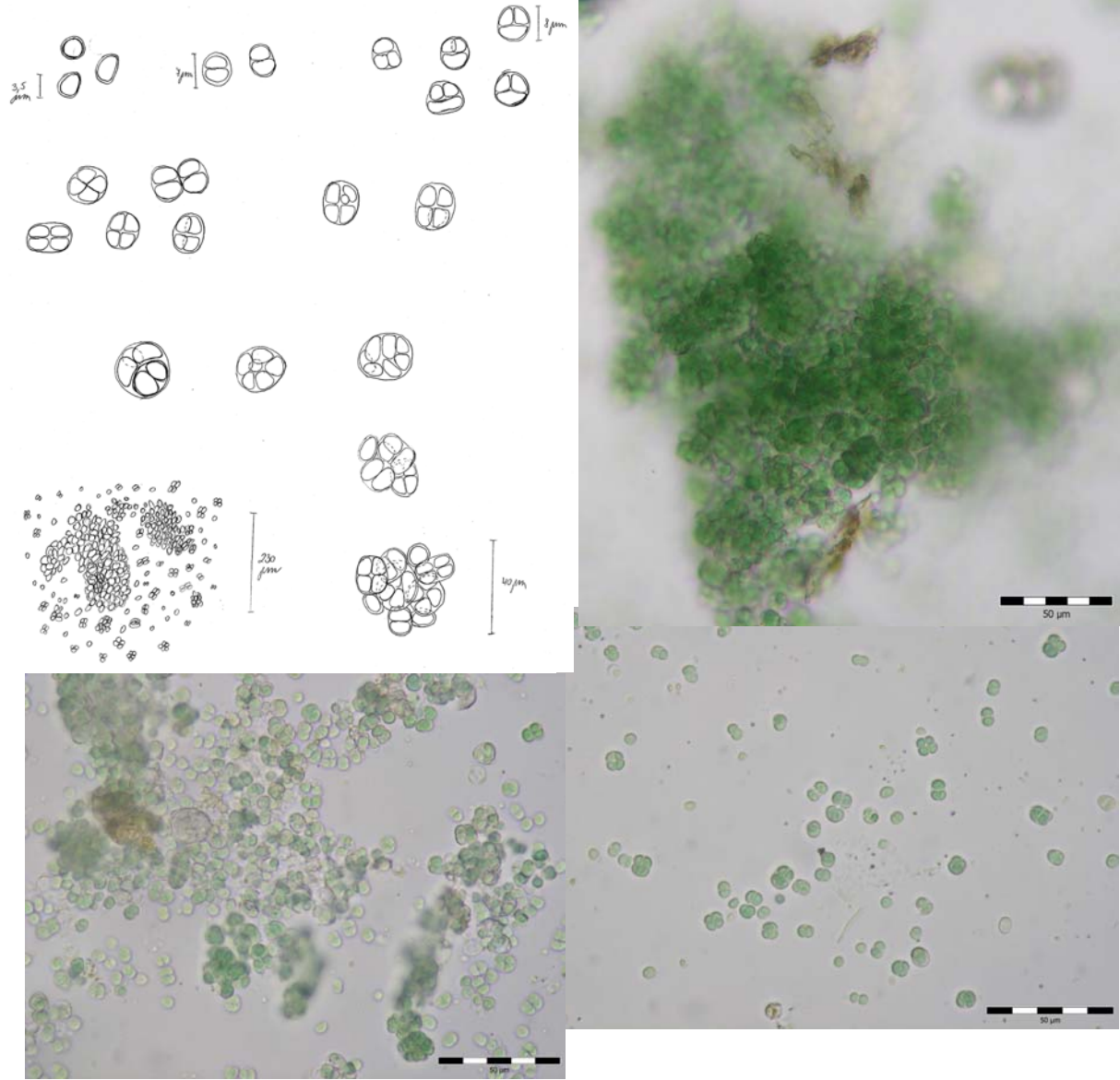
**Obr. 10: *Cyanosarcina* sp. 1**



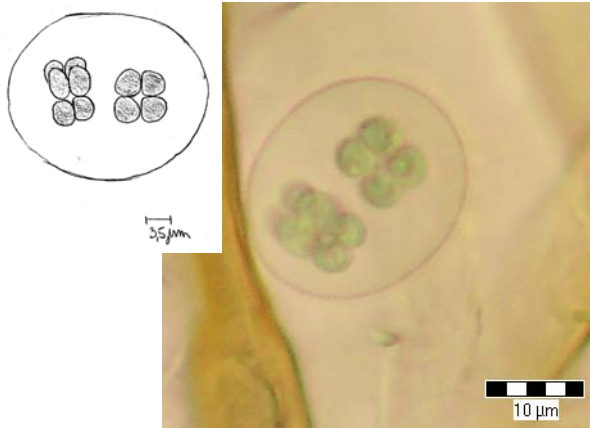
**Obr. 11: *Cyanosarcina* sp. 2**



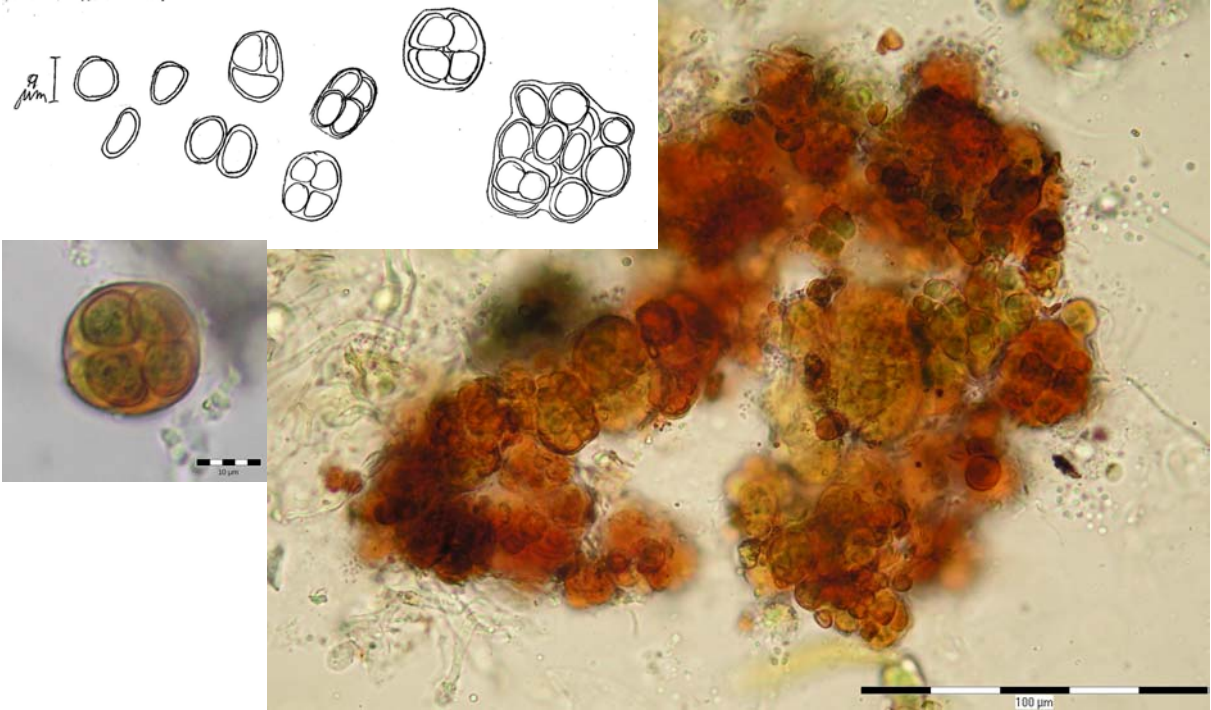
Obr. 12: *Cyanosarcina* sp. sensu lato



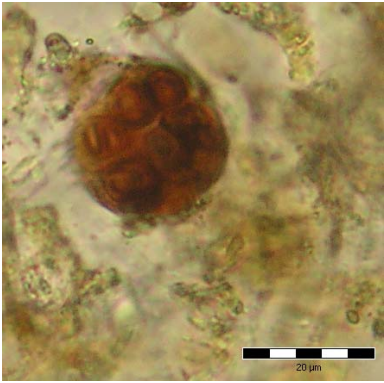
Obr. 13: *Eucapsis* cf. *parallelepipedon*



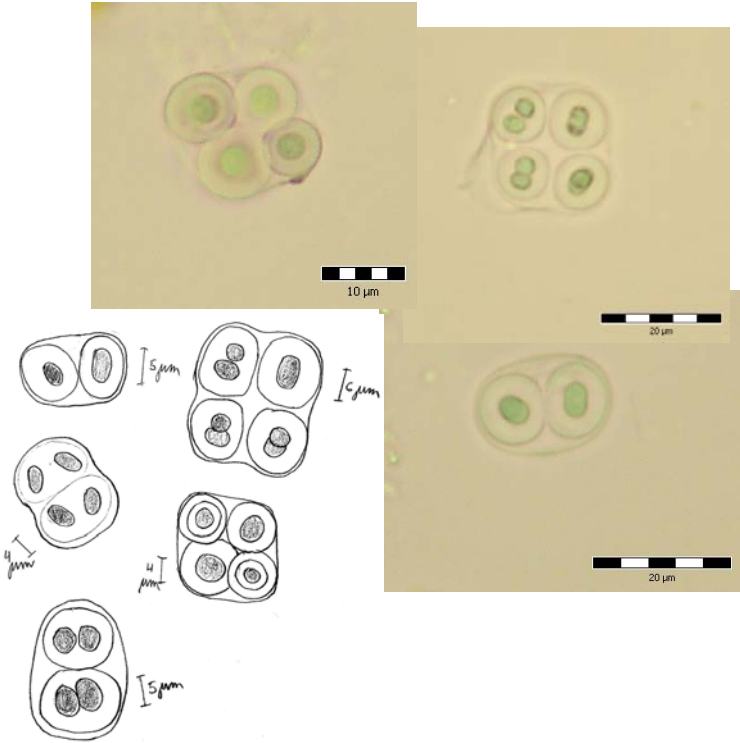
Obr. 14: *Gloeocapsopsis cf. dvorakii*



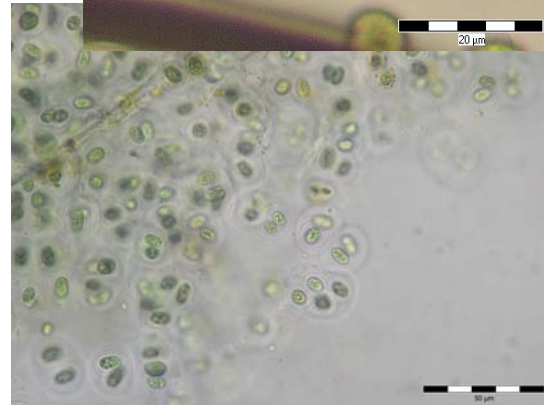
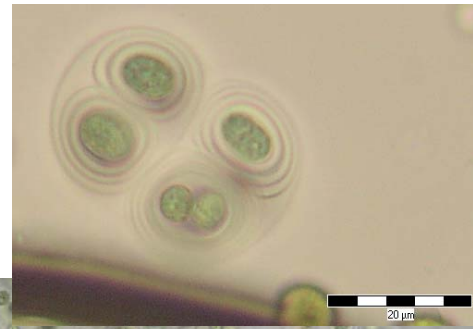
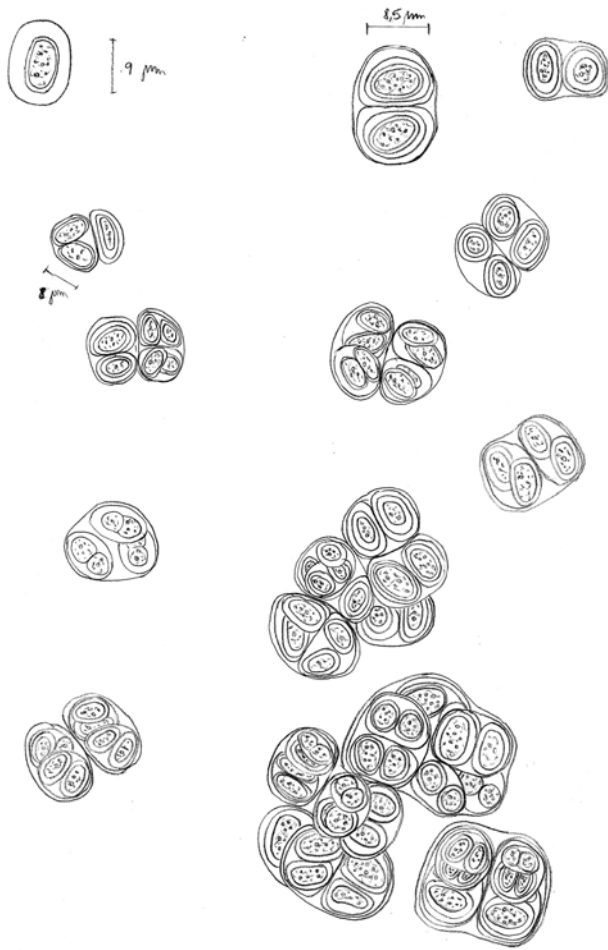
Obr. 15: *Gloeocapsopsis* sp.



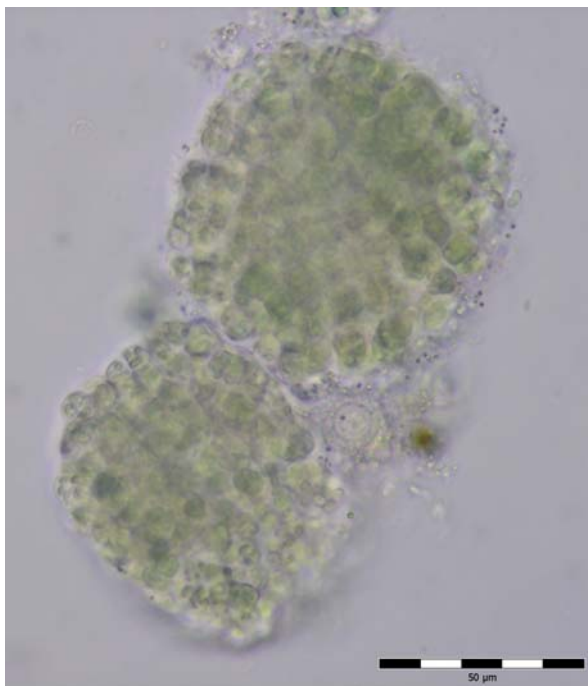
Obr. 16: *Gleothece palea*



**Obr. 17: *Gloeothece tepidariorum***



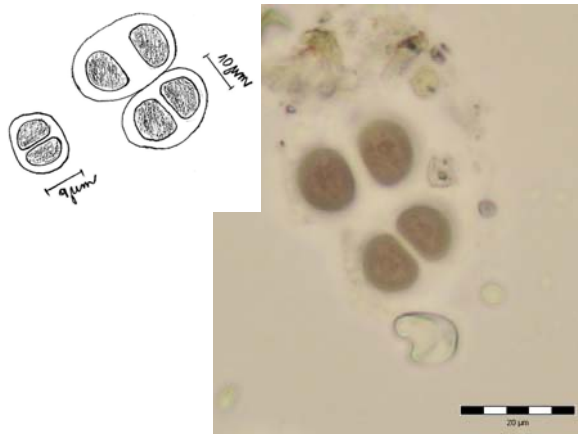
**Obr. 18: *Chlorogloea* sp.**



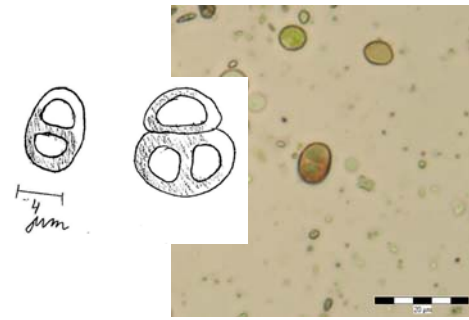
**Obr. 19: *Chroococcus* cf. *montanus***



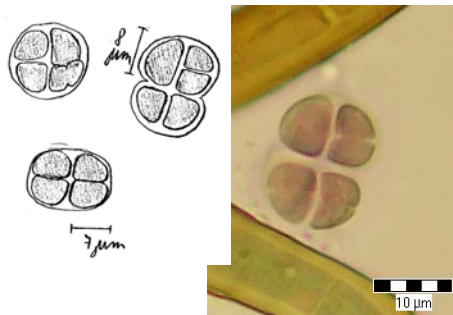
**Obr. 20: *Chroococcus* cf. *pallidus***



**Obr. 21: *Chroococcus* cf. *varius***



**Obr. 22: *Chroococcus* sp. 1**



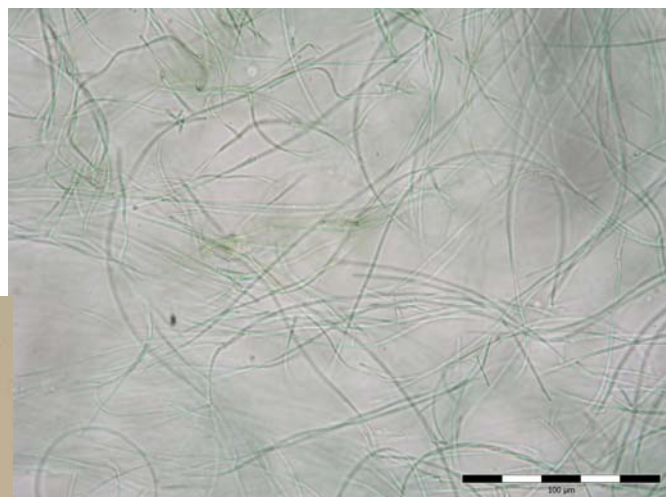
**Obr. 23: *Chroococcus* sp. 2**



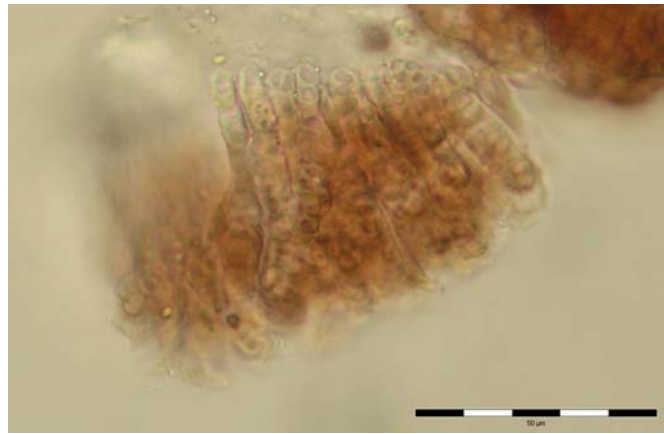
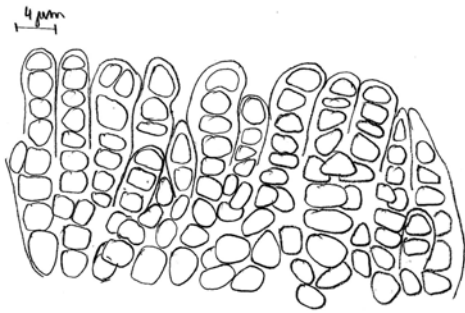
**Obr. 24: *Leptolyngbya* cf. *subtilissima***



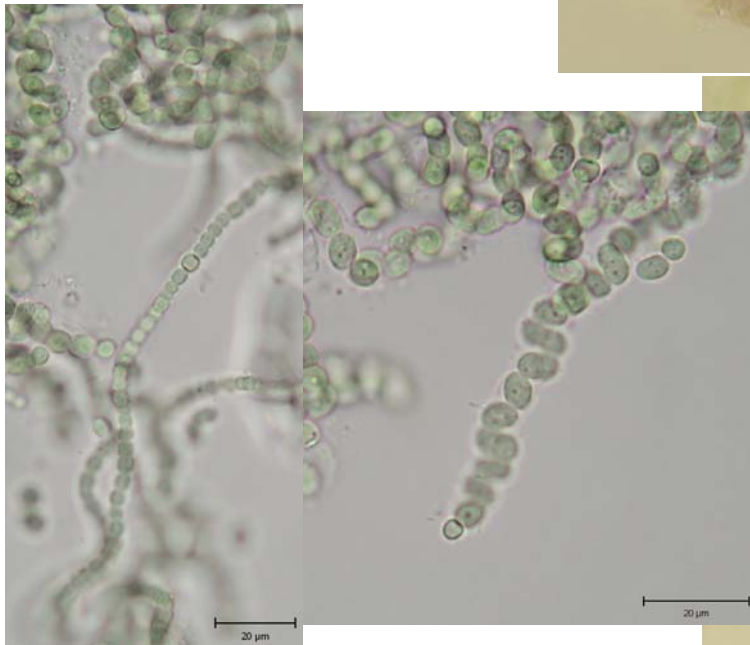
**Obr. 25: *Leptolyngbya* sp.**



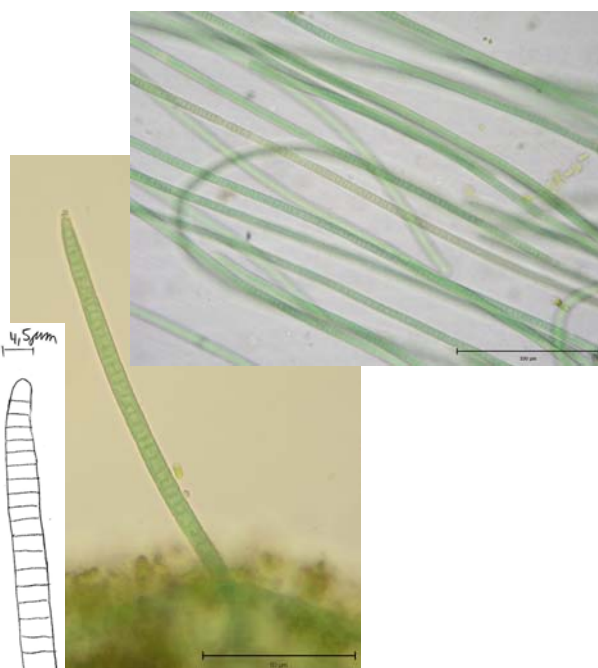
**Obr. 26: *Nematoplaca* cf. *incrustans***



**Obr. 27: *Nostoc* sp.**



**Obr. 28: *Phormidium* cf. *animale***



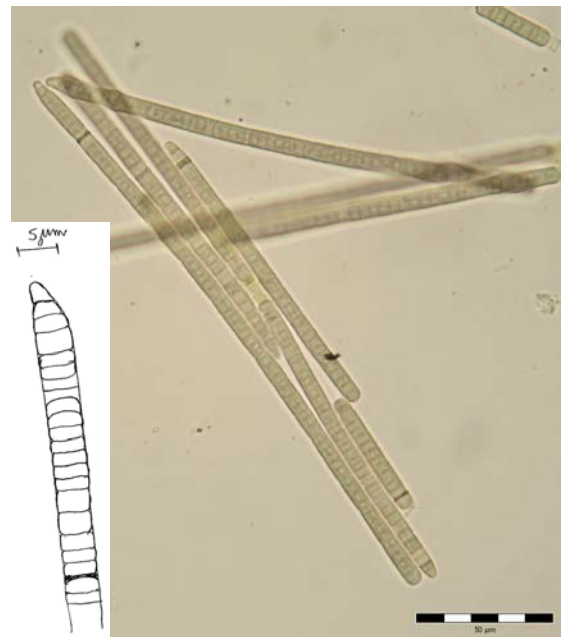
**Obr. 29: *Phormidium* *corium***



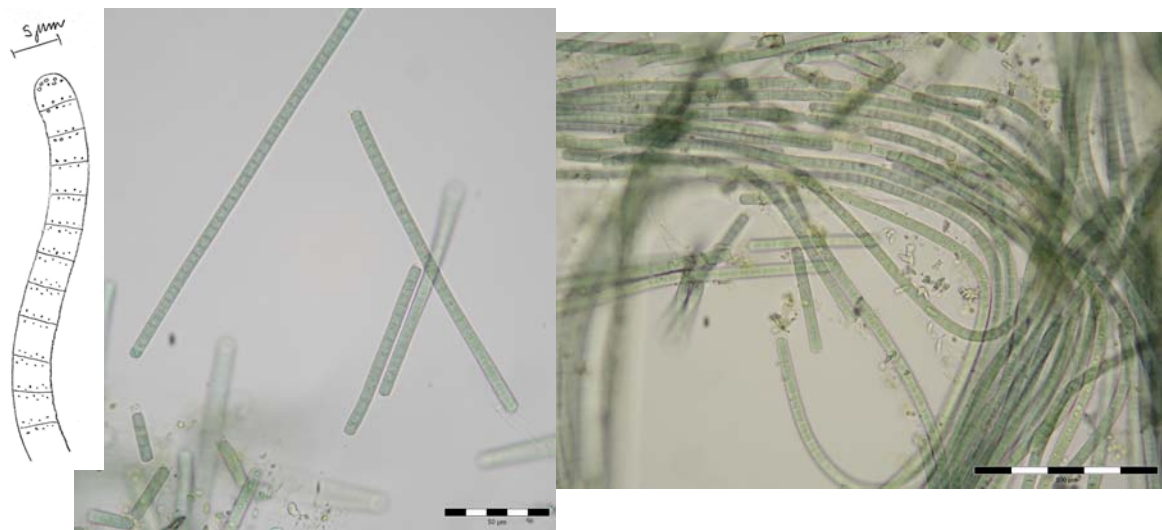
**Obr. 30: *Phormidium* cf. *gracile***



**Obr. 31: *Phormidium* cf. *laetevirens***



**Obr. 32: *Phormidium* *granulatum***

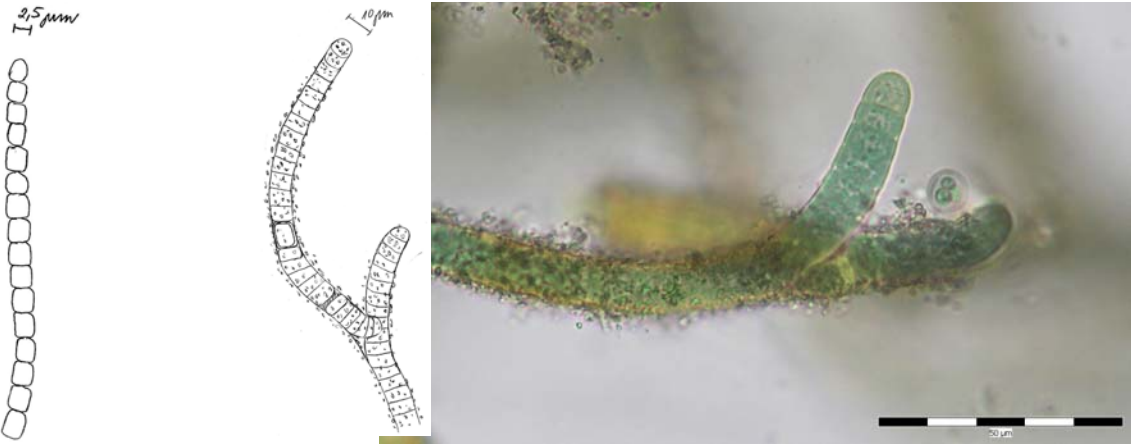


**Obr. 33: *Phormidium* sp.**





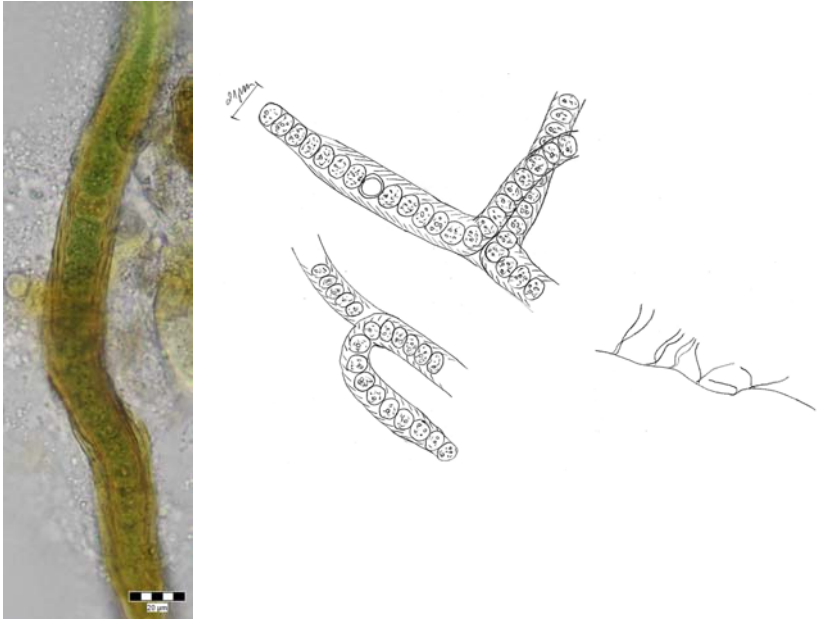
Obr. 34: *Pseudanabaena* sp. Obr. 35: *Scytonema* cf. *obscurum* var. *terrestre*



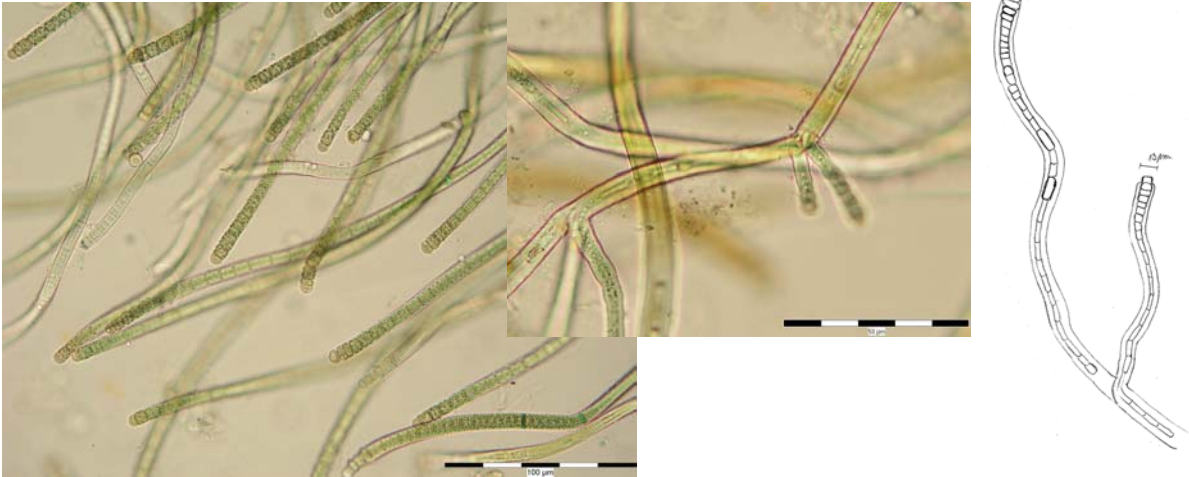
Obr. 36: *Scytonema* cf. *millei*



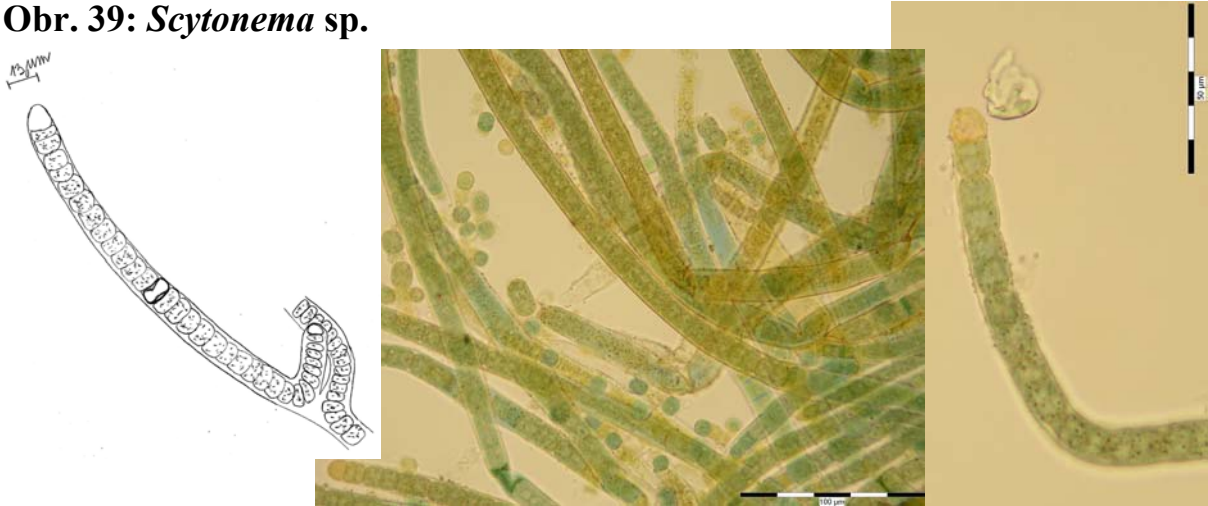
Obr. 37: *Scytonema* cf. *myochrous*



**Obr. 38: *Scytonema cf. pulchellum***



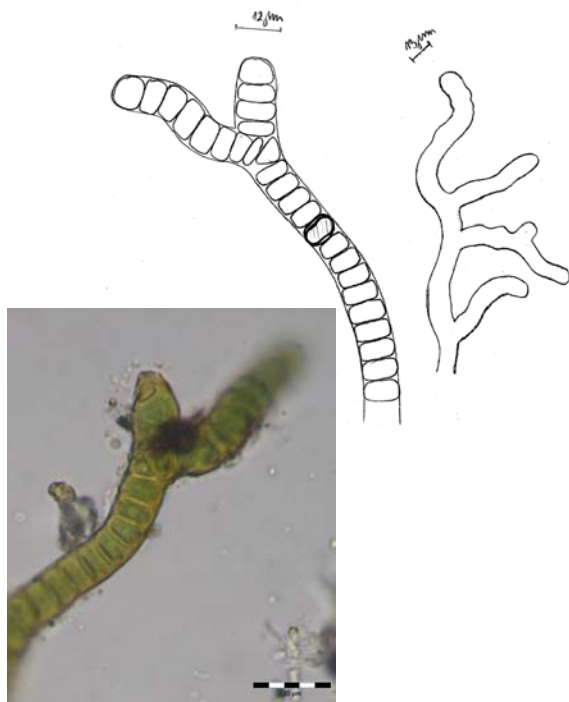
**Obr. 39: *Scytonema* sp.**



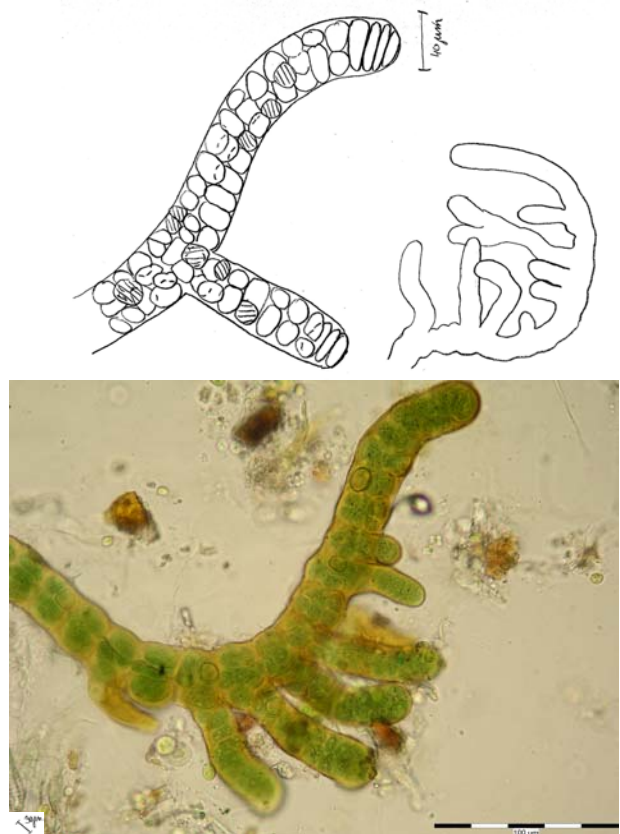
**Obr. 40: *Stigonema elegans***



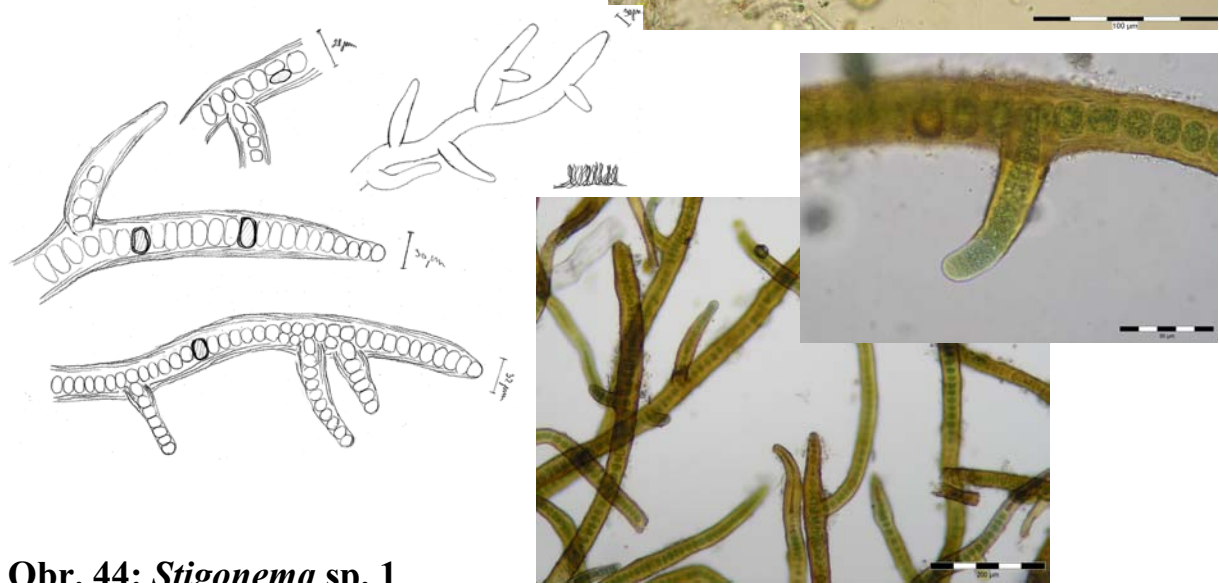
Obr. 41: *Stigonema hormoides*



Obr. 42: *Stigonema cf. minutum*



Obr. 43: *Stigonema panniforme*



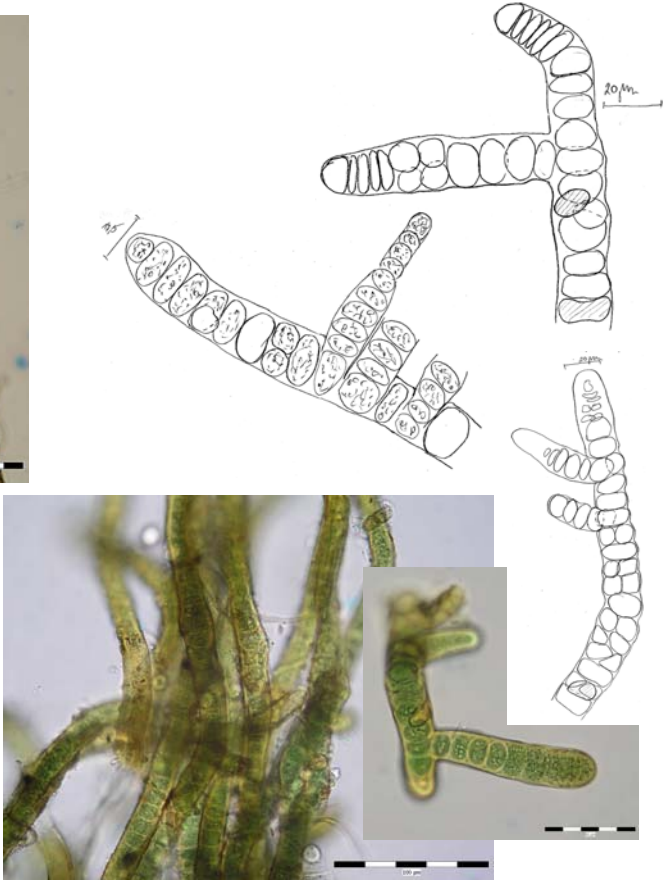
Obr. 44: *Stigonema* sp. 1



Obr. 45: *Stigonema* sp. 2



Obr. 46: *Stigonema tomentosum*



Obr. 47: *Trichormus* cf. *variabilis*

