

Spiagge Cambriane

Poster allegato

Meduse e tappeti algali

Enrico Bonino

Prefazione Prof. Franco Ricci-Lucchi





Noduli contenenti fossili provenienti dal *lagerstätten* di Mazon Creek, Carbondale Formation, Illinois, USA; alcuni noduli (centro destra e in basso della pagina) mostrano cnidari ascrivibili alla specie *Essexella asherae* FOSTER 1979. (foto: licenza CC0 1.0).

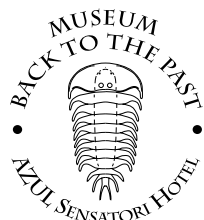


Cava abbandonata in prossimità del villaggio di Bundenbach (Germania), in essa affiorano gli scisti devoniani che caratterizzano il famoso *konservat lagerstätte* di Hunsrück Slate.
(foto: R. Smith).

SPIAGGE CAMBRIANE

MEDUSE E TAPPETI ALGALI

ENRICO BONINO



Copyright © 2019 Back to the Past Museum
[Azul Sensatori Hotel]

Carretera Cancun - Puerto Morelos Km 27.5
Bahia Petempich, Puerto Morelos
Quintana Roo, Mexico 77580
<http://www.backtothepast.com.mx>
info@backtothepast.com / e_bonino@yahoo.it

Spiagge Cambriane - Meduse e tappeti algali / Enrico Bonino

Include: Prefazione - Ringraziamenti - Introduzione - Cnidaria - Cianobatteri - Introduzione alle Tavole - Pseudo fossili, False meduse, *Incertae sedis* ed altro ancora... - Indice - Bibliografia

Questo volume e il poster allegato sono disponibili presso l'autore (EB), il sito www.trilobiti.com, e i principali canali di distribuzione on-line.

Di questo volume sono stati stampati 250 esemplari.

Tutti i diritti, compresi quelli di traduzione, sono riservati per tutti i Paesi. Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta, o trasmessa, in alcun formato o mezzo, elettronico, meccanico, inclusa la fotocopiatura e incisioni rupestri, senza il permesso scritto dell'Autore (EB) e dell'Editore (EB).

Tutte le foto, salvo menzione contraria, sono dell'autore.

Prima Edizione, Gennaio 2019.

Deposito legale alla Bibliothèque royale de Belgique.

EAN: 9782805200380

Prefazione © Franco Ricci-Lucchi, Ph.D., 2019

Retrocopertina © Gian-Luigi Pillola, Ph.D., 2019

Retrocopertina © Gianpaolo Di Silvestro, Dr. 2019

Frontespizio: medusa spiaggiata in una piana di marea (località Wassenaar), in prossimità della cittadina di Leiden, Olanda.

Retrocopertina: carcassa di granchio in posizione ventrale. Medesima località dell'immagine in frontespizio.



Eccezionale lastra con quattro *Rhizostomites admirandus* HAECKEL 1866, e lo scopritore: Mr. W. Mages.
Giurassico superiore, Tortoniano inferiore, Painten I-Lagerstätte, Solnhofen area, Germania. Foto: N. Musmarra.

INDICE GENERALE

RINGRAZIAMENTI_____	9
PREFAZIONE_____	11
INTRODUZIONE_____	13
CNIDARIA_____	17
CLASSIFICAZIONE	20
CONULARIDI	21
CICLO VITALE	23
ORIGINE DEI CNIDARI	25
RECORD FOSSILE	27
IL SUBSTRATO	35
CIANOBATTERI_____	37
TAPPETI ALGALI NELLE PIANE DI MAREA	42
PROCESSO DI FOSSILIZZAZIONE E LA DEATH MASK	51
INTRODUZIONE ALLE TAVOLE_____	56
LANTIAN BIOTA - (CINA)	59
WENG'AN BIOTA - DOUSHANTUO FORMATION - (CINA)	63
NEWFOUNDLAND BIOTA - (CANADA)	68
MIAOHE BIOTA - (CINA)	73
EDIACARA	77
EDIACARA BIOTA - (AUSTRALIA)	85
WHITE SEA BIOTA - ERGA FORMATION - (RUSSIA)	89
WHITE SEA BIOTA - LAMTSA FORMATION - (RUSSIA)	93

TAMENGO FORMATION - (BRASILE)	95
ZABRISKIE QUARTZITE - (USA)	99
CHENGJIANG BIOTA - (CINA)	101
BURGESS SHALE FORMATION - (CANADA)	105
MARJUM FORMATION - (USA)	109
WEEKS FORMATION - (USA)	112
CAMBRIANO SUPERIORE DEL NORD AMERICA	115
ELK MOUND GROUP - MOUNT SIMON \ WONEWOC FORMATION - (USA)	118
POTSDAM SANDSTONES - (USA - CANADA)	123
KING SQUARE FORMATION - (CANADA)	126
STONY MOUNTAIN FORMATION - (CANADA)	129
SHAWANGUNK FORMATION - (USA)	132
HUNSRÜCK SLATE - (GERMANIA)	136
CARBONDALE FORMATION - MAZON CREEK - (USA)	141
MECCA QUARRY SHALE - (USA)	148
CHERRYVALE FORMATION - (USA)	150
FORMAZIONE DEL COLLIO - (ITALIA)	152
VOSSEVELD FORMATION - (OLANDA)	156
GRÈS À VOLTZIA - (FRANCIA)	159
PEDRA DE ALCOVER - (SPAGNA)	162
CERIN - (FRANCIA)	165
SOLNHOFEN FORMATION - (GERMANIA)	170
BOLCA - (ITALIA)	176
PROVENZA - (FRANCIA)	181
PSEUDO-FOSSILI, FALSE MEDUSE, INCERTAE SEDIS ED ALTRO ANCORA...	185
BIBLIOGRAFIA	205
INDICE	223



Rilievo artificiale (Torino Hill, presso il Pit 11) che si erge dal Braidwood Lake, creato durante i periodi di attività mineraria, Illinois, USA. E' in corrispondenza di questa area che si rinvennero i noduli sideritici che hanno restituito le eccezionali faune a cnidari del Carbonifero superiore; (foto: N. Musmarra).

RINGRAZIAMENTI

Il presente volume non sarebbe potuto venire alla luce se non fosse stato supportato da molteplici attori che hanno lavorato dietro le mie spalle, supportandomi, sopportandomi, e fornendomi il materiale e le informazioni richieste, necessarie per poter portare a compimento questo lavoro.

Tra gli istituti e i musei che hanno fornito gentilmente il materiale iconografico voglio ringraziare:

- Archivio Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Italia. (Zorzin R.)
- Burgmeister Muller Museum, Solnhofen, Germania.
- Collections de Géologie de l'Université Lyon 1, Francia. (Robert E.)
- Department of Geosciences, Virginia Tech, USA. (Xiao S.)
- Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung, Germania.
- Faculty of Geology, University of Warsaw. (A. Żylińska)
- Field Museum of Natural History, Chicago, Illinois, USA. (Wittry J.M., Mayer P.)
- Geological Society, University of Bristol, School of Earth Sciences, Inghilterra. (Cunningham J.A.)
- Hunsrück-Museum, Simmern, Germania.
- Jura-Museum Eichstatt, Germania. (Hecker A.)
- Kansas University Museum of Invertebrate Paleontology. (Kimmig J.)
- Museo dei Fossili di Bolca, Italia. (Cerato M.)
- Museo di Arsago Seprio, Italia.
- Museo Geológico del Seminario de Barcelona, Spagna. (Adserá P.)
- Muséum national d'Histoire naturelle, Parigi, Francia.
Projet Investissements d'avenir, ANR-11-INBS-0004-RECOLNAT. (Poret E.)
- New Mexico Museum of Natural History & Science, USA. (Lucas S.G.)
- Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Russia. (Ivantsov A.)
- Royal Ontario Museum, Canada. (Caron J-B., Parry L.A.)
- Rutgers University Geology Museum, New Jersey USA. (Criscione J.)
- Smithsonian Institution – National Museum of Natural History, Washington, USA. (Jorstad T.)
- South Australian Museum, Australia. (Gehling J., Binnie M.A.)
- Staatliches Museum fuer Naturkunde, Stuttgart, Germania.
- Sveriges geologiska undersökning (SGU), Uppsala, Svezia. (Wickström L.)
- Texas Memorial Museum, University of Texas at Austin, USA. (Molineux A.)
- The Manitoba Museum, Canada. (Anderson N., Young G.)
- The Geological Society, Londra, Inghilterra.
- Università di Cagliari, Italia. (Pillola G.L.)
- Università di Pavia, Italia. (Santi G.)
- Université de Liège, Belgio. (Fisher, V.)

- University of California Riverside, California, USA. (Sappenfield A.D.)
- University of Cambridge, Department of Earth Sciences, Inghilterra. (Liu A.)
- University of São Paulo, Brasile. (De M. Leme J.)
- University of Utah, USA. (Sahratian Q.)
- Yale University, Peabody Museum of Natural History, USA. (Butts S., Utrup J.)
- Winterswijk, Werkgroep Muschelkalk Winterswijk, Olanda. (van der Donck H., Winkelhorst H.).

Ringrazio inoltre le persone, collezionisti privati e professionisti, che hanno messo a disposizione il ricco materiale iconografico appartenente sia a collezioni private, che a materiale pubblicato in riviste specializzate.

Senza la loro cordiale disponibilità e sincero interesse, poco sarei riuscito a illustrare, impedendo ai lettori (specializzati e non) di apprezzare molti degli esemplari che sono spesso conservati in archivi di difficile accesso.

Ancora una volta risulta fondamentale il legame che deve esistere tra pubblico e privato, per una sana e proficua condivisione del sapere scientifico:

Adamek J., Babcock L., Barker S., Baron S., Breton M., Brew J., Chen Z., Cohen P., Coleman R., Dalmaso A., de Wit T., Deschodt L., Douteau J., Ferretti A., Gass, J., Gass, T., Gauthier P., Goochild H., Goodchild H., Grazhdankin D., Haensel M., Hennion L., Hille P., Hu S., Kapitany T., Kashin A., Krumme W., Lucas S.G., Mages W., Musmarra N., Nagovitsyn A.L., Peters K., Piérard S., Pylypenko D., Racicot P., Richerson M., Smith R., Somma R., St. John J., Südkamp W., Tettamanzi L., Tischlinger H., Van Iten H., VonTasha.

Un particolare ringraziamento va agli amici e colleghi che si sono prodigati nella lettura critica e suggerito importanti modifiche del manoscritto durante il corso della sua elaborazione:

- Prof. Ricci-Lucchi F.
- Prof. Pillola G-L.
- PhD. Lerosey-Aubril R.
- Dr. Di Silvestro G.
- Tettamanzi L.
- Lanzano D.
- Gass (Kenneth) C.

Infine devo ringraziare i miei genitori, per avermi insegnato il rigore e la devozione nella ricerca e l'amore per il lavoro, mio figlio Alessio per l'assistenza e la pazienza nell'accettare le mie lunghe assenze, perso davanti allo schermo del computer. Infine la compagna di viaggio Diana Van Altena, per i suoi preziosi suggerimenti sull'estetica e l'organizzazione grafica del volume.

PREFAZIONE

MEDUSE E AFFINI... A SORPRESA

Le meduse, esseri semitrasparenti e fatti quasi solo di acqua, dalle forme e dai movimenti aggraziati come quelli dei ballerini, sono affascinanti e inquietanti a un tempo; gradevoli alla vista ma non certo al tatto, suggerirono agli antichi l'immagine di un mostro (naturalmente femmina) con gli occhi paralizzanti e i capelli fatti di serpenti velenosi (i tentacoli urticanti).

Quando l'autore di questo libro mi scrisse che stava completando un'opera dedicata alle meduse, pensai che si trattasse di un bel volume di zoologia riccamente illustrato (le meduse sono molto fotogeniche, chi non ne ricorda splendide immagini a colori tipo National Geographic, Airone etc.?). Il fatto è che io sono un lettore frettoloso e mi era sfuggito che Bonino parlava di meduse fossili. Ma come? Se c'è un organismo la cui fossilizzazione appare improbabile, per non dire impossibile, è proprio questo, pensavo. Noi geologi sappiamo bene che la materia organica (detta anche "molle" rispetto a quella "dura" dei minerali) si conserva e litifica (mineralizza e diventa pietra) solo in condizioni particolari, localizzate nel tempo e nello spazio: assenza di ossigeno e quindi di decomposizione, ambienti subacquei tranquilli o stagnanti e così via. Figuriamoci poi la più impalpabile e meno consistente delle sostanze organiche, come quella delle meduse! Ebbene, scorrendo le pagine di questo libro, mi dovetti ricredere, come deve fare chi pratica onestamente la scienza di fronte all'evidenza dei fatti.

Non che sia facile imbattersi in meduse fossili, specialmente in Italia (a parte la zona di Bolca nel Veronese). Le spoglie di questi animali ebbero le maggiori probabilità di conservarsi quando non esistevano ancora altri animali (predatori o "spazzini") che le mangiassero, cioè prima di 3-400 milioni di anni fa, quando il ritmo lento dell'evoluzione non aveva ancora prodotto la varietà e la complessità degli ecosistemi moderni. Quelle di Bolca sono le più "giovani" delle meduse fossili trovate finora e sono state preservate grazie all'assenza di ossigeno sui fondali melmosi dove cadevano alla loro morte.

E. Bonino, con la pazienza e la metodicità che solo un sincero appassionato può avere, è andato a scovare esempi di meduse fossili in giro per il mondo, in musei, in pubblicazioni, sul terreno, e li riporta qui con abbondanza di illustrazioni, in gran parte foto da lui stesso scattate. La mia impressione è che non gli sia sfuggito neppure un caso e che la sua rassegna sia completa.

Ogni "caso" è un capitolo relativo a una formazione geologica o "unità stratigrafica", il cui nome è la "carta di identità" di un pacco di strati (la stratificazione indica che si tratta di rocce sedimentarie, ovvero antichi depositi di mari, laghi, fiumi, zone costiere, deserti etc.).

La parte descrittiva e sistematica del libro è comunque preceduta da una sezione introduttiva dove si spiega come sono fatte le meduse attuali, come e dove vivono, con quali e quanti altri esseri viventi interagiscono, come fossilizzano e così via. Gli ambienti “fossili”, cioè le rocce in cui si trovano resti di meduse antiche, sono in grande maggioranza ambienti costieri, sia spiagge esposte alle onde sia specchi d'acqua protetti e tranquilli, a volte impaludati, come lagune, baie, cale etc. E qui trovavano condizioni di vita favorevoli altri organismi sensibili alla predazione e alla decomposizione: alghe e batteri che costruivano “tappeti” appiccicosi che trattenevano particelle di sedimento di passaggio. Utilizzando il diossido di carbonio (CO_2) per costruire la loro massa corporea, essi favorivano la deposizione di carbonato di calcio (CaCO_3); si formavano così accumuli di sostanza organica alternata a carbonato (calcare) che prendevano varie forme e fossilizzavano come “stromatoliti”.

In realtà, tra gli studiosi c'è chi considera le stromatoliti dei veri fossili e chi invece preferisce chiamarle “tracce fossili” o “pseudofossili”. Quale sarebbe la differenza? I veri fossili sono strutture biologiche (ossa, gusci di animali, foglie, alberi etc.), conservate e mineralizzate, mentre le “tracce” sono il risultato di un'attività dell'organismo (ricerca di cibo, di rifugio o di...compagnia) su un substrato fisico.

Per fare un esempio, una medusa “spiaggiata” imprime sulla sabbia l'impronta del suo corpo; questo viene poi decomposto e distrutto, ma l'impronta permane e può fossilizzare come struttura fisica (traccia fossile). Questo vi dà un'idea di come i geologi (ma non solo loro) amino le discussioni di nomenclatura e di classificazione, che spesso sono poi di lana caprina. Lasciamole quindi agli specialisti.

Quella dei “medusoidi” e degli “pseudofossili” non è però una questione del tutto accademica.

Tra i rivenditori di fossili, minerali (cristalli) e rocce, ce ne sono che spacciano per meduse oggetti che magari non sono né meduse né tantomeno fossili; è quindi opportuno che un potenziale cliente lo sappia e sappia, se non distinguere il vero dal falso, almeno farsi venire qualche dubbio.

Bene ha fatto dunque l'Autore a dedicare un corposo capitolo su questo tema in fondo al volume.

In conclusione, è stata una piacevole sorpresa quella di scoprire un'opera veramente inaspettata sia come mole (all'inizio pensavo che bastasse un articolo di 20-30 pagine per esaurire questo argomento) sia come quantità e qualità delle illustrazioni sia, infine, come vivacità di grafica e impaginazione.

Tutto questo, poi, abbinato a un rigore scientifico nella trattazione che ne fa un'opera di alta divulgazione e di studio allo stesso tempo. Credo che anche il lettore frettoloso, semplicemente sfogliandola, sarà invogliato a porsi delle domande e a togliersi delle curiosità leggendola con attenzione.

Franco Ricci Lucchi, 1 Novembre 2018

INTRODUZIONE

Il mondo delle meduse mi ha da sempre affascinato, intrigato, impressionato.

Il fluttuare dei lunghi tentacoli, trappola micidiale per chi ne entra in contatto, il movimento ritmico e sontuoso dell'ombrello in quell'universo in cui si fanno dolcemente trasportare e cullare, mondo a noi quasi inaccessibile che è l'ambiente marino. Entità quasi sovranaturali, aliene, che immediatamente ci portano a Eoni e mondi lontani; da sempre sono state considerate come i primi organismi complessi ad apparire sulla Terra, tra i primi importanti colonizzatori degli oceani... eppure si scopre che in realtà il loro avvento, il loro vagabondare nei sette mari, è assai recente se comparato alla lunga storia della terra. Non si conoscono testimonianze certe della loro esistenza prima del Cambriano, mentre i primi resti fossili (oh meraviglia!) accertati sono conservati nei sedimenti quarzatici del Cambriano inferiore (intorno ai 520 Milioni di anni fa) nelle Zabriskie Quartzite nel sud-est della California. Elementi discoidali, con strutture concentriche, deformi, e la cui attribuzione a un gruppo specifico non è possibile; impronte che sono soggette a continue critiche e revisioni. In epoche più antiche, nell'Ediacarano, sono stati rinvenuti organismi interpretati come

appartenenti al phylum dei cnidari: alcune forme risultano essere munite di tentacoli (o strutture morfologicamente simili), di forma generalmente conica (presumibilmente appartenenti ai Conularidi, gruppo recentemente inserito in seno a questo phyla), altre sotto forma di impronte spesso di non facile interpretazione. L'origine dei Cnidaria si può presumibilmente localizzare alla base dell'Ediacarano, in seguito alla fine della grande glaciazione del Marinoano, evento che ha dato il via allo sviluppo di forme di vita via via più complesse, come testimoniano le faune e le flore del Lantian Biota, in Cina. Sfogliando il volume avrete modo di compiere una sorta di viaggio nel tempo, dal Precambriano cinese sino all'Oligocene della Provenza francese, per scoprire le meduse e i cnidari rinvenuti e studiati nei differenti siti fossiliferi...



▲ *Rhizostomites admirandus* HAECKEL 1866, Giurassico superiore, Tortoniano inferiore, Painten I-Lagerstätte, Solnhofen area, Germania; (foto: E. Bonino). Diametro esemplare: 20cm.

...meduse fossili...

...la domanda che immediatamente sorge spontanea è: ma come diamine è possibile che si possa conservare un organismo, composto quasi prevalentemente di acqua, in un ambiente marino che risulta in continuo movimento ed evoluzione? L'Attualismo (principio che vuole spiegare come fenomeni geologici o fisici che operano attualmente, hanno sempre agito con la stessa

intensità e modalità nel passato), in questo contesto ambientale (marino e costiero) e temporale non è applicabile.

Ma partiamo dal principio: i primi organismi ad apparire sulla Terra sono state delle alghe unicellulari; esse si sono riprodotte colonizzando massivamente gli oceani, le piattaforme continentali, presumibilmente anche alcuni particolari ambienti continentali, in corrispondenza di sorgenti idrotermali e in condizioni di temperatura e chimismo estreme (da cui il termine di *organismi estremofili*). Questi ambienti così differenziati hanno favorito un'estrema adattabilità a molteplici condizioni ambientali. Queste alghe, si organizzarono *in primis* creando tappeti algali semplici, sviluppandosi essenzialmente secondo strutture di accrescimento per livelli orizzontali, in ambienti caratterizzati dalla presenza di acque relativamente calme. Successivamente, e per quasi tre miliardi di anni, apparvero e si svilupparono secondo modalità estremamente diversificate e complesse: le stromatoliti (dal greco *strōmatos* "livello, strato", e *lithos* "roccia"). Una risposta e un adattamento particolarmente riuscito, in funzione della dinamica ambientale: delle vere e proprie comunità in cui molteplici specie di alghe microscopiche collaborano per la mutua sopravvivenza

e dando origine a biocostruzioni estremamente complesse. I mari, le coste, le spiagge, le zone tidali furono di conseguenza colonizzate da tappeti algali, colonie che si poterono sviluppare grazie all'assenza di organismi pascolanti sulle battigie, specie detritivore, o creanti processi di bioturbazione, che avrebbero miscelato il sedimento superficiale e interrotto lo sviluppo delle colonie medesime. I continenti erano completamente spogli, ma dove erano presenti specchi d'acqua le alghe si sviluppavano con colori che oggi si osservano esclusivamente in ambienti particolarmente ostili, come nelle sorgenti idrotermali o in zone ipersaline, in cui la vita di organismi superiori è resa estremamente difficile e selettiva.

Ma perché parlo delle alghe, e che relazione esiste con le meduse fossili? Semplice: praticamente tutti i siti fossiliferi che hanno restituito organismi a corpo molle (e di conseguenza di difficile conservazione) hanno evidenziato in maniera diretta o indiretta la presenza di colonie di tappeti algali ricoprenti l'interfaccia di deposizione. Le alghe, come si vedrà nel rispettivo capitolo (pag. 37), hanno avuto un ruolo molto importante nella conservazione delle carcasse durante il processo di fossilizzazione, creando le condizioni macro e micro-ambientali affinché il processo di decadimento e disgregazione della materia organica avvenisse il più lentamente possibile, favorendo la precipitazione di minerali, la sostituzione dei tessuti molli con argille e/o solfuri, e la conseguente conservazione degli organismi seppelliti nel sedimento.

Le alghe, colonizzando le spiagge e sviluppandosi all'interno di sedimenti costantemente umidi, come le zone soggette a maree e lagune (ambienti particolarmente favorevoli all'accumulo di organismi quali le meduse), hanno dato origine a un sedimento che possedeva un comportamento meccanico semi-elastico, permettendo la conservazione della morfologia delle meduse, le impronte di pascolo dei

◀ Le colonie di batteri estremofili danno origine alle bande colorate che caratterizzano le pozze d'acqua idrotermale nel Grand Prismatic Spring, Midway Geyser basin, Yellowstone National Park. Il colore bruno e arancio è dato dalla presenza di cianobatteri ascrivibili ai generi *Phormidium*, *Synechococcus*, e *Calothrix*; (foto: J. Brew).



primi organismi pionieri sulla terraferma e persino le effimere impronte di gocce di pioggia sulla sabbia e sul fango depositatosi sugli argini di lagune o pozze in via di essiccazione. Ed è per questo che nella prima parte del volume, dopo una introduzione sulla morfologia delle meduse, il record fossile, e la loro evoluzione, troverete alcuni capitoli che trattano del ruolo delle alghe unicellulari nel processo di fossilizzazione.

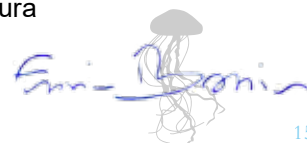
La seconda parte del libro illustra i principali siti a fossilizzazione completa che hanno restituito tracce di meduse; un breve paragrafo introduce il contesto paleogeografico-geologico, seguito da una descrizione dei cnidari rinvenuti e dalle tavole illustrative. Mi sono generalmente focalizzato sulle meduse *sensu stricto*, non trattando di celenterati come le colonie di coralli (antozoi), i ctenofori, i sifonofori, salvo in corrispondenza di siti in cui sono state rinvenute specie significative all'evoluzione di questo phyla, o quando è risultato interessante citarne la presenza in particolari condizioni di fossilizzazione. Il lavoro ha richiesto un notevole sforzo di ricerca bibliografica con lo sviluppo di intensi contatti con centri di ricerca, musei e collezionisti privati situati in tutto il mondo. Non nascondo che, dato l'avanzare incessante della ricerca scientifica e il rinvenimento di nuovi siti fossiliferi a ritmi decisamente serrati, in seguito all'edizione di questo libro alcune informazioni potrebbero risultare datate, e nuovi rinvenimenti e interpretazioni su determinate specie potranno risultare completamente rivisitate. Inoltre il settore dello studio dei cnidari è estremamente complesso in quanto molte (troppe?) sono le segnalazioni di meduse

fossili che si sono rivelate invece particolari strutture sedimentarie, o ichnofossili; anche questo argomento sarà brevemente trattato nella parte finale del volume (pag.185).

Infine, perché il titolo **Spiagge Cambriane?** All'inizio il progetto era quello di illustrare il processo di terrestrializzazione dei primi organismi complessi che abbandonarono i mari del Cambriano per iniziare la lenta, ma inesorabile, colonizzazione delle terre emerse. Artropodi, molluschi, vermi... sono stati i precursori, e le tracce dei loro antichi spostamenti sono magnificamente registrate nei sedimenti arenacei delle zone costiere, dove le condizioni di fossilizzazione potevano permetterne la conservazione. In corrispondenza di questa interfaccia mare/continente si vennero anche a registrare importanti fenomeni di spiaggiamento di meduse, che giunte sino ad oggi, testimoniano della ricchezza faunistica che doveva essere presente nei mari dell'epoca. Al fine di evitare la pubblicazione di un volume troppo corposo, e con

due tematiche che si stavano delineando assai differenti, ho preferito scindere il testo in due parti: Meduse e Terrestrializzazione. Il volume qui presente tratta delle meduse e la loro testimonianza fossile, mentre il secondo, di prossima pubblicazione tratterà degli organismi che hanno operato per una "*rivoluzione del substrato*" anche in ambiente sub-aereo, a partire dal Cambriano medio.

Vi auguro una buona lettura



▲ Impronta di medusa su una superficie ricoperta da *ripple marks*. Cambriano superiore, Mount Simon Formation, Mosinee, Wisconsin, USA; (foto: E. Bonino). Larghezza campione 40cm.



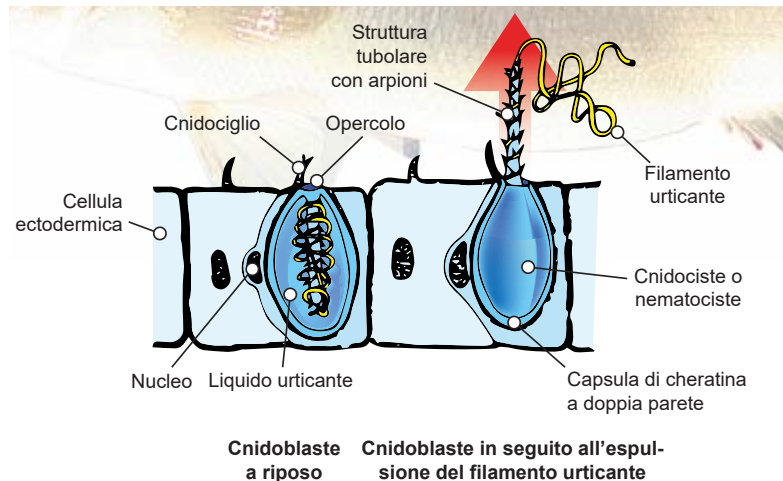
CNIDARIA

I Cnidaria sono un Phylum che, ai giorni nostri, enumera approssimativamente 10100 specie, presenti esclusivamente in ambiente acquatico, in prevalenza marino, più raramente dulciacquicolo (Zhang, 2011). Le forme adulte possono assumere due forme, polipo e medusa, il cui sviluppo è dettato dall'ambiente in cui vivono (ing. *phenomorphs*). Entrambi derivano da una forma embrionale che prende nome di **planula**. I polipi possiedono una forma approssimativamente colonnare e sono sessili, mentre le meduse sono forme planctoniche, aventi generica forma a campana e di morfologia variabile da discoide a globosa. Entrambi possiedono tentacoli che possono presentarsi in numero variabile a multipli di quattro, cinque, sei o otto, disposti in serie che si sviluppano a partire della parte apicale (nei polipi) e marginale (nelle meduse).

Localizzati in prossimità della base nell'albero filogenetico dei metazoa, i Cnidaria (come i Ctenofora), sono un gruppo di animali diploblastici, caratterizzati cioè da una **blastula** (si tratta di un embrione segmentato in cui le cellule sono organizzate intorno una sfera cava) composta da due membrane principali: l'**ectoderma** (o epitelio esterno, epiderma) e l'**endoderma** (o epitelio interno, gastroderma): queste sono separate da una massa gelatinosa che prende nome di **mesoglea**.

Gli cnidaria sono inclusi all'interno dei celenterati (dal greco *Koilos* = cavità ed *Enteron* = intestino) in quanto caratterizzati da una semplice cavità gastro-vascolare (il *coelenteron*) che presenta un singolo orificio che funziona da bocca e ano, detto *stomodaeum*. Mancano di un sistema nervoso centrale ma possiedono semplici reti nervose e non hanno

un sistema circolatorio (Brusca & Brusca, 2003). Il *coelenteron* funziona da supporto idrostatico quando soggetto alla pressione dei muscoli localizzati nella parte marginale dell'ombrella, sia come camera accogliente le planule (Shostack, 2005). Le meduse possiedono in generale una simmetria tetradiale, con la sacca digestiva suddivisa in quattro parti simmetriche, dalle cui pareti si sviluppano le gonadi, facilmente riconoscibili se si osserva l'organismo dalla parte superiore e attraverso la mesoglea. Organismi relativamente semplici, gli cnidaria sono ricoperti nelle parti periferiche, e in particolare nei tentacoli, da un elevato numero di strutture cellulari urticanti che sono tipiche di questo gruppo: gli *cnidociti* (o *nematociti* o *cnidoblasti*), da cui l'origine greco del nome *cnidari* che significa *animali che pungono*, *urticante* o *ortica*. Gli cnidociti hanno funzione



▲ Rappresentazione di uno cnidoblaste. Questi organi servono sia per catturare prede che per difendersi da eventuali predatori, e sono uno dei caratteri che definiscono i Cnidari. Modificato (EB), da Robin *et al.*, (1988).

CIANOBATTERI

Si ritiene che i tappeti algali abbiano avuto un ruolo molto importante nel processo di preservazione dei tessuti molli dalla decomposizione, dalla predazione e dai processi meccanici (onde, correnti). I tappeti algali creano particolari condizioni di micro-ambienti in cui la concentrazione in ossigeno è bassa, favorendo processi di mineralizzazione estremamente veloci. Chafetz & Buczynski (1992) hanno osservato come il processo di precipitazione del carbonato di calcio (CaCO_3) in un tappeto algale avviene non nei livelli superiori e nella zona fotica, in cui proliferano i cianobatteri filamentosi fotosintetici, bensì nei livelli immediatamente sottostanti, dove sono presenti batteri solfato-riduttori anaerobici e autotrofi. Questa stratificazione verticale è attualmente osservabile come variazione di colore da verde (aerobi fototrofi, i cianobatteri), a rosa-violetto (batteri fotosintetici eterotrofi) a nera (batteri eterotrofi anaerobici e chemo-organotrofi che non richiedono né luce né ossigeno e appartenenti ai gruppi dei Chromatiaceae e Chlorobiaceae).

I cianobatteri sono noti per essere stati i primi organismi a sintetizzare l'ossigeno. Nonostante ciò, occorre tenere presente che la fotosintesi avviene secondo due modalità distinte, cioè aerobica e anaerobica. Poiché risulta evidente che l'atmosfera terrestre agli albori della formazione della Terra (nell'Archeano inferiore) fosse di tipo anossico (Farquhar *et al.*, 2000; Hazen *et al.*, 2008; Sverjensky & Lee, 2010), questo non esclude l'esistenza di cianobatteri che potessero effettuare il processo di fotosintesi in condizioni anaerobiche.

Esiste un gran numero di cianobatteri filamentosi capaci di effettuare una fotosintesi in condizioni anossiche utilizzando molecole di H_2S al posto di H_2O come donatori di elettroni. Tra essi vi sono i

batteri solfo-riduttori o ferro-riduttori *Chloroflexus* e *Beggiatoa*, che sono in grado di operare secondo questi schemi e le cui colonie possono creare importanti tappeti algali (vedi Bailey *et al.*, 2009; Noffke *et al.*, 2013).

I tappeti algali sono caratterizzati da una stratificazione verticale composta da differenti associazioni di micro-organismi. Essa è il risultato di un gradiente fisico-chimico che permette l'attività metabolica degli organismi che la compongono (Jørgensen *et al.*, 1983). I cianobatteri si trovano sulla parte superiore del tappeto algale, perché hanno bisogno di luce per attivare i processi di fotosintesi essendo organismi con metabolismo aerobico. Essi possono essere coperti da sabbia o da mucillagini e contenere pigmenti come la scitonemina (vedi anche Balkus *et al.*, 2011).

Questa sostanza di colore giallo-bruno che si trova nella zona esterna di alcuni cianobatteri, a formare una sorta di "scudo" protettivo, è sintetizzata in seguito ad un'esposizione importante di radiazioni ultraviolette (UV). Questo pigmento possiede un ampio assorbimento tra i 325-425 nm (UV-A, viola-blu), un picco in corrispondenza di 252 nm (UV-C) e un picco secondario a 280-320 nm (UV-B), Proteau *et al.*, (1993). Cianobatteri che mostrano una sorta di protezione analoga sono stati rinvenuti in microfossili nelle stromatoliti datate al Proterozoico (2.5 Ga).

Dato che il flusso dei raggi ultravioletti prodotti dal Sole, e non filtrati dalla giovane atmosfera terrestre, era molto più intenso di quello attuale (Kasting, 1993), è presumibile che lo sviluppo di questo pigmento possa essere stato molto importante nell'evoluzione di queste alghe in ambienti subtidali, maggiormente esposti a queste nocive lunghezze d'onda.

INTRODUZIONE ALLE TAVOLE

La seconda parte del volume ha come scopo di illustrare, sebbene in maniera non esaustiva (nuovi rinvenimenti e pubblicazioni scientifiche sull'argomento si susseguono a ritmi relativamente serrati), i siti fossiliferi che hanno dato alla luce associazioni fossili a cnidari (o supposti tali) più rilevanti, permettendone di studiarne l'evoluzione dal Precambriano ad oggi.

Ad una generica descrizione del sito, l'età, e le caratteristiche paleogeografiche e paleoecologiche, ho voluto affiancare le forme fossili che sono (o possono essere state) legate allo sviluppo del phylum dei Cnidari. Una rappresentazione artistica (EB) del possibile ambiente di vita di questi organismi accompagna inoltre le tavole riprodotte.

I capitoli che si susseguono sono organizzati secondo uno schema cronologico, prendendo origine dal Lantian Biota nell'Ediacarano inferiore della Cina, sino all'Oligocene della Provenza francese. La tavola visibile nella pagina a lato schematizza invece la distribuzione geografica attuale dei siti fossiliferi e la distribuzione cronostratigrafica dal Precambriano al Cenozoico.

Nel corso dell'opera inoltre state trattate alcune località in cui si rinvencono forme discoidali semplici, talune complesse, che presumibilmente non si sono originate in seguito al processo di fossilizzazione di organismi, ma bensì in seguito a processi sedimentari come anche estensivamente descritto in varie pubblicazioni da J.W. Hagadorn e G. Young (vedi la parte bibliografica per i riferimenti). Alcune di queste forme sono riprese nella terza parte del volume, dove si tratta di pseudofossili.

Molteplici sono infatti i rinvenimenti di forme discoidali di varia dimensione, distribuite anche in gran numero su estese superfici, che hanno indotto in errore, portando ad ipotizzare la presenza di importanti fenomeni di spiaggiamento di meduse, o di singoli individui, non ancora descritti.

► Tavola sinottica in cui sono illustrati i siti fossiliferi attuali a Cnidari (principalmente meduse o forme affini), e la distribuzione lungo la scala cronostratigrafica (modificata (EB) da Cohen *et al.*, 2013). La distribuzione dei paleocontinenti, rappresentata nei globi terrestri della tavola a pag. 58, nei capitoli che seguono e nel poster allegato al volume, è estratta da Scotese, Paleomap Project (2016). I globi sono stati elaborati nel software ESRI ArcGIS Pro e Adobe Photoshop CC.



▲ Riproduzione del livello "E" affiorante presso la località di Mistaken Point mostrante una ricca associazione di organismi come *Fractofusus misrai* GEHLING & NARBONNE 2007 e petalonamae ascrivibili al genere *Charniodiscus*; (foto: E. Bonino). Cast avente dimensioni di 70x70cm.

Burgess Shale Formation

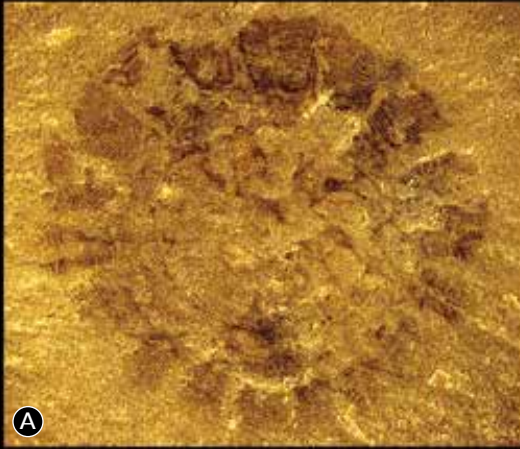
A: *Cambrorhytium fragilis* WALCOTT 1911, USNM 198639, Cambriano, Miaolingiano, Burgess Shale Formation, Walcott Quarry, Yoho National Park e Kicking Horse Pass in Columbia Britannica, Canada; (cortesia Smithsonian Institution, foto: J-B. Caron). Scala lineare: 5.5mm.

B-D: *Cambrorhytium major* WALCOTT 1908, USNM 198636, Cambriano inferiore, Miaolingiano, Burgess Shale Formation, Walcott Quarry, Yoho National Park e Kicking Horse Pass in Columbia Britannica, Canada. Si osservi nella parte apicale (D) la presenza di probabili minuti tentacoli; (cortesia Smithsonian Institution, foto: J-B. Caron). Scala lineare: 12mm.

C: *Cambrorhytium major* WALCOTT 1908, USNM 57627, Cambriano inferiore, Miaolingiano, Burgess Shale Formation, Walcott Quarry, Yoho National Park e Kicking Horse Pass in Columbia Britannica, Canada; (cortesia Smithsonian Institution, foto: J-B. Caron). Scala lineare: 10mm.

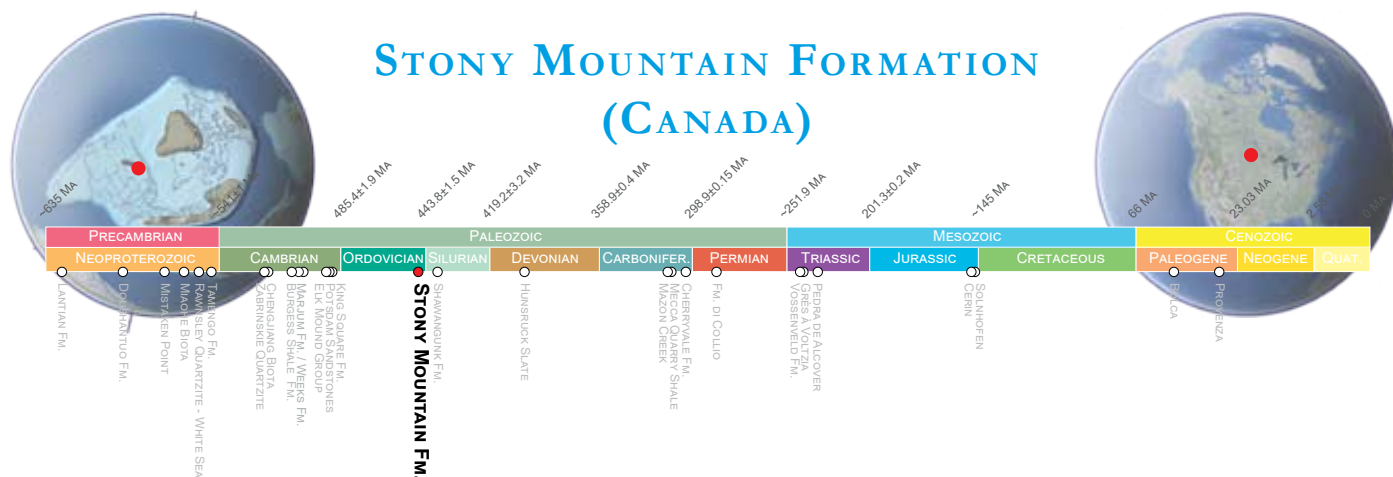


Marjum Formation



Ichnofossili Mount Simon / Wonewoc Formation





Numerose impronte di meduse sono state descritte nelle dolomie dell'Ordoviciano superiore (stage regionale Katian, 453-445.2 Ma) presso William Lake (Williams Member, Stony Mountain Formation), Manitoba centrale, Canada (Young *et al.*, 2007).

I fossili a conservazione eccezionale che si rinvenivano in queste dolomie sono localizzati in tre orizzonti principali: essi sono accompagnati da strutture come *ripple marks* simmetrici, laminazioni incrociate, clasti argillitici, modelli di cristalli di sale, gallerie orizzontali e strutture di *dewatering*. I fossili presenti sono caratteristici di ambienti lagunari ristretti, con acque basse e tendenza a fenomeni di ipersalinità e anossia, e tra i gruppi fossili predominanti si rinvenivano brachiopodi lingulida.

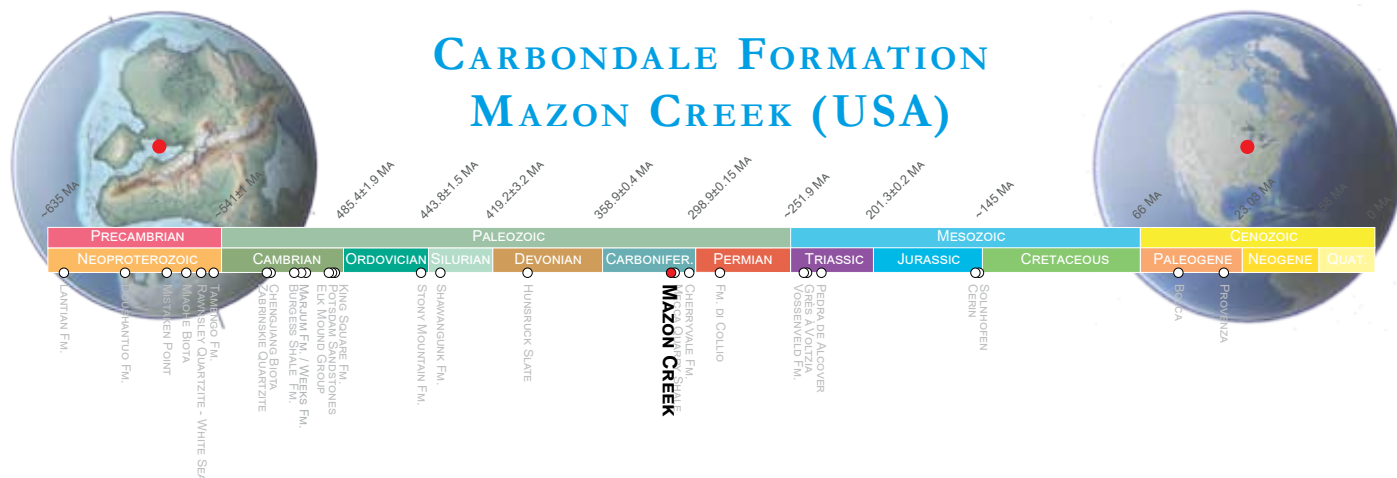
Gli esemplari di meduse meglio conservate si presentano tridimensionali, e i tessuti che corrispondono al manubrio, stomaco e canali sono stati sostituiti da materiale piritico e calcareo. L'ombrello e i tentacoli sono visibili come variazioni di colore all'interno della matrice dolomitica. La maggior parte degli esemplari corrisponde a idromeduse, di cui alcune presentano similitudini con le attuali anthomeduse e leptomeduse; altri individui possono essere associati a scifomeduse.

Secondo Adler & Röper (2012), queste meduse invece non sono da considerarsi come delle idromeduse, ma bensì forme analoghe a delle scifomeduse, prossime ai generi '*Medusina*' descritti nel *lagerstätten* di Solnhofen (Haeckel, 1869; Kieslinger, 1939) e nel Cambriano inferiore della Svezia (Walcott, 1898; Nathorst, 1909).

Le strutture cruciformi descritte nelle faune di Manitoba corrisponderebbero quindi, secondo questi autori, alle cavità gastriche e/o ai tentacoli orali delle scifomeduse. I differenti gradi di fossilizzazione delle meduse suggeriscono differenti stadi nei processi tafonomici. Il materiale organico iniziale è stato sostituito da pirite e carbonati, in particolare gli organi legati alle gonadi, *manubria*, stomaco e canali. Questo indica un processo di seppellimento rapido, una litificazione relativamente veloce e una sostituzione dei materiali organici delle gonadi da parte di minerali autigeni (Briggs, 2003).

Nei livelli contenenti modelli di cristalli di sale, le meduse conservate sembra che abbiano subito un processo di disidratazione prima di essere seppellite, mentre altri individui, fossilizzati in associazione con Eurypteridi, risultano essersi conservati in presenza di un tappeto algale.

CARBONDALE FORMATION MAZON CREEK (USA)

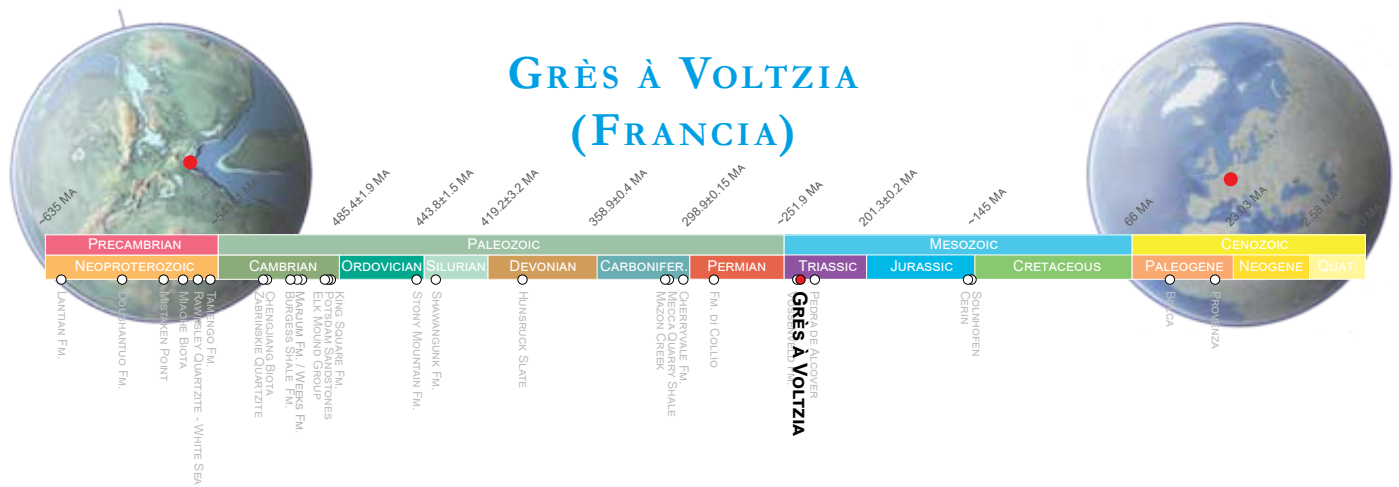


Se nel Siluriano e Devoniano non sono descritte meduse con certezza assoluta, il Carbonifero superiore della Carbonale Formation in Essex e Astoria (Contee di Grundy, Will, Kankakee e Livingston) nell'Illinois (USA) ne mostra, invece, una ricca associazione. Migliaia di esemplari sono stati rinvenuti nel *konservät lagerstätte* noto con il nome di Mazon Creek, il cui nome deriva da un corso d'acqua affluente all'Illinois River. I numerosi siti di estrazione, in cui si rinvenivano le stupende faune a corpo molle e flore all'interno di noduli sideritici, sono stati a lungo sfruttati dall'industria del carbone e, parzialmente, per l'estrazione di minerali di ferro (siderite) dai noduli stessi; noduli che possiedono dimensioni variabili da 1 a circa 30 cm, con diametro medio di 12-13 cm. La roccia madre contenente i noduli è il Francis Creek Shale Member, caratterizzata da alternanze di letti di carbone e scisti argillitici di potenza variabile tra 6 a 18m. Questo membro, datato al Pennsylvaniano medio (Moscoviano superiore, 306-311 Ma), si è depositato quando l'Illinois si trovava a latitudini di circa 10° rispetto al paleo-equatore. L'ambiente era caratterizzato da estese paludi originatesi da delta fluviali influenzati da processi tidali, lungo il bordo continentale della Laurasia e gli Appalachi occidentali sino al centro del subcontinente nord-Americano. Questo particolare ambiente, che potrebbe essere comparabile a quello che si rinviene nell'attuale Louisiana in prossimità del Golfo del Messico, ha permesso la conservazione di faune marine (*Essex*

fauna), terrestri e di acqua dolce (*Braidwood fauna*) dagli impressionanti dettagli anatomici. Ben noto è il giacimento del Peabody Coal Pit 11, in corrispondenza delle zone di scavo delle vecchie miniere di carbone abbondanti nell'area. Il Pit 11 attualmente è utilizzato come bacino di raffreddamento della vicina centrale nucleare di Braidwood, ma almeno un centinaio di località differenti sono venute alla luce negli ultimi anni. Da questo sito sono state estratte da 100 a 150 specie vegetali e circa 512 specie animali rappresentanti 11 Phyla e 23 Classi (Wittry, 2012). Il processo di fossilizzazione ha richiesto la presenza di un rapido seppellimento, avvenuto in conseguenza di importanti eventi atmosferici, come alluvioni e tempeste. L'importante accumulo di sedimenti ha favorito lo sviluppo di processi chimici che hanno permesso la riduzione dei solfati, fenomeno che ha inibito il decadimento della materia organica a causa dalla scarsa attività microbica aerobica. Questo processo chimico ha dato origine a composti ricchi in ammoniacale (NH_3) e metano (CH_4) che hanno aumentato il pH nelle immediate vicinanze dell'organismo sepolto. Questo processo, sviluppatosi quindi in ambiente anaerobico, ha portato alla rapida concentrazione di bicarbonati (HCO_3^-) intorno alla carcassa creando un micro ambiente di elevata alcalinità e permettendo la precipitazione di carbonati. La presenza di ferro bivalente (Fe^{2+}) nel sedimento (fornito anche dal decadimento di vegetali) ha dato origine a una sorta di gel di carbonato ferroso (FeCO_3) che ha "sigillato"

Mazon Creek II

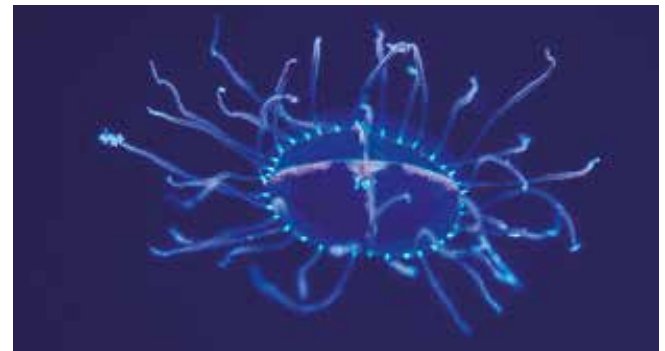




I Grès à Voltzia appartengono alla formazione del Buntsandstein superiore e sono datati al Triassico medio (Anisico, 243~238 Ma); affiorano essenzialmente nel massiccio dei Vosgi, in Francia. Queste arenarie si presentano in facies assai variabili, essendosi deposte in un ambiente continentale di tipo deltizio, evolventesi verso un ambiente più tipicamente marino, in un clima intertropicale caldo umido. I depositi deltizi sono facilmente riconoscibili dalla presenza di canali di meandri che si sviluppano intersecandosi e troncandosi in occasione di successivi eventi alluvionali. Nelle zone interne più riparate, un regime a deposizione più fine ha dato origine a livelli argillosi che hanno permesso lo sviluppo di una vegetazione stabile, con equiseti, felci e conifere come Voltzia, pianta che ha dato il nome a questa celebre formazione geologica. La maggior parte dei fossili contenuti nei Grès à Voltzia provengono da questi livelli argillosi finemente laminati (Gall, 1971). Le condizioni ambientali particolarmente favorevoli di questo ambiente, hanno portato alla fossilizzazione di una fauna e una flora eccezionali, con la conservazione di tessuti molli in organismi come insetti e meduse. E' dal sito della cava di Vilsberg e d'Arzviller, nei Vosgi settentrionali, che una decina di esemplari di meduse fossili sono state rinvenute e pubblicate da Grauvogel & Gall (1962).

Queste meduse ascritte alla specie *Progonionemus vogesiacus*, possiedono dimensioni variabili tra 8 e 40mm di diametro, e si presentano sotto forma di

impronte brunastre su una matrice argillosa di colore verdastro. L'eccellente stato di conservazione di questi individui è dovuto, secondo gli autori, a una rapida sedimentazione, unita a un processo di disidratazione che ha portato alla formazione di un livello organico relativamente resistente. Di essi si osservano chiaramente l'ombrello, il *manubrium*, i tentacoli (con probabilmente conservate le batterie di nematocisti) e le gonadi. Sulla base di un'analisi esclusivamente morfologica, queste meduse vengono associate alla classe degli Idrozoa (ordine Limnomedusae); questa classificazione è supportata dal fatto che questo ordine si rinviene attualmente anche in ambienti caratterizzati da acque dolci o di transizione (come la specie *Gonionemus vertens* AGASSIZ 1862), ambienti che corrispondono a quello in cui si sono depositate queste argille e arenarie fossilifere.



▲ Esemplare di *Gonionemus vertens* AGASSIZ 1862;
(foto: licenza CC-BY-SA 2.5).

Solnhofen



(E)



(F)



(G)

Bolca

A: *Simplicibrachia bolcensis* BROGLIO-LORIGA 1973, Eocene inferiore, Ypresiano superiore, Cuisiano medio, Lessini orientali, Verona, Italia; (foto: Museo di Arsago Seprio, licenza CC-BY-SA-4.0).

B: *Simplicibrachia bolcensis* BROGLIO-LORIGA 1973, Eocene inferiore, Ypresiano superiore, Cuisiano medio, Lessini orientali, Verona, Italia; (foto: Museo dei Fossili di Bolca, licenza CC-BY-SA-4.0).

C-D: *Simplicibrachia bolcensis* BROGLIO-LORIGA 1973, mB1-2 e mB2, Eocene inferiore, Ypresiano superiore, Cuisiano medio, Lessini orientali, Verona, Italia; (foto: R. Zorzin, Archivio Museo Civico di Storia Naturale di Verona). Scala lineare: 50mm.

E: ipotetiche *ephyrae* di incerta attribuzione, Eocene inferiore, Ypresiano superiore, Cuisiano medio, Lessini orientali, Verona, Italia; (foto: Broglio Loriga & Sala Manservigi 1973 - Minor unpublished fossils of the 'Pesciara' of Bolca (Verona, Italy)-11). Scala lineare: 20mm.

F-G: ipotetiche *ephyrae* di incerta attribuzione, Eocene inferiore, Ypresiano superiore, Cuisiano medio, Lessini orientali, Verona, Italia; (foto: Sala Manservigi 1979 - Altre Scifomeduse fossili della Pesciara di Bolca (Verona)-6).

Scala lineare: 20mm.

H: Medusa indeterminata, B.11-12, Eocene inferiore, Ypresiano superiore, Cuisiano medio, Lessini orientali, Verona, Italia; (foto: R. Zorzin, Archivio Museo Civico di Storia Naturale di Verona).



Eldonidi



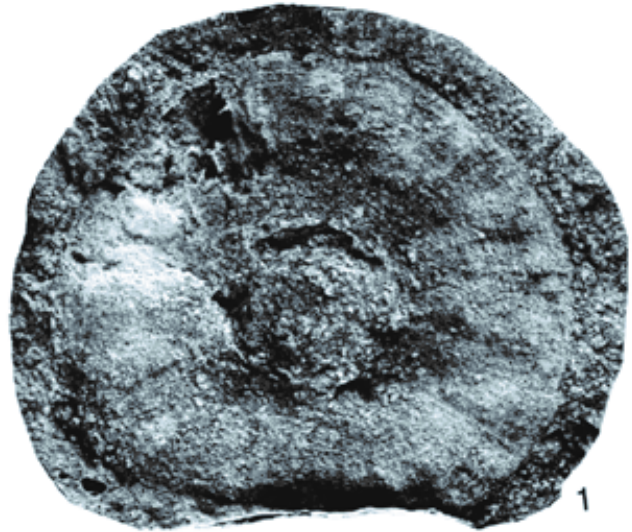
VELUMBRELLA BAYERI

Rinvenuto all'interno del Farmers Member nella Borden Formation (Rowan County, Kentucky, USA) e datato al Mississippiano inferiore (Osagean Stage, 348-340 Ma), questo organismo a morfologia discoidale è stato descritto in Yochelson & Mason (1986) come una forma associata ai cnidari idrozoi condroforine.

Il Farmers Member è considerato come appartenente a una successione torbiditica che mostra con evidenza le sequenze di Bouma, con impronte di corrente e le caratteristiche ichnofaune. La litologia è composta da arenarie medio-fini alternate a peliti. Secondo Kepferle (1977) la profondità a cui si sono depositi questi sedimenti doveva essere variabile tra i 40 e 150 m in un ambiente deltizio.

Il supposto pneumatoforo si presenta circolare, con diametro di circa 64 mm, portante strutture radiali (in numero di 24) che si sviluppano da un foro centrale e che gli autori considerano come la parte orale dell'organismo. Fini strutture concentriche sono visibili sulla superficie dell'organismo, mentre non sono stati individuati tentacoli o il *velum* (come nel genere *Velella*). Data l'unicità del rinvenimento e l'assenza di ulteriori caratteri morfologici che ne permettono una corretta classificazione, questo organismo è stato interpretato come una condroforina prossima al genere *Porpita*, in virtù della similitudine con il supporto galleggiante di questo idrozoo.

Il genere *Velumbrella* è stato assegnato anche all'eldonide *Velumbrella czarnockii* STASIŃSKA 1960, rinvenuto nel Cambriano inferiore della Ocieski Sandstone Formation in Polonia (vedi pag. 191-192); risultando che gli eldonidi si considerano come estinti alla fine del Devoniano, probabilmente una revisione tassonomica di questo genere appare necessaria.



▲ Esempio di *Velumbrella bayeri* YOCHELSON & MASON 1986, Pal376326; Osagean Stage, Mississippiano, Carbonifero; (foto: Smithsonian Institute). Diametro esemplare: 64 mm.



BIBLIOGRAFIA

- Adler, L.B., Röper, M., (2012). Description of a new potential fossil hydromedusa *Palaequorea rygoli* and revision of the fossil medusa *Hydrocraspedota mayri* from the Plattenkalks of the Franconian Alb, southern Germany: *Neues Jahrbuch für Geologie und Palaeontologie*, v. 264(3): 249-262.
- Adler, L.B., (2013). The taphonomy of soft-bodied cnidarians. PhD. Thesis. University College Dublin. Dublin.
- Alessandrello, A., Bracchi, G. (2003). *Eldonia berbera* n. sp., a new species of the enigmatic genus *Eldonia* Walcott, 1911 from the Rawtheyan (Upper Ordovician) of Anti-Atlas (Erfoud, Tafilalet, Morocco) - *Atti della Società italiana di scienze naturali e del museo civico di storia naturale di Milano*, v. 144(2);337–358.
- Allison, P.A., Briggs, D.E., (1993). Exceptional fossil record: Distribution of soft-tissue preservation through the Phanerozoic. *Geology*, v. 21:527-530.
- Amy, M., (2010). Ancient macrofossils unearthed in West Africa. *Nature*, doi:10.1038/news.2010.323
- An, Z., Jiang, G., Tong, J., Tian, L., Ye, Q., Song, H., Song, H., (2015). Stratigraphic position of the Ediacaran Miaohu biota and its constraints on the age of the upper Doushantuo $\delta^{13}\text{C}$ anomaly in the Yangtze Gorges area, South China. *Precambrian Research*, v. 271:243-253.
- Anderson, R.P., Tosca, N.J., Gaines, R.R., Koch, N.M., Briggs, D.E.G. (2018). A mineralogical signature for Burgess Shale-type fossilization. *The Geological Society of America. Geology*, v. 46(4):347-350.
- Attrill, M.J., Wright, J., Edwards, M., (2007). Climate-related increases in jellyfish frequency suggest a more gelatinous future for the North Sea. *Limnology and Oceanography*, v. 52(1):480–485.
- Ayala, F.J., Rzhetsky, A., Ayala, F.J., (1998). Origin of the metazoan phyla: Molecular clocks confirm paleontological estimates. *PNAS*, v. 95:606-611.
- Babcock, L.E., Feldmann, R.M., (1986). The phylum Conulariida. In: A. Hoffmann and M.H. Nitecki (eds.). *Problematic fossil taxa*, Oxford, University Press, Oxford, pp. 135-147.
- Babcock, L.E., Feldmann, R.M., Wilson, M.T., Suárez-Riglos, M., (1987). Devonian conulariids of Bolivia. *National Geographic Research*, v. 3: 210-231.
- Babcock, L.E., (1991). The enigma of conulariid affinities, in A.M. Simonetta and S. Conway Morris (eds.). *The Early Evolution of Metazoa and the Significance of Problematic Taxa*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 133-143.
- Babcock, L.E., Zhang, W., Leslie, S.A., (2001). The Chengjiang Biota: Record of the Early Cambrian Diversification of Life and Clues to Exceptional Preservation of Fossils. *GSA Today*, February 2001, pp.1-9.
- Babcock, L.E., Grunow, A.M., Sadowski, G.R., Leslie, S.A., (2005). *Corumbella*, an Ediacaran-grade organism from the late Neoproterozoic of Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 220:7– 18.
- Bailey, J.V., Joye, S.B., Kalanetra, K.M., Flood, B.E., Corsetti, F.A. (2007). Evidence of giant Sulphur bacteria in Neoproterozoic phosphorites. *Nature*, v. 445:198–201.
- Bailey, J.V., Orphan, V.J., Joye, S.B., Corsetti, F.A., (2009). Chemotrophic microbial mats and their potential for preservation in the rock record. *Astrobiology*, v. 9(9):843-859.
- Baliński, A., Sun, Y., Dzik, J., (2013). Traces of marine nematodes from 470 million years old Early Ordovician rocks in China. *Nematology*, v. 15:567–574.
- Balskus, E.P., Case, R.J., Walsh, C.T., (2011). The biosynthesis of cyanobacterial sunscreen scytonemin in intertidal microbial mat communities. *FEMS Microbiol Ecol.*, 77(2):322-332.
- Barca S., Di Gregorio, F., (1979). La successione ordoviciana-siluriana inferiore nel Sarrabus (Sardegna sud-orientale). *Memorie della Società Geologica Italiana*, v. 20:189-202.
- Barca, S., Coccozza, T., Del Rio, M., Pittau Demelia, P., (1982a). Discovery of lower Ordovician Acritarchs in the “Postgothlandiano” sequence of southwestern Sardinia (Italy): Age and tectonic implications. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, v. 100:377-392.

- Barca, S., Del Rio, M., Pittau Demelia, P., (1982b). Acritarcts in the "Arenarie di San Vito" of south-east Sardinia: stratigraphical and geological implications. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, v. 100:369-375.
- Barca, S., Del Rio, M., Pittau Demelia, P., (1988). New geological and stratigraphical data and discovery of lower ordovician acritarcs in the San Vito Sandstone of the Genn'Argiolas Unit (Sarrabus, southeastern Sardinia). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, v.94:339-360.
- Bartels, C., Blind, W., (1995). Röntgenuntersuchung pyritisch vererzter Fossilien aus dem Hunsrückschiefer (Unter-Devon, Rheinisches Schiefergebirge). *Metalla (Bochum)*, v. 2(2):79–100.
- Bartels, C., Briggs, D.E.G., Brassel, G., (1998). The fossils of the Hunsrück Slate. Marine life in the Devonian. Cambridge Paleobiology Series 3. Cambridge: Cambridge University Press. 236p.
- Barthel, K.W., Swinburne, N.H.M., Conway Morris, S., (1990). Solnhofen. A Study in Mesozoic Paleontology. Cambridge University Press, Cambridge.
- Berner, R.A., (1969). Migration of iron and sulfur within anaerobic sediments during early diagenesis. *American Journal of Science*, v. 267:19-42.
- Berner, R.A., (1970). Sedimentary pyrite formation. *American Journal of Science*, v. 268:1-23.
- Bernier, P., Gaillard, C., Gall, J.C., Gruet, Y., Barale, G., Bourseau, J.P., Buffetaut, E., Wenz, S., (1991). Morphogenetic impact of microbial mats on surface structures of kimmeridgian micritic limestones (Cerin, France). *Sedimentology*, v. 38:127-136.
- Bernier, P., Barale, G., Bourseau, J.P., Buffetaut, E., Gaillard, C., Gall, J.C., Wenz, S., (2014). The lithographic limestones of Cerin (southern Jura Mountains, France). A synthetic approach and environmental interpretation. *Comptes Rendus Palevol*, v. 13(5):383-402.
- Billings, E., (1872). Fossils in Huronian rocks. *Canadian Naturalist and Quarterly Journal of Science*, v. 6:478.
- Blakey, R.C., (2007). Carboniferous–Permian paleogeography of the Assembly of Pangaea, in Wong, T.E., ed., *Proceedings of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy*: University of Chicago Press, Chicago, p. 443–456.
- Boag, T.H., Darroch, S.A.F., Laflamme, M., (2016). Ediacaran distribution in space and time: testing assemblage concepts of earliest macroscopic body fossils. *Paleobiology*, v. 42(4):575-594.
- Bottjer, D., Hagadorn, J.W., (2007). Mat growth features - In Schieber, J., Bose, P.K., Erickson, P.G., Banerjee, S., Sarkar, S., Altermann, W., Catuneanu, O. (eds). *Atlas of microbial mat features preserved within the siliciclastic rock record*. Elsevier, Amsterdam, 450 pp.
- Boudreau, B.P., (1998). Mean mixed depth of sediments: The wherefore and the why. *Limnology and Oceanography*, v. 43:524-526.
- Bouillon, J., Boero, F., (2000). Synopsis of the families and genera of the Hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Thalassia Salentina*. v. 24:47-296.
- Brett, C.E., Seilacher, A., (1991). Fossil Lagerstätten: A taphonomic consequence of event sedimentation, in Einsele, G., Ricken, W., and Seilacher, A., (eds.), *Cycles and events in stratigraphy*: Berlin, Springer-Verlag, p. 283–297.
- Briggs, D.E.G., Robison, R.A., (1984). Exceptionally preserved nontrilobite arthropods and Anomalocaris from the Middle Cambrian of Utah. *The University of Kansas, Paleontological Contributions*, v. 111:1-24.
- Briggs, D.E.G., Erwin, D.H., Collier, F.J., (1995). Fossils of the Burgess Shale. Washington: Smithsonian Inst. Press. 136pp.
- Briggs, D.E.G., (2003). The role of decay and mineralization in the preservation of soft-bodied fossils: *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 31, p. 275–301.
- Briggs, D.E.G., (2003b). The role of biofilms in the fossilization of non-biomineralized tissues, in Krumbein, W.E., Paterson, D.M., and Zavarzin, G.A., eds., *Fossil and Recent Biofilms: A Natural History of Life on Earth*: Kluwer Academic, Dordrecht. p. 281–290.
- Broglio Loriga, C., Sala Manservigi, A., (1973). Minor unpublished fossils of the "Pesciara" of Bolca (Verona, Italy). *Miscellanea Paleontologia, Studi e Ricerche sui Giacimenti di Bolca*, v. II:157-176.
- Brusca, R. C., Brusca, G. J., (2003). *Invertebrates*. Second edition. Sinauer Associates, Sunderland, MA, 936 pp.
- Bruton, D.L., (1991). Beach and laboratory experiments with the jellyfish Aurelia and remarks on some "medusoid" traces, 125:129, In *The Early evolution of Metazoa and the significance of problematic taxa*. Simonetta A.M. & Conway Morris S. (ed.). *Proceedings of an International Symposium held at the University of Camerino*, 27-31 March, 1989.
- Buatois, L.A., Gingras, M.K., MacEachern, J., Mángano, M.G., Zonneveld, J-P., Pemberton, S.G., Netto, R.G., Martin, A., (2005). Colonization of brackish-water system through time: evidence from the Trace-Fossil record. *Palaio*, v. 20:321-347.

- Busson, G., Noël, D. (1972). Sur la constitution et la genèse de divers sédiments finement feuilletés (laminites) à alternance de calcaires et de matière organique ou argileuse. *Comptes Rendues de L'Academie des Sciences, Paris*, v. 274(3):172-175.
- Butterfield, N.J., (1990). Organic preservation of non-mineralizing organisms and the taphonomy of the Burgess Shale. *Paleobiology*, v. 16(3):272-286.
- Butterfield, N. J., (1995). Secular distribution of Burgess Shale-type preservation. *Lethaia*, v. 28:1–13.
- Byers, C.W., Dott, R.H., (1995). Sedimentology and depositional sequences of the Jordan Formation (Upper Cambrian), Northern Mississippi valley. *Journal of Sedimentary Research*, v. B65(3):289-305.
- Cai, Y., Schiffbauer, J.D., Hua, H., Xiao, S., (2012). Preservational modes in the Ediacaran Gaojiashan Lagerstätte: pyritization, aluminosilicification, and carbonaceous compression. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 326–328:109–117.
- Canfield, D.C., Raiswell, R., (1991). Carbonate precipitation and dissolution, p. 411–453. In P. A. A. Allison P.A.A., Briggs D.E.G., (eds.), *Taphonomy: Releasing the Data Locked in the Fossil Record*. Plenum Press, New York.
- Caron, J.-B., Jakson, D.A., (2006). Taphonomy of the Greater Phyllopod bed community, Burgess Shale. *PALAIOS*, v. 21:451-465.
- Caron, J.-B., Conway Morris, S., and Shu, D., (2010). Tentaculate fossils from the Cambrian of Canada (British Columbia) and China (Yunnan) interpreted as primitive deuterostomes: *PLoS ONE*, v. 5, e9586.
- Caron, J.-B., Gaines, R.R., Aria, C., Mángano, M.G., Streng, M., (2014). A new phyllopod bed-like assemblage from the Burgess-Shale of the Canadian Rockies. *Nature Communications*, v. 5:3210.
- Cartwright, P., Halgedahl, S., Hendricks, J., Jarrard, R., Marques, A., Collins, A., Lieberman, B., (2007). Exceptionally preserved jellyfishes from the Middle Cambrian. *PLoS One* 2, e1121.
- Chafetz, H.S., Buczynski, C., (1992). Bacterially induced lithification of microbial mats: *Palaios*, v. 7:277–293.
- Chen, J.-Y., Zhu, M.Y., and Zhou, G.Q., (1995). The early Cambrian medusiform metazoan *Eldonia* from Chengjiang Lagerstätte: *Acta Palaeontologica Polonica*, v. 40:213–244.
- Chen, J.-Y., Oliveri, P., Gao, F., Dornbos, S.Q., Li, C-W, Bottjer, D.J., Davidson, E.H., (2002). Precambrian animal life: probable developmental and adult cnidarian forms from Southwest China. *Developmental Biology*, v. 248:182-196.
- Chen, J.-Y., (2009). The sudden appearance of diverse animal body plans during the Cambrian explosion: *The International Journal of Developmental Biology*, v. 53:733–751.
- Chen, J.-Y., (2012). Evolutionary scenario of the early history of the animal kingdom: Evidence from Precambrian (Ediacaran) Weng'an and early Cambrian Maotianshan biotas, China, in Talent, J.A., ed., *Earth and Life*: Dordrecht, Netherlands, Springer, p. 239–379.
- Ciampaglio, C.N., Babcock L.E., 2006. Reinterpretation of Brooksella from the Conasauga Formation (Cambrian) of Georgia and Alabama, USA. *Geological Society of America Abstracts with Programs* 38(3): 4-5.
- Clapham, M.E., Nerbonne, G., Gehling, J.G., (2003). Paleoeecology of the oldest known animal communities: Ediacaran assemblages at Mistaken Point, Newfoundland. *Paleobiology*, v. 29(4):527-544.
- Clarke, F.W., Ruedemann, R., (1912). The Eurypterida of New York. *New York State Museum Memoir* 14, 1–439.
- Cloud, P.E., (1968). Pre-Metazoan evolution and the origins of the metazoa. In: Drake, E.T. (ed.), *Evolution and Environment*. Yale University Press, New Haven and London, pp. 1–72.
- Cloud, P.E., (1973). Pseudofossils: a plea for caution. *Geology*, v. 1:123–127.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L., Fan, J.-X., (2013; updated 2018/07). The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36: 199-204.
- Collette, J.H., Hagadorn, J.W., (2010). Three-dimensionally preserved arthropods from Cambrian Lagerstätten of Quebec and Wisconsin. *Journal of Paleontology*, v. 81:646-667.
- Collins, A.G., (2002). Phylogeny of Medusozoa and the evolution of cnidarian life cycles. *Journal of Evolutionary Biology*, v. 15:418-432.
- Collins, A.G., (2006). Medusozoan phylogeny and character evolution clarified by new large and small subunit rDNA Data and an assessment of the utility of phylogenetic Mixture Models. *Systematic Biology*, v. 55(1):97-115.
- Conway Morris, S., Robison, R.A., (1988). More soft-bodied animals and algae from the Middle Cambrian of Utah and British Columbia. *The University of Kansas, Paleontological Contributions*, v. 122: 22pp
- Conway Morris, S., Chen, M.G., (1992). *Carinachitiids*, *Hexangulaconulariids*, and *Punctatus*: problematic metazoans from the Early Cambrian of South China. *Journal of Paleontology*, v. 66:384-406.

- Conway Morris, S., (1993a). Ediacaran-like fossils in Cambrian Burgess Shale-type faunas of North America: *Paleontology*, v. 36:593–635.
- Conway Morris, S., (1993b). The fossil record and the early evolution of the Metazoa: *Nature*, v. 361:219–225.
- Conway Morris, S., Selden, P.A., Gunther, G., Jamison, P.G., and Robison, R.A., (2015). New records of Burgess Shale-type taxa from the middle Cambrian of Utah: *Journal of Paleontology*, v. 89:411–423.
- Crimes, T.P., McIlroy, D., (1999). A biota of Ediacaran aspect from lower Cambrian strata on the Digermul Peninsula, Arctic Norway. *Geological Magazine*, v. 136:633–642.
- Cuadrado, D.G., Pizani, N.V., (2007). Identification of microbially induced sedimentary structures over a tidal flat. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, v. 14(2):105–116.
- Cullen, D.J., (1973). Bioturbation of superficial marine sediments by interstitial meiobenthos. *Nature*, v. 242:323–324.
- Cunningham, J.A., Thomas, C.W., Bengtson, S., Kearns, S.L., Xiao, S., Marone, F., Stampanoni, M., Donoghue, P.C.J., (2012). Distinguishing geology from biology in the Ediacaran Doushantuo biota relaxes constraints on the timing of the origin of bilaterians. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 279:2369–2376.
- Cunningham, J.A., Vargas, K., Pengju, L., Belivanova, V., Marone, F., Martinez-Perez, C., Guizar-Sicairos, M., Holler, M., Bengtson, S., Donoghue, P.C., (2015). Critical appraisal of tubular putative eumetazoans from the Ediacaran Weng'an Doushantuo biota. *Proceedings of the Royal Society B*, v. 282:20151169
- Cuthill, J.F.H., Han, J., (2018). Cambrian petalonamid Stromatoveris phylogenetically links Ediacaran Biota to later animals. *Palaeontology*, 1–11.
- Daly, M., Brugler, M.R., Cartwright, P., Collins, A.G., Dawson, M.N., Fautin, D.G., France, S.C., McFadden, C.S., Opresko, D.M., Rodriguez, E., Romano, S.L., Stake, J.L., (2007). The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa*, v. 1668:127–182.
- Darroch, S.A.F., Laflamme, M., Schiffbauer, J.D., Briggs, D.E.G., (2012). Experimental formation of a microbial death mask. *Palaaios*, v. 27:293–303.
- Debrenne, F., Naud, G., (1981). Méduses et traces fossiles supposées précambriennes dans la formation de San Vito, Sarrabus, Sud-Est de la Sardaigne. *Bulletin de la Société Géologique de France*, v. 7(XXIII):23–31.
- Decho A.W., (1990). Microbial exopolymer secretions in ocean environments: their role(s) in food webs and marine processes. *Oceanographic and Marine Biology: an Annual Review*, v. 28:73–153.
- Decho, A.W., Frey R.L., Ferry J.L., (2011). Chemical challenges to bacterial AHL signaling in the environment. *Chemical Review*, v. 111:86–99.
- Devereux, M.G., (2001). Palaeoecology of the Middle Cambrian Raymond Quarry Fauna, Burgess Shale, British Columbia. M.Sc. thesis, University of Western Ontario, London, Canada, 196 pp. (unpublished).
- Didžiulis, V., Žurek, R., (2013). NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet - *Craspedacusta sowerbii*. From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS www.nobanis.org, Date of access x/x/201x.
- Dott, R.H., Byers, C.W., Fielder, G.W., Stenzel, S.R., Winfree, K.E., (1986). Aeolian to marine transition in Cambro-Ordovician cratonic sheet sandstones of the northern Mississippi valley, USA. *Sedimentology*, v. 33:345–367.
- Dow, D.B., Gemuts, I., (1969). Geology of the Kimberley Region, Western Australia: The East Kimberley. Commonwealth of Australia; Department of National Development – Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. Bulletin n.106, 163pp.
- Drew, E.A., (1972). The biology and physiology of alga-invertebrate symbioses. I. Carbon fixation in *Cassiopea* sp. at Aldabra atoll. *Journal of Experimental Biology and Ecology*, v. 9:65–69.
- Driese, S.G., Byers, C.W., Dott Jr., R.H., (1981). Tidal deposition in the basal Upper Cambrian Mt. Simon Formation in Wisconsin. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 51(2):367–381.
- Droser, M.L., Gehling, J.G., Jensen, S.R., (2006). Assemblage palaeoecology of the Ediacara biota: The unabridged edition? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 232:131–147.
- Droser, M.L., Tarhan, L.G., Gehling, J.G., (2017). The rise of animals in a changing environment: global ecological innovation in the late Ediacaran. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 45:593–617.
- Ducreux, J.-L., Tachet, H., (1985). Larves de stratiomyidae (Insecta, Diptera) dans des laminites stampiennes du Bassin de Forcalquier (Alpes-De-Haute-Provence, France). *Geobios*, v. 18(4):517–524.

- Dunnet, D., (1965). A new occurrence of Proterozoic "Jellyfish" from the Kimberley Region, Western Australia. Department of National Development – Bureau of Mineral Resources Geology and Geophysics. Records 1965/134, 10pp.
- Dupraz, C., Reid, R.P., Braissant, O., Decho, A.W., Norman, R.S., Visscher, P.T., (2009). Processes of carbonate precipitation in modern microbial mats. *Earth-Science Review*, v. 96:141-162.
- Dzik, J., (1991). Is fossil evidence consistent with traditional views of the early metazoan phylogeny? in Simonetta, A.M., and Conway Morris, S., eds., *The Early Evolution of Metazoa and the Significance of Problematic Taxa*: Cambridge, UK, Cambridge University Press, p. 47–56.
- Dzik J., Yuanlong Z., Maoyan Z. (1997). Mode of life of the Middle Cambrian eldonioid lophophorate Rotadiscus. *Palaeontology*, v. 40(2):385-396.
- Durham, J.W., (1974). Systematic position of Eldonia ludwigi Walcott: *Journal of Paleontology*, v. 48:750–755.
- El Albani, A., Bengtson, S., Canfield, D., Bekker, A., Macchiarelli, R., Mazurier, A., Hammarlund, E., Boulvais, P., Dupuy, J., Fontaine, C., Fürsich, F., Gauthier-Lafaye, F., Janvier, P., Javaux, E., Ossa, F., Pierson-Wickmann, A., Riboulleau, A., Sardini, P., Vachard, D., Whitehouse, M., & Meunier, A., (2010). Large colonial organisms with coordinated growth in oxygenated environments 2.1 Gyr ago. *Nature*, v. 466(7302):100-104.
- El Albani, A., Bengtson, S., Canfield, D.E., Riboulleau, A., Rollier Bard, C., et al. (2014). The 2.1 Ga Old Francevillian Biota. Biogenicity, Taphonomy and Biodiversity. *PLOS ONE*, v. 9(6): e99438.
- Ericksson, J.M., (2004). Earliest evidence of invertebrate sexual behavior, or a tidal flat traffic jam in the Potsdam Formation (Late Cambrian)? *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v. 36:66.
- Erwin, D.H., Laflamme, M., Tweedt, S.M., Sperling, E.A., Pisani, D., Peterson, K.J., (2011). The Cambrian conundrum: early divergence and later ecological success in the early history of animals. *Science*, v. 334:1091–1097.
- Esteban Cerda, M., Calzrada, S., Vía Boada, L., (1977). Ambiente deposicional de los yacimientos fosilíferos del Muschelkalk superior de Alcover – Mont. Ral. *Cuadernos Geología Ibérica*, v. 4:189-200.
- Evans, S.D., Droser, M.L., Gehling, J.G. (2017). Highly regulated growth and development of the Ediacara macrofossil Dickinsonia costata. *PLoS ONE*, v. 12(5):e0176874.
- Farquhar, J., Bao, H., Thiemens, M., (2000). Atmospheric influence of Earth's earliest sulfur cycle. *Science*, v. 289:756-758.
- Fedonkin, M.A., (1985). Systemic description of Vendian Metazoa. In Sokolov, B.S., & Iwanowski, A.B. (eds.), *Vendian system: Historical-Geological and Paleontological Foundation*, v. 1: Paleontology. Moscow: Nauka, pp.70-106.
- Fedonkin, M.A., (1992). Vendian faunas and the early evolution of Metazoa. In: *Origin and evolution of the Metazoa*. Lipps, J.H. & Signor, P.E. (eds.). Plenum Press, New York, 87-129.
- Fischer, A.G., (1961). Stratigraphic record of transgressing seas in light of sedimentation on Atlantic coast of New Jersey. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, v. 45(10):1656-1666.
- Flemming, H.C., (2011). The perfect slime. *Colloids and Surfaces. B, Biointerfaces*, v. 86(2):251-9.
- Foster, M.W., (1979). Soft-Bodied Coelenterates in the Pennsylvanian of Illinois. In Nitecki, M.H., (ed.) *Mazon Creek Fossils*. Academic press.
- Føyn, S., Glaessner, M.F., (1979). Platysolenites, Other Animal Fossils, and the Precambrian–Cambrian Transition in Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, v. 59:25–46.
- Gabbott, S.E., Hou, X.G., Norry, M.J., Siveter, D.J., (2004). Preservation of Early Cambrian animals of the Chengjiang biota. *Geology*, v. 32:901–904.
- Gaillard, C., Bernier, P., Gruet, Y., (1994). Le lagon d'Aldabra (Seychelles, Océan Indien), un modèle pour le paléoenvironnement de Cerin (Kimméridgien supérieur, Jura méridional, France). *Geobios, Special Issue*, v. 16:331–348.
- Gaillard, C., Goy, J., Bernier, Bourseau, J.P., J.P., Gall, J.C., Barale, G., Buffetaut, E., Wenz, S., (2006). New jellyfish taxa from the upper Jurassic lithographic limestones of Cerin (France) : taphonomy and ecology. *Palaeontology*, v. 49(6):1287-1302.
- Gaines, R.R., Kennedy, M.J., Droser, M.L., (2005). A new hypothesis for organic preservation of Burgess Shale taxa in the middle Cambrian Wheeler Formation, House Range, Utah. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 220:193-205.
- Gaines, R.R., Hammarlund, E.U. et al. (2012). Mechanism for Burgess Shale-type preservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109:5180–5184.
- Gall, J.C., (1971). Faunes et paysages du Grès à Voltzia du Nord des Vosges. Essai paléoécologique sur le Buntsandstein supérieur. Strasbourg : Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine, 1971. pp. 1-318. (Mémoires du Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine, 34).

- Gand, G., Garric, J., Schneider, J., Sciau, J., Walter, H., (1996). Biocoenoses à méduses du Permien français (Bassin de Saint-Affrique, Massif Central). *Geobios*, v. 29(4):379-400.
- Gehling, J.G., (1986). Algal binding of siliciclastic sediments: A mechanism in the preservation of Ediacaran fossils: 12th International Sedimentology Congress, Abstracts, p. 117.
- Gehling, J.G., (1999). Microbial mats in terminal Proterozoic siliciclastics: Ediacaran death masks: *Palaaios*, v. 14, p. 40–57.
- Gehling, J.G., Narbonne, G.M., Anderson, M.M., (2000). The first named Ediacaran body fossil, *Aspidella terranovica*. *Palaeontology*, v. 43:427–456.
- Gehling, J.G., Droser, M.L., Jensen, S., and Runnegar, B.N., (2005). Ediacaran organisms: Relating form to function, in Briggs, D.E.G., ed., *Evolving Form and Function: Fossils and Development*, Proceedings of a Symposium Honoring Adolf Seilacher for his Contributions to Paleontology in Celebration of his 80th Birthday: Peabody Museum of Natural History, Yale University, New Haven, Connecticut, p. 43–67.
- Gehling, J.G., Vickers-Rich, P., (2007). The Ediacara Hills. In Fedonkin, M.A., Gehling, J.G., Grey, K., Narbonne, G.M., Vickers-Rich, P., *The Rise of Animals, Evolution and Diversification of the Kingdom Animalia*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 327pp.
- Gehling, J.G., Droser, M.L., (2009). Textured organic surfaces associated with ediacara biota in South Australia. *Earth-Science Reviews*, v. 96:196-206.
- Gehling, J.G., Droser M.L., (2012). Ediacaran stratigraphy and the biota of the Adelaide Geosyncline, South Australia. *Episodes*, v. 35(1):236-246.
- Gehling, J.G., Jago, J.B. e Paterson, J.R., (2012b). Ediacaran-Cambrian of South Australia / field trip leaders and authors: J.G. Gehling, J.B. Jago, J.R. Paterson; with contributions by: G.A. Brock, M.L. Droser. Geological Society of Australia, South Australian Division, Adelaide.
- Gehling, J.G., Droser, M.L., (2018). Ediacaran scavenging as a prelude to predation. *emerging Topics in Life Sciences*; v. 2:213-222.
- Gershwin, L.-A., (2017). Méduses & autres organismes gélatineux. Ulmer, 224pp.
- Gibson, B.M., Schiffbauer, J.D., Darroch, S.A., (2018). Ediacaran-style decay experiments using mollusks and sea anemones. *PALAIOS*, v. 33(5):185-203.
- Giere, O., (2009). *Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments*. Springer Science & Business Media, Berlin, 2nd revised and extended edition. 527pp.
- Gigot, P., Thomel, G., Colomb, E., Dubar, M., Durozoy, G., Damiani, L., (1982). Carte géologique de France à 1/50000: Forcalquier, XXXIII-41. B.R.G.M. éditions, Orléans, n.943.
- Glaessner, M.F., Wade M., (1966). The late Precambrian fossils from Ediacara, South Australia. *Palaeontology*, v. 9(4):599-628.
- Glaessner, M.F., (1968). Biological events and the Precambrian time scale. *Canarian Journal of Earth Sciences*, v. 5:585-590.
- Glaessner, M.F., (1969). Trace fossils from the Precambrian and basal Cambrian. *Lethaia*, v. 2(4):369-393.
- Glaessner, M.F., (1979). Precambrian. In: *Treatise of Invertebrate Paleontology. Part A*. Edited by R.A. Robison and C. Teichert. Geological Society of America: 79-118.
- Grauvogel, L., Gall, J.-C., (1962). *Progonionemus vogesiacus* nov. gen. nov. sp., une méduse du Grès à Voltzia des Vosges septentrionales. *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, v. 15(2):17-27.
- Grazhdankin, D.V., (2001). Microbial origin of some of the Ediacaran fossils. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, v.33:429.
- Grazhdankin, D., (2003). Structure and Depositional Environment of the Vendian Complex in the Southeastern White Sea Area. *Stratigraphy and Geological Correlation*, v. 11(4): 313–331.
- Grazhdankin, D., (2004). Late Neoproterozoic sedimentation in the Timan foreland. Da Gee, D.G., Pease, V. (eds) 2004. *The Neoproterozoic Timanide Orogen of Eastern Baltica*. Geological Society, London, *Memoirs*, v. 30:37-46.
- Grazhdankin, D., Gerdes, G., (2007). Ediacaran microbial colonies. *Lethaia*, v. 40:201-210.
- Grazhdankin, D., (2016). Forbidden fruits in the Garden of Ediacara. *PalZ*, 90(4):649-657.
- Grey, K., (1981a). Proterozoic “jellyfish” from the Mount Brooking area, Lissadell Sheet, Kimberley region. *Geological Survey of Western Australia Palaeontology Report* 29:1–4.
- Grey, K., (1981b). Additional samples of Proterozoic “jellyfish” from the Mount Brooking area, Lissadell Sheet, Kimberley region. *Geological Survey of Western Australia Palaeontology Report* 52:1–2.
- Guillevin, Y. (1979). Éléments de pétrographie des évaporites Oligocènes des Bassins de la Bresse et de Valence (est de la France, Vallée de la Saône et du Rhône). In *Dépôts évaporitiques: illustration et interprétation de quelques séquences*. Editions Technip, pp. 41-48.
- Haeckel, E. (1869). Ueber die fossilen Medusen der Jura-Zeit. – *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 19:538-562.

- Hagadorn, J.W., Bottjer, D.J., (1997). Wrinkle structures: Microbially mediated sedimentary structures common in subtidal siliciclastic settings at the Proterozoic-Phanerozoic transition. *Geology*, v. 25(11):1047-1050.
- Hagadorn, J.W., Pflueger, F., Bottjer, D.J., ed. (1999). Unexplored microbial worlds. *Palaios* Special Issue v. 14.
- Hagadorn, J.W., Fedo, C.M., Waggoner, B.M., (2000). Early Cambrian Ediacaran-type fossils from California. *Journal of Paleontology*, v. 74:731–740.
- Hagadorn, J.W., Waggoner, B., (2000). Ediacaran fossils from the southwestern Great Basin, United States. *Journal of Paleontology*, v. 74(2):349-359.
- Hagadorn, J.W., Dott Jr, R.H., Damrow, D., (2002). Stranded on a Late Cambrian shoreline: Medusae from Central Wisconsin. *Geology*, v. 30(2):147-150.
- Hagadorn, J.W., Belt, E.S., (2008). Stranded in upstate New York: Cambrian scyphomedusae from the Potsdam Sandstone. *PALAIOS*, v.23:424-441.
- Hagadorn, J.W., Miller, R.F., (2011). Hypothesized Cambrian medusae from Saint John, New Brunswick, reinterpreted as sedimentary structures. *Atlantic Geology*, v. 47:66-80.
- Hagadorn, J.W., Collette, J.H., Belt, E.S., (2011). Eolian-aquatic deposits and faunas of the Middle Cambrian Potsdam Group. *PALAIOS*, v. 26:314-334.
- Hagdorn, H., (2015). Flora und Fauna. 7. Wirbellose des Lettenkeupers. Hagdorn, H., Schoch, R., Schweigert, G., in *Der Lettenkeuper – Ein Fenster in die Zeit vor den Dinosauriern*. *Palaeodiversity – Lettenkeuper*, pp. 107-140.
- Hahn, G., Hahn, R., Leonardos, O.H., Pflug, H.D., Walde, D.H.G., (1982). Körperlich erhaltene Scyphozoen-Reste aus dem Jungpräkambrium Brasiliens. *Geologica et Palaeontologica*, v. 16:1-18.
- Han, J., Zhang, X., Komiya, T., (2016). Integrated evolution of Cnidarians and oceanic geochemistry before and during the Cambrian explosion. In Goffredo, S., Dubinsky, Z. (2016). *The Cnidaria, Past, Present and Future*. The world of Medusa and her sisters. Springer. 842 pp.
- Han, J., Kubota, S., Li, G., Ou, Q., Wang, X., Yao, X., Shu, D., Li, Y., Uesugi, K., Hoshino, M., Sasaki, O., Kano, H., Sato, T., Komyia, T., (2016b). Divergent evolution of medusozoan symmetric patterns: Evidence from the microanatomy of Cambrian tetramerous cubozoans from South China. *Gondwana Research*, v. 31:150-163.
- Harrington, B.J., Moore, R.C., (1956). Medusae incertae sedis and unrecognizable forms. In MOORE, R. C. (eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part 14 F, *Coelenterata*. Geological Society of America and Kansas University Press, New York and Lawrence, Kansas: F153-F161.
- Hazen, R.M., Papineau, D., Bleeker, W., Downs, R.T., Ferry, J.M., McCoy, T.J., Sverjensky, D.A., Yang, H., (2008). Mineral evolution. *American Mineralogist*, v. 93:1693-1720.
- Hayward, D.C., Samuel, G., Pontynen, P.C., Catmull, J., Saint, R., Miller, D.J., Ball, E.E., (2002). Localized expression of a dpp/BMP2/4 ortholog in a coral embryo. *PNAS*, v. 99(12):8106-8111.
- Hemleben, C., (1977). Autochthone und allochthone Sedimentanteile in den Solnhofener Plattenkalken. *Neues Jb. Geol. Paläontol. Mh.*, 257–271.
- Hershey, H.G., Brown, C.N., Van Eck, O., Northup, R.C., (1960). Highway Construction Materials from the Consolidated Rocks of Southwestern Iowa. Iowa Highway Research Board, Bulletin n.15.
- Hofmann, H.J., Narbonne, G.M., Aitken, J.D., (1990). Ediacaran remains from intertillite beds in northwestern Canada. *Geology*, v. 18:1199–1202.
- Hou, X-G., Stanley, G., Zhao, J., Ma, X-Y., (2005). Cambrian anemones with preserved soft tissue from the Chengjiang biota, China. *Lethaia*, v. 38(3):193-203.
- Hou, X-G., Siveter, D.J., Siveter, D.J., Aldridge, R.J., Cong, P-Y., Gabbott, S.E., Ma, X-Y., Purnell, M.A., Williams, M., (2017). *The Cambrian fossils of Chengjiang, China. The flowering of Early Animal life*. Wiley Blackwell, 2nd Edition. 316pp.
- Houghton, J.D.R., Doyle, T.K., Davenport, J., Lilley, M.K.S., Wilson, R.P., Hays, G.C., (2007). Stranding events indirect insights into the seasonality and persistence of jellyfish medusa (Cnidaria: Scyphozoa). *Hydrobiologia*, v. 589:1-13.
- Hultgren, T., Cunningham, J.A., Yin, C., Stampanoni, M., Marone, F., Donoghue P.C.J., Bengtson, S., (2011). Fossilized nuclei and germination structures identify Ediacaran “animal embryos” as encysting protists. *Science*, v. 334:1696–1699.
- Hu, S., (2005). Taphonomy and Palaeoecology of the Early Cambrian Chengjiang Biota from Eastern Yunnan, China. *Berliner paläobiologische abhandlungen*, band 7:1-197.
- Iniesto, M., Lopez-Archilla, A. I., Fregenal-Martinez, M. A., Buscalioni, A. D. & Guerrero, M. C. (2013). Involvement of microbial mats in delayed decay: an experimental essay on fish preservation. *Palaios*, v. 28:56–66.

- Iniesto, M., Laguna, C., Florin, M., Guerrero, M.C., Chicote, A., Buscalioni, A.D., López-Archilla, A.I., (2015a). The Impact of microbial mats and their microenvironmental conditions in early decay of fish. *Palaaios*, v. 30(11):792-801.
- Iniesto, M., Zeyen, N., López-Archilla, A.I., Bernard, S., Buscalioni, Á.D., Guerrero, M.C., Benzerara, K. (2015b). Preservation in microbial mats: mineralization by a talc-like phase of a fish embedded in a microbial sarcophagus. *Frontiers in Earth Sciences*, v. 3(51):1-13.
- Iniesto, M., Buscalioni, Á.D., Guerrero, M.C., Benzerara, K., Moreira, D., López-Archilla A.I. (2016). Involvement of microbial mats in early fossilization by decay delay and formation of impressions and replicas of vertebrates and invertebrates. *Scientific Reports* v. 6, Article number: 25716
- Ivantsov, A.Y., Fedonkin, M.A., (2002). Conularid-like fossil from the Vendian of Russia: A metazoan clade across the Proterozoic/Paleozoic boundary. *Paleaontology*, v. 45(6):1219-1229.
- Ivantsov, A.Y., Zakrevskaya, M.A., Nagovitsyn, A.L., (2018). Morphology of the covers of Proarticulata (Ediacaran Metazoa). 1st Palaeontological Virtual Congress, 1st-15th December 2018.
- Jenkins, R.J., Gehling, J.G. (1978). A review of the frond-like fossils of the Ediacara assemblage. *Records of the South Australian Museum*, v. 17:347-359.
- Jenkins, R.J., (1992). Functional and ecological aspects of Ediacaran assemblages, pp.131-176, in Lipps J.H. e Signor P.W. (eds). *Origin and early evolution of the Metazoa*. Topics in Geobiology, v. 10. Plenum Press, New York, xiii+570pp.
- Jensen, S., Gehling, J.G., Droser, M.L., (1998). Ediacara-type fossils in Cambrian sediments. *Nature*, v.393:567–569.
- Jensen, S., Gehling, J.G., Droser, M.L., Grant, S.W.F., (2002). A scratch circle origin for the medusoid fossil *Kullingia*. *Lethaia*, v.35:291–299.
- Jensen, S., Runnegar, B.N., (2005). A complex trace fossil from the Spitskop Member (terminal Ediacaran–? Lower Cambrian) of southern Namibia: *Geological Magazine*, v. 142:561–569.
- Jensen, S., Buatois, L.A., Mángano, M.G., (2013). Testing for palaeogeographical patterns in the distribution of Cambrian trace fossils. In Harper, D.A.T., Servais, T. (edt): *Early Palaeozoic Biogeography and Palaeogeography*. Geological Society Memoir, v. 38:45-58.
- Jensen, S., Höglström, A.E.S., Almond, J., Taylor, W.L., Meinhold, G., Høyberget, M., Ebbestad, J.O.R., Agić, H., Palacios, T., (2018). Scratch circles from the Ediacaran and Cambrian of Arctic Norway and southern Africa, with a review of scratch circle occurrences. *Bulletin of Geosciences* 93(3):287–304.
- Jiang, G., Shi, X., Zhang, S., Wang, Y., Xiao, S., (2011). Stratigraphy and paleogeography of the Ediacaran Doushantuo Formation (ca. 635-551 Ma) in south China. *Gondwana Research*, v. 19:831-849.
- Johnson, H., Fox, S.K., (1968). Dipleurozoa from Lower Silurian of North America. *Science*, v. 162:119-120.
- Jørgensen, B.B., Revsbech, N.P., (1983). Colorless Surfur Bacteria *Beggiatoia* spp. and *Thiovulum* spp., in O₂ and H₂S microgradients. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 45(4):1261-1270.
- Kalanetra, K.M., Joye, S.B., Sunser, N.R. et al (2005). Novel vacuolate sulfur bacteria from the Gulf of Mexico reproduce by reductive division in three dimensions. *Environmental Microbiology*, v. 7:1451–1460.
- Kang, D-R, Tan, K.S., Liu, L-L, (2018). Egg-collar morphology and identity of nine species of naticidae (Gastropoda) in Taiwan, with an assessment of their phylogenetic relationships. *Journal of Molluscan Studies*, 1-25.
- Kasting, J.F., (1993). Earth's Early Atmosphere. *Science*, v. 259:920-926.
- Kayal, E., Bentlage, B., Pankey, M.S., Ohdera, A.H., Medina, M., Plachetzki, D.C., Collins, A.G., Ryan, J.F., (2018). Phylogenomics provides a robust topology of the major cnidarian lineages and insights on the origins of key organismal traits. *BioMed Central Evolutionary Biology*, 18:68.
- Keupp, H., (1975). Der Solnhofener Plattenkalk – Ein neues Modell seiner Entstehung. *Jahresmitteilungen Naturhist. Ges. Nürnberg e.V.*, 19–36.
- Keupp, H. (1977). Ultrafazies und Genese der Solnhofener Plattenkalke (Oberer Malm, südliche Frankenalb). *Abh. naturhistor. Ges. Nurnberg* 37, 128 pages.
- Kepfele, R.C., (1977). Stratigraphy, petrology, and depositional environment of the Kenwood Siltstone Member, Borden Formation (Mississippian), Kentucky and Indiana. U.S. Geological Survey Professional Paper 1007, 49p.
- Kieslinger, A. (1939). Scyphozoa. – In: Schindewolf, O.H. (edt.): *Handbook der Paläozoologie*, 5 (2A): A69-A109; Berlin (Borntraeger).
- Knight, J.B., (1952). Primitive fossil gastropod and their bearing on gastropod classification. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, v. 117(13):1-56.
- Kozur, H., (1984). Die verbreitung der limnischen Meduse *Medusina limnica* Müller 1978 im Rotliegenden Mitteleuropas. *Paläontologische Zeitschrift*, v. 58(1-2):41-50.

- Krumbein, W.E., Brehm, U., Gerdes, G. (auth.), Paterson, D.M., Aleksandrovich, Z. (eds.), (1994). Fossil and Recent Biofilms: A natural History of Life on Earth. xv + 485pp.
- Kuhn, O., (1961). Die Tier- und Pflanzenwelt des Solnhofener Schiefers: *Geologica Bavarica*, v. 48:68pp.
- Laflamme, M., Xiao, S., Kowalewski, M., (2009). Osmotrophy in modular Ediacara organisms. *PNAS*, v. 106(34):14438-14443.
- Lampert, K.P., (2016). Cassiopea and its zooxantellae. In Goffredo, S., Dubinsky, Z., (Eds.). *The Cnidaria, Past, Present and Future. The world of medusa and her sisters*. Springer, 842pp.
- Lan, Z.-W., Chen Z.-Q., (2012). Possible animal body fossils from the Late Neoproterozoic interglacial successions in the Kimberley region, northwestern Australia. *Gondwana research*, v. 21:293-301.
- Larson, R.J., Madin, L.P., Haribson, G.R., (1988). In situ observations of the deepwater medusa in the genus *Deepstaria*, with a description of *D. reticulum*, sp. nov. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 68:689-699.
- Leme, J.M., Rodrigues, S.C., Simões, M.G., Van Iten, H., (2004). Sistemática dos conulários (Cnidaria) da Formação Ponta Grossa (Devoniano), do Estado do Paraná, Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 7: 213-222.
- Leme, J.M., de, Simões, M.G., Rodrigues, S.C., Marques, A.C., van Iten, H., (2008a). Cladistic analysis of the suborder Conulariina MILLER AND GURLEY, 1896 (Cnidaria, Scyphozoa ; Vendian-Triassic). *Palaeontology*, v. 51(3):649-662
- Leme, J.M., de, Simões, M.G., Rodrigues, S.C., van Iten, H., Marques, A.C., (2008b). Major developments in conulariid research: Problems of interpretation and future perspectives. *Ameghiniana*, v. 45:407-420.
- Lerner, A.J., Lucas, S.G., (2017). The pseudofossils *Astropolithon* from the Lower Permian Abo Formation of Socorro County, Central New Mexico. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, v. 77:225-230.
- Lerosey-Aubril, R., Gaines, R.R., Hegna, T.A., Ortega-Hernandez, J., Kien, C., Bonino, E., (2018). The Weeks Formation Konservat-Lagerstätte and the evolutionary transition of Cambrian marine life, v. 175:705-715.
- Lieberman, B.S., Kurkewicz, R., Shinogle, H., Kimming, J., MacGabhann, B.A., (2017). Disc-shaped fossils resembling porpitids or eldonids from the early Cambrian (Series 2: Stage 4) of western USA. *PeerJ*: e3312; DOI 10.7717/peerj.3312
- Lieberman, B.S., (2003). A new soft-bodied fauna: the Pioche Formation of Nevada. *Journal of Paleontology*, v. 77:674-690.
- Liu, A.G., Matthews, J.J., Menon, L.R., McIlroy, D., Brasier, M.D., (2014). *Haootia quadriformis* n. gen., n. sp., interpreted as a muscular cnidarian impression from the Late Ediacaran period (approx. 560Ma). *Proc. R. Soc. B* 281:20141202.
- Liu, A.G., (2016). Framboidal pyrite shroud confirms the 'Death Mask' model for moldic preservation of Ediacaran soft-bodied organisms. *PALAIOS*, v. 31:259-274.
- Liu, A.G., Matthews, J.J., (2017). Great Canadian Lagerstätten 6. Mistaken Point Ecological Reserve, Southeast Newfoundland. *Geoscience Canada*, v. 44:63-76.
- Lochman-Balk, C., (1970). Upper Cambrian faunal patterns on the craton: *Geological Society of America Bulletin*, v. 81:3197-3224.
- Löhr, S., Kennedy, M., (2015). Micro-trace fossils reveal pervasive reworking of Pliocene sapropels by low-oxygen-adapted benthic meiofauna. *Nature Communication*, v. 6:6589.
- Lucas, S.G., (2012). The Extinction of the Conulariids. *Geosciences*, v. 2(1):1-10.
- Lucas, S.G., Lerner, A.J., (2017). The rare and unusual pseudofossil *Astropolithon* from the Lower Permian Abo Formation near Socorro, New Mexico. *New Mexico Geology*, v. 39(2):40-42.
- Lynam, C.P., Hay, S.J., Brierley, A.S., (2005). Jellyfish abundance and climatic variation: contrasting responses in oceanographically distinct regions of the North Sea, and possible implications for fisheries. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 85:435-450.
- MacGabhann, B.A., (2007). Discoidal fossils of the Ediacaran biota: a review of current understanding. In Vickers-Rich & Komarow P. (eds) *The Rise and Fall of the Ediacaran Biota*. Geological Society, London, Special Publications, v. 286:297-313.
- MacIlroy, D., Brasier, M.D. (2016). Ichnological evidence for the Cambrian Explosion in the Ediacaran to Cambrian succession of Tanafjord, Finnmark, northern Norway. Da: Brasier, A.T., McIlroy, D. & McLoughlin, N. (eds.). *Earth System Evolution and Early Life: a Celebration of the Work of Martin Brasier*. Geological Society, London, Special Publications, v. 448:351-369.
- MacNaughton, R.B., Hagadorn, J.W., Dott, R.H., (2018). Cambrian wave-dominated tidal-flat deposits, central Wisconsin, USA. *Sedimentology*,. doi:10.1111/sed.12546

- Marshall, T., Fields, C., (2010). The Pennsylvanian geology of South-Central Iowa. Guidebook n.86. Geological Society of Iowa.
- Maithy, P.K., Kumar, G., (2007). Biota in the terminal Proterozoic successions on the Indian subcontinent: a review. In Vickers-Rich, P. & Komarower, P. (eds.) *The Rise and fall of the Ediacaran Biota*. Geological Society, London, Special Publications, v. 286:315-330.
- McCoy, V.E., (2014). Concretions as agents of soft tissue preservation: A review. In M. Laflamme, J. D. Schiffbauer, Darroch S. A. F., (Eds.), *Reading and Writing of the Fossil Record: Preservation Pathways to Exceptional Fossilization*. Paleontological Society Papers, v. 20:147–162.
- McCoy, V.E., Asael, D., Planavsky, N., (2017). Benthic iron cycling in a high-oxygen environment: Implications for interpreting the Archean sedimentary iron isotope record. *Geobiology*, v. 15:619-627.
- McFadden, K.A., Huang, J., Chu, X., Jiang, G., Kaufman, A.J., Zhou, C., Yuan, X., Xiao, S., (2008). Pulsed oxidation and biological evolution in the Ediacaran Doushantuo Formation. *PNAS*, v. 105(9):3197-3202.
- MacGabhann, B.A. (2012). A Solution to Darwin's Dilemma: Differential Taphonomy of Ediacaran and Palaeozoic Non-Mineralised Discoidal Fossils. <http://hdl.handle.net/10379/3406>.
- Marques, A.C., Collins, A.G., (2005). Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. *Invertebrate Biology*, v. 123(1):23-42.
- Menon, L.R., McIlroy, D., Liu, A., Brasier, M.D., (2016). The dynamic influence of microbial mats on sediments: fluid escape and pseudofossil formation in the Ediacaran Longmyndian Supergroup, UK. *Journal of the Geological Society, London*, v. 173:177–185.
- Menon, L.R., McIlroy, D., Brasier, M.D., (2017). 'Intrites' from the Ediacaran Longmyndian Supergroup, UK: a new form of microbially-induced sedimentary structure (MISS). In: Brasier, A.T., McIlroy, D. & McLoughlin, N. (eds) *Earth System Evolution and Early Life: a Celebration of the Work of Martin Brasier*. Geological Society, London, Special Publications, v. 448: 271-283.
- Miller, J.F., Evans, K.R., Dattilo, B.F., (2012). The Great American Carbonate Bank in the miogeocline of western central Utah: tectonic influences on sedimentation. In: Derby, J.R., Fritz, R., Longacre, S.A., Morgan, M. & Sternbach, C. (eds) *The Great American Carbonate Bank: the Geology and Economic Resources of the Cambro-Ordovician Sauk Sequence of Laurentia*. American Association of Petroleum Geologists, Memoirs, v. 98:769–854.
- Mills, C. E., (1995). Medusae, siphonophores, and ctenophores as planktivorous predators in changing global ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, 52:575–581.
- Miranda L.S., Collins A.G., Marques A.C. 2015 – Is *Haoootia quadriformis* related to extant Staurozoa (Cnidaria)? Evidence from the muscular system reconsidered. *Proc. R. Soc. B* 282: 20142396.
- Mottequin, B., (2004). Paléocologie et interprétation sédimentologique du "Marbre Noir" de Denée (Viséen inférieur, Belgique). *Geologica Belgica*, v. 7(1/2):3-19.
- Mottequin, B., (2008). The 'black marble' of Denée, a fossil conservation deposit from the Lower Carboniferous (Viséen) of southern Belgium. *Geological Journal*, v. 43:197-208.
- Mottequin, B., Poty, E., Prestianni, C., (2015). Catalogue of the type and illustrated specimens recovered from the 'black marble' of Denée, a marine conservation-Lagerstätte from the Mississippian of southern Belgium. *Geologica Belgica*, v. 18(1):1-14.
- Müller, A.H., (1978). Über Hydromedusen (Coelenterata) und medusoide Problematika aus dem Rotliegenden von Mitteleuropa. *Freiberger Forschungshefte, C* 342:29-45.
- Müller, A.H., (1982). Weitere Hydromedusen (Coelenterata) und medusoide Problematika aus dem mitteleuropaschen Rotliegenden. *Freiberger Forschungshefte, C* 366 :29-43.
- Munnecke, A., Westphal, H., Kölbl-Ebert, M., (2008). Diagenesis of plattenkalk: examples from the Solnhofen area (Upper Jurassic, southern Germany). *Sedimentology*, v. 55:1931-1946.
- Narbonne, G.M., Myroli, P., Landing, E., Anderson, M.M., (1991). A Chondrophorine (Medusoid Hydrozoan) from the Basal Cambrian (Placentrian) of Newfoundland. *Journal of Paleontology*, v.65:186–191.
- Narbonne, G.M., (2005). The Ediacara Biota: Neoproterozoic origin of animals and their ecosystems. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, v. 33:421-442.
- Narbonne, G.M., (2011). When life got big. *Nature*, v. 470:339-340.
- Nathorst, A.G., (1909). Ein besonders instruktives Exemplar unter den Medusenabdrücken aus dem kambrischen Sandstein bei Lugnås. – *Sveriges Geologiska Undersökning Afhandlingar, (C)*, 228, Årsbok III: 1-7.
- Nel, A., Gill, G.A., Nury, D., (1987). Découverte d'empreintes attribuables à des Coelentérés Siphonophores chondrophorides dans l'Oligocène de Provence. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, v. 305(2):637-641.

- Nitecki M.H., Richardson E.S. 1972 – A new hydrozoan from the Pennsylvanian of Illinois. *Fieldiana Geol.*, 30(1):1-7
- Nitecki, M.H., Solem, A. (1973). A problematic organism from the Mazon Creek (Pennsylvanian) of Illinois. *Journal of Paleontology*, v. 45(5):903-907.
- Nitecki M.H., Schram F.R. 1976 - *Etacystis communis*, a fossil of uncertain affinities from the Mazon Creek fauna (Pennsylvanian of Illinois). *Journal of Paleontology*, v. 50:1157-1161.
- Noel, D., Busson, G., Cornie, A., Mangin, A-M., (1993). Reconsideration of fossils coccolithophorids as diagnostic evidence of a pelagic environment. *International Geology Review*, v. 35(4):305-320.
- Noffke, N., Gerdes, G., Klenke, T., Krumbein, W.E., (2001). Microbially Induced Sedimentary Structures: A New Category within the Classification of Primary Sedimentary Structures. *Journal of Sedimentary Research* 71 (5):649-656.
- Noffke, N., Knoll, A., Grotzinger, J.P., (2002). Sedimentary controls on the Formation and preservation of Microbial Mats in siliciclastic deposits: A case study from the Upper Neoproterozoic Nama group, Namibia. *PALAIOS*, v. 17:533-544.
- Noffke, N., Paterson, D., (2008). An actualistic perspective: biotic-physical interaction of benthic microorganisms and the significance for the biological evolution of Earth. *Geobiology* v. 6:1–93.
- Noffke, N., (2010). *Geobiology: microbial mats in sandy deposits from the Archean era to today*. Springer-Verlag, xi + 194 pages.
- Noffke, N., Chafetz, H., editors. (2012). *Microbial Mats in Siliciclastic Depositional Systems through Time*, SEPM Special Publication 101, Society for Sedimentary Geology, Tulsa, OK.
- Noffke, N., Christian, D., Wacey, D., Hazen, R., (2013). Microbially Induced Sedimentary Structures recording an ancient ecosystem in the ca. 3.48 Billion-Year-Old Dresser Formation, Pilbara, Western Australia. *Astrobiology*, v. 13(12):1103-1124.
- Norris, R.D., (1989). Cnidarian taphonomy and affinities of the Ediacara biota. *Lethaia*, v. 22:381-393.
- Oosterink, H.W., Winkelhorst, H., (2013). Probable remains of jellyfish (Cnidaria, Scyphozoa) from the lower Middle Triassic (Anisian) of Winterswijk, eastern Netherlands. *Netherlands Journal of Geosciences*, v. 92(1):61-67.
- Orr, P. J., Briggs, D.E.G., Kearns, S.L., (1998). Cambrian Burgess Shale animals replicated in clay minerals. *Science*, v. 281:1173–1175.
- Ossian, C.R., (1973). New Pennsylvanian Scyphomedusan from Western Iowa. *Journal of Paleontology*, v. 47(5):990-995.
- Otto, M., (2000). Supposed soft tissue preservation in the Hunsrückschiefer (Lower Devonian, Rheinisches Schiefergebirge): the example of brachiopods. *Paläontologische Zeitschrift*, v. 74(1/2):79-89.
- Pacheco Forancelli, M.L.A., Galante, D., Rodrigues, F., Leme, J.M., Bidola, P., Hagadorn, W., Stockmar, M., Herzen, J., Rudnitzki, I.D., Pfeiffer, F., Marques, A.C., (2015). Insights into the skeletonization, lifestyle, and affinity of the unusual ediacaran fossil *Corumbella*. *PLoS ONE*, v. 10(3): e0114219.
- Papazzoni, C.A., Trevisani, E., (2006). Facies analysis, palaeoenvironmental reconstruction, and biostratigraphy of the “Pesciara di Bolca” (Verona, northern Italy): An early Eocene Fossil-Lagerstätte. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 242:21–35.
- Papazzoni, C.A., Carnevale, G., Fornaciari, E., Giusberti, L., Trevisani, E., (2014). 4. The Pesciara-Monte Postale Fossil-Lagerstätte: 1. Biostratigraphy, sedimentology and depositional Model. *Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, v. 4:29-36 in *The Bolca Fossil-Lagerstätten: A window into the Eocene World*. (eds. Papazzoni, C.A., Giusberti, L., Carnevale, G., Roghi, G., Bassi D., Zorzin, R.).
- Parfrey, L.W., Lahr, D.J.G., Knoll, A.H., Katz, L.A., (2011). Estimating the timing of early eukaryotic diversification with multigene molecular clocks. *PNAS*, v. 108 :13624–13629.
- Park, E., Hwang, D-S., Lee, J-S., Song, J-I., Seo, T-K., Won, Y-J., (2012). Estimation of divergence times in cnidarian evolution based on mitochondrial protein-coding genes and the fossil record. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 62(1):329–345.
- Parry, L.A., Boggiani, P.C., Condon, D.J., Garwood, R.J., de M.Leme, J., McIlroy, D., Brasier, M.D., Trindade, R., Campanha, G.A.C., Pacheco, M.L.A.F., Diniz, C.Q.C., Liu, A.G., (2017). Ichnological evidence for meiofaunal bilaterians from the terminal Ediacaran and earliest Cambrian of Brazil. *Nature Ecology & Evolution*, v. 1:1455-1464.
- Peterson, K.J., Waggoner, B., Hagadorn, J.W., (2003). A fungal analog for Newfoundland Ediacaran Fossils? *Integrative and Comparative Biology*, v. 43(1):127-136.
- Petri, S., Fúlfar, V.J., (1983). *Geologia do Brasil: Fanerozóico*. EDUSP, São Paulo, SP, 631pp.
- Petrovich, R., (2001). Mechanisms of fossilization of the soft-bodied and lightly armored faunas of the Burgess Shale and of some other classical localities. *American Journal of Science*, v. 301:683–726.

- Philippe, M., Besson, D., Berthet, D., (2004). Fossiles de Cerin. Un, Deux... Quatre. 127pp.
- Pickerill, R.K., (1982). Cambrian medusoids from the St. John Group, southern New Brunswick. Geological Survey of Canada, Paper 82-1B, Current Research Part B, 71-76.
- Pickerill, R.K. (1990). Cambrian medusoids from the Saint John Group, southern New Brunswick. Canadian Paleontology/ Biostratigraphy Seminar, Program with Abstracts: Kingston, Ontario, Queens University, p. 41.
- Plotnick, R.E., Hagadorn, J.W., Young, G.A. (2017). The Mazon Creek cnidarian *Essexella*: the world turned upside down. Geological Society of America Abstracts with Programs. vol. 49(6), paper n. 1-10.
- Powell, W.G., Johnston, P.A., Collom, C.J., (2003). Geochemical evidence for oxygenated bottom waters during deposition of fossiliferous strata of the Burgess Shale Formation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 201:249–268.
- Prave, A.R., (1991). Depositional and sequence stratigraphic framework of the Lower Cambrian Zabriskie Quartzite: Implications for regional correlations and the Early Cambrian paleogeography of the Death Valley region of California and Nevada. Geological Society of America Bulletin, v. 104:505-515.
- Proteau, P.J., Gerwick, W.H., Garcia-Pichel, F., Castenholz, R., (1993). The structure of scytonemin, an ultraviolet sunscreen pigment from the sheaths of cyanobacteria. Experientia, v. 49(9):825-829.
- Pu, J.P., Bowring, S.A., Ramezani, J., Myrow, P., Raub, T.D., Landing, E., Mills, A., Hodgkin, E., Macdonald, F.A., (2016). Dodging snowballs: Geochronology of the Gaskiers glaciation and the first appearance of the Ediacaran biota. Geology, v. 44:955-958.
- Purcell, J.E., Uye, S-I, Lo, W-T, (2007). Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: a review. Marine Ecology Progress Series, v. 350:153–174.
- Raff, E.C., Andrews, M.E., Turner, F.R., Turner, F.R., Toh, E., Nelson, D.E., Raff, R.A., (2013). Contingent interactions among biofilm-forming bacteria determine preservation or decay in the first steps toward fossilization of marine embryos. Evolution & Development, v. 15:243–256.
- Rees, M.N., (1986). A fault-controlled trough through a carbonate platform: the Middle Cambrian House Range embayment. Bulletin of the Geological Society of America, v. 97:1054–1069.
- Reid, R.P., Visscher, P.T., Decho, A.W., Stolz, J.F., Bebout, B.M., Dupraz, C., Macintyre, I.G., Paerl, H.W., Pinckney, J.L., Prufert-Bebout, L., Steppe, T.F., DesMarais, D.J., (2000). The role of microbes in accretion, lamination and early lithification of modern marine stromatolites. Nature, v. 406:989-992.
- Reis dos, M., Thawornwattana, Y., Angelis, K., Telford, M.J., Donoghue, P.C., Yang, Z., (2015). Uncertainty in the timing of origin of animals and the limits of precision in molecular timescales. Current Biology, v. 25(22):2939–2950.
- Retallack, G.J., (1994). Were the Ediacaran fossils lichens? Paleobiology, v. 20:523–544.
- Retallack, G.J., (2009). Cambrian-Ordovician non-marine fossils from South Australia. Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology, v. 33:355-391.
- Retallack, G.J., (2013). Ediacaran life on land. Nature, v. 493:89–92.
- Retallack, G.J., (2014). Precambrian life on land. The Paleobotanist, v. 63:1-15
- Retallack, G.J., (2015). Reassessment of the Silurian prolematicum *Rutgersella* as another post-Ediacaran vendobiont. Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology, DOI: 10.1080/03115518.2015.1069483.
- Rexroad, C.B., Wade, J.A., Merrill, G.K., Brown, L.M., Padgett, P., (2001). Conodont biostratigraphy and depositional environments of the Mecca Quarry Shale Member and the Velpen Limestone Member of the Linton Formation (Pennsylvanian, Desmoinesian) in the eastern part of the Illinois Basin, US. Indiana Geological Survey Special Report, v. 63:19 pp.
- Richardson, A.J., Bakun, A., Hays, G.C., Gibbons, M.J., (2009). The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future. Trends in Ecology & Evolution, v. 24(6):312-322.
- Richardson, E.S., (1997). Richardson's Guide to The Fossil Fauna of Mazon Creek. Charles W. Shabica and Andrew A. Hay Editors. 308pp.
- Richter, R., (1941). Marken und Spuren im Hunsrückschiefer: 3. Fährten als Zeugnisse des Lebens auf dem Meeres-Grunde: Senckenbergiana, v. 23:218–260.
- Rieppel, O., Hagdorn, H., (1988). Fossil reptiles from the Spanish Muschelkalk (Montral and Alcover, Province Tarragona). Historical Biology: An International Journal of Paleobiology, v. 13:77-97.
- Rietz, D.N., Haynes, R.J., (2003). Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry, v. 35:845–854.

- Robin, B., Petron, C., Rives, C., (1988). Coraux du monde. Delachaux et Niestlé Edt.
- Robison, R.A., (1991). Middle Cambrian biotic diversity: examples from four Utah lagerstätten. In: Simonetta AM, Conway-Morris S, (eds.) *The Early Evolution of Metazoa and the Significance of Problematic Taxa*. Cambridge: Cambridge University Press. pp 77–98.
- Robison, R.A., Babcock, L.E., Gunther, V.G., (2015). Exceptional Cambrian Fossils from Utah: a Window into the Age of Trilobites. *Utah Geological Survey, Miscellaneous Publications*, v. 15(1):1–97.
- Petri, S., Fúlfaro, V.J., 1983. *Geologia do Brasil: Fanerozoico*. EDUSP, São Paulo, SP, 631pp.
- Rodrigues, S.C., Simões M.G., Leme, J.M., (2003). Tafonomia Comparada dos Conulatae (Cnidaria), Formação Ponta Grossa, Bacia do Paraná, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 33:1-10.
- Romero, A., Rogers, R.R., Gershwil, L.A., (2011). Medusoid Cnidarians from the Montral-Alcover lagerstätten (Triassic), Northeastern Spain. *Batalleira*, v. 16:50-57.
- Röper, M., Rothgaenger, M., (1998). *Die Plattenkalke von Hienheim, Eichendorf*, Eichendorf Verlag, p.110.
- Röper, M., Rothgaenger, M., Rothgaenger, K. (2000). *Die Plattenkalke von Schernfeld (Landkreis Eichstätt)*. Eichendorf-Verlag, Eichendorf, 128 pp.
- Röper, M., (2005). Field Trip B: East Bavarian Plattenkalk-Different Types of Upper Kimmeridgian to Lower Tithonian Plattenkalk Deposits and Facies: *Zitteliana*, p. 57-70.
- Rose, E.C., Hagadorn, J.W., (2006). Why the Sauk Transgression is not just another type of shoreline advance: *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, v. 38:477.
- Runkel, A.C., McKay, R.M., Palmer, A.R., (1998). Origin of a classic cratonic sheet sandstone: Stratigraphy across the Sauk II-Sauk III boundary in the upper Mississippi Valley. *GSA Bulletin*, v. 110(2):188-210.
- Runnegar, B.N., Fedonkin, M.A., (1992). Proterozoic metazoan body fossils. pp. 369-388 in J. W. Schopf and C. Klein, eds. *The Proterozoic biosphere. A multidisciplinary study*. Cambridge University Press, New York.
- Sala Manservigi, A., (1979). Altre scifomeduse fossili della pesciara di Bolca (Verona). *Studi e Ricerche sui Giacimenti Terziari di Bolca IV, Miscellanea Paleontologica II*, 49-60.
- Santi, G. (2010). Note su Medusina limnica Müller, 1978 e Medusina atava (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 del Permiano inferiore continentale del Sudalpino (Italia settentrionale). *Il Naturalista Valtellinese – Atti del Museo Civico di Storia Naturale Morbegno*, v. 21:29-47.
- Sappenfield, A.D. Tarhan, L.G., Droser, M.L., (2016). Earth's oldest jellyfish strandings: a unique taphonomic window or just another day at the beach? *Geological Magazine*, v. 1(4):1-16.
- Schieber, J., Bose, P.K., Eriksson, P.G., Banerjee, S., Sarkar, S., Altermann, W., and Catuneau, O., (2007). Atlas of microbial mat features preserved within the clastic rock record, J. Schieber et al. (Eds.), Elsevier, pp. 324.
- Schroeder, N.I., Paterson, J.R., Brock, G.A. (2018). Eldonioids with associated trace fossils from the lower Cambrian Emu Bay Shale Konservat-Lagerstätte of South Australia. *Journal of Paleontology*, v. 92(1):80–86.
- Schwark, L., Ferretti, A., Papazzoni, C.A., Trevisani, E., (2009). Organic geochemistry and paleoenvironment of the Early Eocene "Pesciara di Bolca" Konservat-Lagerstätte, Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 273(3-4):272-285
- Scotese, C.R., (2016). PALEOMAP PaleoAtlas for GPlates and the PaleoData Plotter Program, PALEOMAP Project, <http://www.earthbyte.org/paleomap-paleoatlas-for-gplates/>
- Seilacher, A., (1960). Strömungsanzeichen im Hunsrückschiefer. *Notizblatt Hessisches Geologie Landesamt Bodenforschung*, 88:88–106.
- Seilacher, A., Reif, W.E., Westphal, F., (1985). Sedimentological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 311(1148):5-24.
- Seilacher, A., (1989). Vendozoa: Organismic construction in the Proterozoic. *Lethaia*, v. 22:229-239.
- Seilacher, A., (1992). Vendobionta and Psammocorallia: lost constructions of Precambrian evolution. *Journal of the Geological Society*, v. 149:607-613.
- Seilacher, A., Pflüger, F. (1994). From biomats to benthic agriculture: a biohistoric revolution. In *Biostabilization of Sediments: Bibliotheks and Krumbe* (eds. W. E. Paterson et al.), pp. 97–105. Oldenburg: Information System der Carl von Ossietzky Universität.
- Seilacher, A., Goldring, R., (1996). Class Psammocorallia (Coelenterata, Vendian-Ordovician): Recognition, systematics, and distribution, *GFF*, 118(4):207-216.
- Seilacher, A., (1998). Triploblastic animals more than 1 Billion years ago: Trace fossil evidence from India. *Science*, v. 282:80-83.

- Seilacher, A. (1999). Biomat-related lifestyles in the Precambrian. *PALAIOS*, v. 14:86-93.
- Seilacher, A., Lüning, S., Martin, M., Klitzsch, E., Khoja, A., Craig, J., (2002). Ichnostratigraphic correlation of Lower Paleozoic clastics in the Kufra Basin (SE Libya). *Lethaia*, v. 35:257–262.
- Seilacher, A. (2007). *Trace Fossil Analysis*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag xiii + 226 pp.
- Seilacher, A. (2008). Biomats, biofilms, and bioglime as preservational agents for arthropod trackways. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 270(3-4):252-257.
- Serezhnikova, E.A., (2007a). *Palaeophragmodictya spinosa* sp. nov., a bilateral benthic organism from the Vendian of the Southeastern White Sea Region. *Paleontological Journal*, v. 4(4):360–369.
- Serezhnikova, E.A., (2007b). Vendian *Hiemalora* from Arctic Siberia reinterpreted as holdfasts of benthic organisms. *Geological Society, London, Special Publications* 2007; v. 286:331-337.
- Shen, Y., Zhang, T., Hoffman, P.F., (2008). On the coevolution of Ediacaran oceans and animals. *PNAS*, v. 105(21):7376-7381.
- Shostack, S., (2005). *Cnidaria (Coelenterates)*. *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Skikne, S.A., R.E. Sherlock, B.H., Robison, (2009). Uptake of dissolved organic matter by ephyrae of two species of scyphomedusae. *Journal of Plankton Research*, 31:1563–1570.
- Simões, M.G., Mello, L.H.C., Rodrigues, S.C., Leme, J.M., Marques, A.C., (2000). Conulariid taphonomy as a tool in paleoenvironmental analysis. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 30:757-762.
- Sinclair, G.W., (1948). *The biology of the Conularia*. Ph.D. thesis, McGill University, Montreal, Quebec, 442pp.
- Slobodkin, L.B., Bossert P.E., (1991). *The Freshwater Cnidaria or Coelenterates in Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, J.H. Thorp and A.P. Covich (edt). Academic Press, Inc. San Diego. pp. 135-136.
- Sloss, L.L., (1988). Tectonic evolution of the craton in Phanerozoic time. *The Geology of North America, Vol D-2, Sedimentary Cover - North American Craton*, p. 25-51.
- Smith, N.D., (1970). The braided stream depositional environment; comparison of the Platte River with some Silurian clastic rocks, north-central Appalachians. *Geological Society of America Bulletin*, v. 81:2993–3013.
- Smith, N.D., Saunders, R.S., (1970). Paleoenvironments and their control of acritarch distribution; Silurian of east-central Pennsylvania. *Journal of Sedimentary Research*, v. 40:324–333.
- Sperling, E.A., Wolock, C.J., Morgan, A.S., Gill, B.C., Kunzmann, M., Halverson, G.P., Macdonald, F.A., Knoll, A.H., Johnston, D.T., (2015). Statistical analysis of iron geochemical data suggests limited late Proterozoic oxygenation: *Nature*, v. 523:451–454.
- Sprigg, R.G., (1947). Early Cambrian (?) jellyfishes from the Flinders Ranges, South Australia. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, v. 71(2):212-224.
- Stal, L.J., Krumbein, W.E., (1984). Metabolism of cyanobacteria in anaerobic marine sediments. *GERBAM – Deuxième Colloque International de Bactériologie marine*, CNRS, Brest, 1-5 Octobre 1984. IFREMER, Actes de Colloques, v. 3:301-309.
- Stal, L.J., (2000). Cyanobacterial mats and stromatolites. In Whitton, B.A. & Potts, M. (eds.), *The ecology of Cyanobacteria*. Netherlands, v. 61-120.
- Stasinska, A. (1960). *Velumbrella czarnockii* n.gen.n.sp. - Méduse du Cambrien inférieur des Monts de Sainte-croix. *Acta Paleontologica polonica*, v. 5:337-346.
- Steiner, M., Reitner, J., (2001). Evidence of organic structures in Ediacara-type fossils and associated microbial mats. *Geology*, v. 29:1119-1122.
- Stewart, J.H., (1970). Upper Precambrian and lower Cambrian strata in the southern Great Basin, California and Nevada. *US Geological Survey Professional Paper* no. 620, 206 pp.
- Stoodley, H.L., Stoodley, P., (2002). Developmental regulation of microbial biofilms. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 13:228-233.
- Südkamp, W. (2017). *Life in the Devonian. Identification book, Hunsrück Slate fossils. Velah Dr. Friedrich Pfeil, Munchen*. 176pp.
- Sun, S., Chen, H.H., (1988). Tempestites in the Lower Cambrian from eastern Yunnan (in Chinese). In: *The Petroleum Geology Committee of Chinese Petroleum Society, ed. Research on Clastic Sedimentary Facies*. Beijing: Petroleum Industry Press, 357–363
- Sutcliffe, O.E., Briggs, D.E., Bartels, C., (1999). Ichnological evidence for the environmental setting of the Fossil-Lagerstätten in the Devonian Hunsrück Slate, Germany. *Geology*, v.27(3):275-278.
- Sverjensky, D.A., Lee, N., (2010). The Great Oxidation Event and mineral diversification. *Elements*, v. 6:31-36.
- Swartz, C.K., Swartz, F.M., (1930). Age of the Shawangunk Conglomerate of eastern New York. *American Journal of Science*, v. 20:467–474.

- Tarhan, L.G., Hagadorn, J.W., (2008). Taphonomy and classification of medusae from the late Cambrian of Wisconsin and New York. 43rd Annual Meeting, Geological Society of America Abstracts with Programs, v. 40(2):80.
- Tarhan, L.G., Hagadorn, J.W., (2009). Taphonomy and classification of late Cambrian medusae of central Wisconsin and northeastern New York: problems of preservation. 9th North American Paleontological Convention (NAPC 2009):
- Tarhan, L.G., Droser, M.L., Planavsky, N.J., Johnston, D.T., (2015). Protracted development of bioturbation through the early Palaeozoic Era. *Nature Geoscience*, v. 8:865-869.
- Tarhan, L.G., (2017). Meiofauna mute the Cambrian Explosion. *Nature Ecology and Evolution*, v. 10:1423-1424.
- Tarhan, L.G., Droser, M.L., Cole, D.B., Gehling, J.G., (2018). Ecological expansion and extinction in the Late Ediacaran: Weighing the Evidence for Environmental and Biotic Drivers. *Integrative and Comparative Biology*, icy020, <https://doi.org/10.1093/icb/icy020>
- Teal, L.R., Bulling, M.T., Parker, E.R., Solan, M., (2008). Global patterns of bioturbation intensity and mixed depth of marine soft sediments. *Aquatic Biology*, v. 2:207-218.
- Tomescu, A.M.F., Klymiuk, A.A., Matsunaga, K.K.S., Bippus, A.C., Shelton, G.W.K. (2016). Microbes and the Fossil Record: Selected Topics in Paleomicrobiology, Chapter 3. In Hurst, C.J. (2016). *Their World: A diversity of Microbial Environments*. *Advances in Environmental Microbiology*, 1. Springer, 391p.
- Uchman, A. (2001). Eocene flysch trace fossils from the hecho Group of the Pyrenees, northern Spain. *Beringeria*, v. 28:3-41.
- Van Gernerden, H., (1993). Microbial mats: A joint venture. *Marine Geology*, v. 113:3-25.
- Van Iten, H. (1991). Evolutionary affinities of conulariids. in A.M. Simonetta and S. Conway Morris (eds.). *The Early Evolution of Metazoa and the Significance of Problematic Taxa*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 145-155.
- Van Iten, H., (1991c). Repositories of and additional comments on Permian sponge specimens containing molds of Paraconularia. *Journal of Paleontology*, v.65:335-337.
- Van Iten, H., Fitzke, J.A., Cox, R.S., (1996). Problematical fossil cnidarians from the Upper Ordovician of the North-Central USA. *Palaeontology*, v. 39:1037-1064.
- Van Iten, H., Vyrhlavský, Z., (2004). Conulariids. In Webby, B.D., Paris, F., Droser, M.L., Percival, I.G., (eds.). *The Great Ordovician Biodiversification Event*. Columbia University Press: New York, NY, USA, pp. 119–123.
- Van Iten, H., Moraes Leme, J., Coelho Rodrigues, S., Guimaraes Simoes, M., (2005). Reinterpretation of a Conulariid-Like Fossil from the Vendian of Russia. *Palaeontology*, v. 48(3):619–622.
- Van Iten, H., Moraes Leme, J., Simões, M.G., Marques, A.C., Collins, A.G., (2006). Reassessment of the phylogenetic position of conulariids (?Ediacaran-Triassic) within the subphylum Medusozoa (phylum Cnidaria). *Journal of Systematic Palaeontology*, v. 4(2):109-118.
- Van Iten, H., Südkamp, W.H., (2010). Exceptionally preserved conulariids and an edrioasteroid from the Hunsrück Slate (Lower Devonian, SW Germany). *Palaeontology*, v. 53(2):403-414.
- Van Iten, H., Moraes Leme, J., Marques, A.C., Simões, M.G., (2013). Alternative interpretations of some earliest Ediacaran fossils. *Acte Palaeontologica Polonica*, v. 58(1) :111-113.
- Van Iten, H., Marques, A.C., Moraes Leme, J., Forancelli Pacheco, M.L.A., Simões, M.G., (2014). Origin and early diversification of the phylum Cnidaria VERRILL: major developments in the analysis of the taxon's Proterozoic-Cambrian history. *Palaeontology*, v. 57(4):677-690.
- Van Iten, H., Moraes Leme, J., Pacheco, M.L.A.F., Simões, M.G., Fiarchild, T.R., Rodrigues, F., Galante, D., Boggiani, P.C., Marques, A., (2016a). Origin end early diversification of Phylum Cnidaria: key macrofossils from the Ediacaran system of North and South America. In Goffredo, S., Dubinsky, Z., (Eds.). *The Cnidaria, Past, Present and Future. The world of medusa and her sisters*. Springer, 842pp.
- Van Iten, H., Muir, L., Simões M.G., Leme J.M., Marques A.C., Yoder N., (2016b). Palaeobiogeography, palaeoecology and evolution of Lower Ordovician conulariids and Sphenothallus (Medusozoa, Cnidaria), with emphasis on the Fezouata Shale of southeastern Morocco. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 460(15): 170-178.
- Van Roy, P., Briggs, D. E. G., Gaines, R. R., (2015). The Fezouata fossils of Morocco; an extraordinary record of marine life in the Early Ordovician. *Journal of the Geological Society*, v. 172:541–549.
- Van Straelen, V., (1926). Sur les premiers restes de Méduses trouvés dans le Calcaire carbonifère de la Belgique. *Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, v. 12:952-956.
- Vaziri, S.H., Majidifard, M.R., Laflamme, M., (2018). Diverse assemblage of Ediacaran fossils from Central Iran. *Scientific Reports*, v. 8:5060

- Vinther, J., Zhao, Y., Cong, P., Parry, L., Pisani, D., Edgecombe, G.D., (2017). Cambrian weird wonders and the origin of ctenophores. Conference paper at 61th PalAss Annual meeting, London.
- Viohl, G., (1991). The "Solnhofen Lithographic Limestone". *Calcaire Lithographique – Table Ronde Internationale*, Lyon 1991, pp. 1–48.
- Viohl, G., (1998). Die Solnhofener Plattenkalke - Entstehung und Lebensräume: *Archaeopteryx*, v. 16: 37-68.
- Waggoner, B., (2003). The Ediacaran biotas in space and time. *Integrative and Comparative Biology*, v. 43(1):104-113.
- Walcott, C.D. (1898). Fossil Medusae. Monographs of the U.S. Geological Survey, 30: 201 pp.
- Warren, L.V., Fairchild, T.R., Gaucher, C., Boggiani, P.C., Poiré, D.G., Anelli, L.E., Inchausti, J.C.G., (2011). Corumbella and in situ Cloudina in association with thrombolites in the Ediacaran Itapucumi Group, Paraguay. *Terra Nova*, v. 23:382–389.
- Warren, L.V., Pacheco, M.L.A.F., Fairchild, T.R., Simões, M.G., Riccomini, C., Boggiani, P.C., Cáceres, C.C., (2012). The dawn of animal skeletogenesis: ultrastructural analysis of the Ediacaran metazoan *Corumbella wernerii*. *Geology*, v. 40(8):691–694.
- Warren, L.V., Quaglio, F., Simões, M.G., Gaucher, C., Riccomini, C., Poiré, D.G., Freitas, B.T., Boggiani, P.C., Sial, A.N., (2017). Cloudina-Corumbella-Namacalathus association from the Itapucumi Group, Paraguay: increasing ecosystem complexity and tiering at the end of the Ediacaran. *Precambrian Research*, v. 298:79-87.
- Webers, G.F., Yochelson, E.L., (1999). A revision of Palaeacmaea (Upper Cambrian) (?Cnidaria). *Journal of Paleontology*, v. 73(4):598-607.
- Wilby, P.R., Briggs, D.E.G., Bernier, P., Gaillard, C., (1996). Role of microbial mats in the fossilization of soft tissues. *Geology*, v. 24(9):787-790.
- Willard, B., (1928). The age and origin of the Shawangunk Formation. *Journal of Paleontology*, v. 1:255–258.
- Willoughby, R.H., Robison, R.A., (1979). Medusoids from the Middle Cambrian of Utah. *Journal of Paleontology*, v. 53(2):494-500.
- Wilson, M.J., (2013) 3C: Clay minerals, in Deer, W.A., et al., (eds.), *Rock Forming Minerals*: London, The Geological Society of London, 724 p.
- Wittry, J., (2012). The Mazon Creek Fossil Fauna. *Earth Science Club of Northern Illinois. ESCONI and Northeastern Illinois University*, 202pp.
- Wollanke, G., Zimmerle, W., (1990). Petrographic and geochemical aspects of fossil embedding in exceptionally well preserved fossil deposits: *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, v. 69:77–97.
- Wray, G.A., Levinton, J.S., Shapiro, L.H. (1996). Molecular evidence for deep Precambrian divergences among metazoan phyla. *Science*, v. 274:568-573.
- Xiao, S., Zhang, Y., Knoll, A.H., (1998). Three-dimensional preservation of algae and animal embryos in a Neoproterozoic phosphorite. *Nature*, v. 391:553–558.
- Xiao, S., Yuan, X., Knoll, A.H., (2000). Eumetazoan fossils in terminal Proterozoic phosphorites? *PNAS*, v. 97(25):13684-13689.
- Xiao, S., Yuan, X., Steiner, M., Knoll, A.W., (2002). Macroscopic carbonaceous compressions in a terminal Proterozoic shale: A systematic reassessment of the Miaohé Biota, South China. *Journal of Paleontology*, v. 76(2):347-376.
- Xiao, S., Chuanming, Z., Yuan, X., (2007). Palaeontology: Undressing and redressing Ediacaran embryos. *Nature*, v. 446:E9-E11.
- Xiao, S., Droser, M., Gehling, J.G., Hughes, I.V., Wan, B., Chen, Z., Yuan, X., (2013). Affirming life aquatic for the Ediacara biota in China and Australia. *Geology*, v. 41(10):1095-1098.
- Xiao, S., Muscente, A.D., Chen, L., Zhou, C., Schiffbauer, J.D., Wood, A.D., Polys, N., Yuan, X., (2014). The Weng'an biota and the Ediacaran radiation of multicellular eukaryotes. *National Science Review*, v. 1:498-520.
- Yang, J., Ma, L., Wu, H., Dong, H., (2016). Salinity shapes microbial diversity and community structure in surface sediments of the Qinghai-Tibetan lakes. *Scientific Reports*, 6:25078.
- Ye, Q., Tong, J., An, Z., Hu, J., Tian, L., Guan, K., Xiao, S., (2017). A systematic description of new macrofossil material from the upper Ediacaran Miaohé Member in South China. *Journal of Systematic Palaeontology*, <https://doi.org/10.1080/014772019.2017.1404499>
- Yochelson, E.L., Mason, C.E., (1986). A Chondrophorine coelenterate from the Borden Formation (Lower Mississippian) of Kentucky. *Journal of Paleontology*, v. 60(5):1025-1028.
- Young, G.A., Rudkin, D.M., Dobrzanski, E.P.P., Robson, S.P., Nowlan, G.S., (2007). Exceptionally preserved Late Ordovician biotas from Manitoba, Canada. *Geology*, v. 35(10):883-886.

- Young, G.A., Hagadorn, J.W., (2010). The fossil record of cnidarian medusa. *Palaeoworld*, v. 19:212-221.
- Young, G.A., Hagadorn, J.W., (2014). The raft of the medusa: exceptional preservation of a box jellyfish from a late Carboniferous lagerstätten in the midcontinent of North America. *Paleontology: Trace Fossils, Taphonomy, and Exceptional Preservation*, GSA Annual Meeting in Vancouver, British Columbia.
- Yin, Z., Liu, P., Li, G., Tafforeau, P., Maoyan, Z., (2014). Biological and taphonomic implications of Ediacaran fossil embryos undergoing cytokinesis. *Gondwana Research*, v. 25:1019–1026.
- Yuan, X., Chen, Z., Xiao, S., Zhou, C., Hua, H., (2011). An early Ediacaran assemblage of macroscopic and morphologically differentiated eukaryotes. *Nature*, v. 470:390-393.
- Yue, W., Xunlian, W., Yuming, H., (2008). Megascopic symmetrical metazoans from the Ediacaran Doushantuo Formation in the northeastern Guizhou, South China. *Journal of China University of Geosciences*, v. 19(3):200-206.
- Zangerl, R., Richardson Jr., E.S., (1963). The paleoecological history of two Pennsylvanian black shales. *Fieldiana: Geology Memoirs*, v. 4:388pp.
- Zhang, W-T., Babcock, L.E., (2001). New extraordinarily preserved enigmatic fossils, possibly with Ediacaran affinities, from the Lower Cambrian of Yunnan, China. *Acta Paleontologica Sinica*, v. 40:201-213.
- Zhang, X., Shu, D., Li, Y., Han, J., (2001). New sites of Chengjiang fossils: crucial windows on the Cambrian explosion. *Journal of the Geological Society, London*, v. 158:211-218.
- Zhang, Z., et al., (2013). A sclerite-bearing stem group entoproct from the early Cambrian and its implications: *Scientific Reports*, v. 3:1066.
- Zhang, Z., Holmer, L.E., (2015). An agglutinated early Cambrian actinotroch-like phoronid from the Chengjiang Lagerstätten and its implications, p.106. In Huang, B. e Shen, S., (2015). *The Brachiopod World*, Abstract for the 7th International Brachiopod Congress, Nanjing, China.
- Zhang, Z-Q., (2011). Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. *Zootaxa*, v. 3148:7–12.
- Zhao, Y.L., Zhu, M.Y., (1994). Medusiform fossils of Kaili fauna from Taijiang, Guizhou: *Acta Palaeontologica Sinica*, v. 33:272–280.
- Zhao, F.C., Zhu, M.Y., Hu, S.X., (2010). Community structure and composition of the Cambrian Chengjiang biota. *Science China Earth Sciences*, v. 53:1784-1799.
- Zhou, C, Li, X.-H., Xiao, S., Lan, Z., (2017). A new SIMS zircon U-Pb date from the Ediacaran Doushantuo Formation: age constraint on the Weng'an biota. *Geological Magazine*, v. 154(6):1193-1201.
- Zhu, M.Y., Van Iten, H., Cox, R.S., Zhao, Y.-L., Erdtmann, B.-D., (2000). Occurrence of *Byronia* MATTHEW and *Sphenotallus* HALL in the Lower Cambrian of China. *Paläontologische Zeitschrift*, v. 74(3):227-238.
- Zhu, M.Y., Zhang, J.M., Li, G.X., (2001). Sedimentary environments of the Early Cambrian Chengjiang biota: Sedimentology of the Yu'anshan Formation in Chengjiang County, Eastern Yunnan. *Acta Palaeontologica Sinica*, v. 40(Suppl):80–105.
- Zhu, M.-Y., Zhao, Y.-L., Chen, J.-Y., (2002). Revision of the Cambrian discoidal animals *Stellostomites eumorphus* and *Pararotadiscus guizhouensis* from South China: *Geobios*, v. 35:165–185.



Affioramento della località tipo del Membro di Yu'an-shan, Formazione di Chingchussu (Chengjiang Biota), Yunnan Province, Cina meridionale.
(foto: T. Kapitany, Crystal World & Prehistoric Journeys, Australia).

INDICE

A

Acraspeda 20
Acritarchi 66
Aequorea 162
 Aequorea victorea 172
Albumares 189
 Albumares brunsae 190
Anthozoa 20
 Hexacorallia 20
 Octocorallia 20
 Rugosa 20
 Tabulata 20
Anthracomedusa 148
 Anthracomedusa turnbulli 143, 144
Arborea 102
Archaeocydippida hunsreckiana 137
Archisaccophyllia kunmingensis 102
Arenicolites 99, 123
Arenosicaris inflata 119
Argille
 Berthierine 40
 Caolinite 40
 Caolino 142
 Chamosite 40
Armillifera parva 91
Arumberia 43, 81
Aspergillus flavus 203
Aspidella terranovica 81, 87, 195, 196, 199
Astropolithon 126, 127, 185

Athyris 137
Atollo di Aldabra 167
Aulichnites 123
Aurelia 166
 Aurelia aurita 25, 171
Ausable Member 123
Avalon biota 77
Azurite sun 187

B

Bacterial Sulfate Reduction
 BAR 142
Basal Member 123
batteri fototropi 38
batteri solforiduttori 38
Beecher's Trilobite Bed 33
Beggiatoa 37
Beltanella gilesi 197
Beltanelliformis 81, 90, 198
 Beltanelliformis brunsae 74, 80
 Beltanelliformis minutae 80
Beothukis mistakensis 71
Bergaueria 79
bioglue 48
biomineralizzazione 38
Bipedalia cerinensis 166, 168
Bjarmia cycloplerusa 89, 90, 91
Blackberry Hill 118
blastula 17, 25

Bolca 176
Bradgatia 68
Braidwood fauna 141
Briscal Formation 68
Brooksella alternata 194
Bullia digitalis 27
Buntsandstein superiore 159
Bunyerichnus dalgarnoi 80
Burgess Shale 33, 191
Burgess Shale Formation 105
Burgess Shale-type 25
 BST 33
Byronia annulata 106

C

Calyptrina 93
 Calyptrina striata 74, 75
Cambrian explosion 60
Cambrian Substrate Revolution 50
Cambroernidi 190
Cambrohydra ercaica 102, 103
Cambromedusa furcula 201
Cambrorhytium
 Cambrorhytium fragilis 106, 107, 112
 Cambrorhytium major 106, 107, 110, 112, 113
Caolinite 33
cap carbonates 63, 85
Carbondale Formation 141

Carrara Formation [191](#)
 Carybdeidae [109](#)
 Cassiopea [19](#), [166](#)
 Cathedral Formation [105](#)
 celenterati [17](#)
 Cerin [165](#)
 Charnia [68](#)
 Charnia ivantsovi [82](#)
 Charnia masoni [82](#)
 Charniodiscus [68](#), [69](#)
 Charniodiscus arboreus [82](#)
 Charniodiscus concentricus [82](#)
 Charniodiscus oppositus [82](#)
 Charniodiscus procerus [82](#)
 Charniodiscus spinosus [71](#), [82](#)
 Chengjiang Biota [33](#), [101](#)
 Cherryvale Formation [150](#)
 Chiungchussu Formation [101](#)
 Chlorobiaceae [37](#)
 Chloroflexus [37](#)
 Chromatiaceae [37](#)
Chuarina circularis [74](#)
 Cyanobacteria [37](#), [44](#)
 Calothrix [14](#)
 Microcoleus chthonoplastes [39](#)
 Phormidium [14](#)
 Scytonema crispum [38](#)
 Synechococcus [14](#)
 Climactichnites [118](#), [123](#)
 Climactichnites wilsoni [119](#)
 Climactichnites youngi [119](#)
 Cloudina [74](#), [95](#)
 Cnidaria [13](#), [17](#)
 cnidociglio [19](#)

cnidociti [17](#)
 cnidoblasti [17](#)
 nematociti [17](#)
 Conasauga Formation [194](#)
 Condroforine [119](#)
Conomedusites lobatus [86](#), [87](#)
 Conularidi [13](#), [21](#), [59](#), [93](#)
 Coronata [93](#)
 Corumbella [35](#), [95](#)
 Corumbella wernerii [95](#), [97](#)
Crassitubus costatus [65](#), [66](#)
 Criogeniano [25](#), [36](#), [80](#)
 Cubozoa [19](#), [20](#)
 Cucullus fraudulentus [74](#)
 Cyclomedusa [79](#), [197](#)
 Cyclomedusa davidi [197](#), [198](#)
 Cyclomedusa delicata [91](#), [197](#), [199](#)
 Cyclomedusa gigantea [197](#)
 Cyclomedusa minima [197](#)
 Cyclomedusa plana [197](#)
 Cyclomedusa radiata [197](#), [199](#)

D

Dactyloidites [194](#)
 Dactyloidites cabanasi [194](#)
 death marches [47](#)
 death mask [40](#), [51](#), [196](#)
Deepstaria enigmatica [19](#)
 Dendroichnites [152](#)
 Dengying Formation [65](#), [73](#), [77](#)
Desmonema glaciale [171](#)
 Dickinsonia [52](#), [132](#)
 Dickinsonia costata [53](#), [77](#), [87](#)

Didontogaster cordylina [142](#)
 Dinomischus [102](#)
 Dinomischus venustus [102](#)
 Diplichnites [118](#), [119](#), [123](#), [152](#)
 diploblastici [51](#)
 Discalia [181](#)
Discalioides sp. [181](#), [182](#)
 Discophyllum [191](#)
 cf. *Discophyllum* sp. [192](#)
 Discophyllum peltatum [191](#), [192](#)
 Dissimilatory Iron Reduction
 DIR [142](#)
 Dissolved Organic Carbon
 DOC [73](#)
 Doushantuo Formation [59](#), [73](#)
Drevotella proteana [143](#), [146](#)
 Drook Formation [68](#)

E

Ectacystis communis [146](#)
 ectoderma [17](#)
 Ediacara Biota [33](#), [51](#), [77](#), [85](#)
 Ediacara Hills [47](#)
 Ediacarano [36](#)
 Ediacaria [79](#), [197](#), [198](#)
 Ediacaria flindersi [197](#)
 Elatina Formation [85](#)
 Eldonia
 Eldonia berbera [192](#)
 Eldonia cf. *ludwigi* [192](#)
 Eldonia eumorpha [191](#), [192](#)
 Eldonia ludwigi [191](#)
 eldonidi [190](#)
 elephant skin [45](#), [46](#), [99](#), [171](#)

Elk Mound Group 50, 118
Emigrant Pass Member 99
Emu Bay Shale 191
Endocnidozoa 20
 Myxosporea 20
 Polypodiozoa 20
endoderma 17
Enteromorphites siniaensis 74
Eoandromeda octobrachiata 74, 87
Eoconularia sp. 21
Eoporpita 90
ephyrae 23, 25, 30, 177
Ephyropsites jurassicus 171
Epibaion 52, 53
Erga Formation 89
Ernietta 198
Escumasia roryi 143, 146
Essexella asherae 143, 144
Essex fauna 141
Etacystis communis 143
Eulithota fasciculata 171, 173
Euryeschatia reboulorum 21
Eurypteridi 129
eutrofizzazione 29
Extracellular Polymeric Substance 44
 EPS 39

F

Faena 126
fecal pellets 53, 109
Fermeuse Formation 33, 68
Fezouata 33
Flinders Ranges 77, 85
Formation de la Molinee 203

Formazione del Collio 152
Formazione di San Vito 189
fosforiti 63
Fractofusus 68
 Fractofusus andersoni 71
 Fractofusus misrai 69, 71
Francis Creek Shale 141
Funisia dorothea 86

G

Galleria mellonella 39
Gaojiashan Biota 77
Gaskiers glaciation 68
gastroderma 17
Glaciazione Stuartiana 25
Glaessneria imperfecta 197
Global Boundary Stratotype Section and Points
 GSSP 85
Golden Spicke 85
Gonionemus vertens 159
Gordia 126
Great Eldonia layer 191
Grès à Voltzia 159
Gryphania spiralis 74
Guaicurus Formation 36

H

Haoitia quadriformis 68
Heliobranchia catalaunica 162, 163
Heliomedusa orienta 102
Helminthopsis 152
Helminthoidichnites 52
Hexacorallia 25

Hiemalora 78, 197
Hunsrück Slate 33, 136
Hybonotum biozone 170
Hydrocraspedota mayri 171, 173

I

Ichnusa cocozzi 189
Idrozoa 25, 109
Inargillajactamedusa pluvensoobscura 133
Inaria karli 51
Intrites punctatus 80
Irridinitus multiradiatus 197

J

Jampolium wyrzhykoowskii 197

K

Kaili Formation 27
Kanchuanpu Formation 27
Kauriyala Formation 86
Keeseville Member 123
Kimberella quadrata 53, 86, 87, 91
Kimberichnus 52
 Kimberichnus terruzzii 53
King Square Formation 126, 185
Krukowsky Quarry 46
Kuanchuanpu Formation 25
Kullingia concentrica 197

L

Laevicyclus 126
Lagerstätten 30

Konservat 30, 105

Konzentrat 30

Lamtsa Formation 47, 93

Lantian biota 25, 33, 59

Lantianella

Lantianella annularis 61

Lantianella laevis 61

Lascoa mesostaurata 143, 144

Leigongwei glaciation 59

Lingulella 126

Lingulelloretta 191

Linton Formation 148

Ilofofo 191

Longifuniculum dissolutum 73, 75

Lower Chateaugay Formation 123

Lower Limestone Formation 133

Lucernaria quadricornis 70

Lyamtsa Formation 89

M

macchie oculari 19

Mackenzia costalis 51

Madigania annulata 197

Marinoan glaciation 63, 85, 95

Marjum Formation 25, 109, 191

Marpolia spissa 105

mat chips 43

Mawsonites 197

Mawsonites spriggi 87

Mazohydra megabertha 143, 146

Mazon Creek 32, 141

Mecca Quarry Shale 148

Mecochirus longimanatus 50

Medusa agata 156

Medusina 129

Medusina atava 152, 154, 156

Medusina boulengeri 201, 203

Medusina limnica 152, 154

Medusinites 197, 198

Medusinites aff. *asteroides* 80

Medusinites patellaris 197

medusoidi 28

Medusozoa 20, 25

Conulata 20

Cubozoa 20

Hydrozoa 20

Scyphozoa 20

Staurozoa 20

meiofauna 35

mesoglea 17, 30

Miaohe Biota 33, 73

Microbially Induced Sedimentary Structures

MISS 42, 43, 99

Microdyction 191

Mimetaster hexagonalis 136

Mistaken Point Formation 68

Monocraterion 123

Monocraterion magnificum 127

Morania confluens 105

mortichnia 47

Mount Simon Formation 15, 115, 118, 188

mud cracks 43

Multina minima 35

Musculopodus sedentarius 119

Myogramma speciosum 171, 173

N

Nama 51, 77

Namacalatus 95

Nantuo glaciation 59

nematocisti 109, 150

Nemiana 198

Nemiana simplex 198

Nepean Formation 123

Nereites uniserialis 123

Newfoundland Biota 68, 77

Nimbica 196

Nostoc 105

Nuccaleena Formation 85

O

Octocorallia 25

Octomedusa pieckorum 143, 144

Old Red Sandstones 136

Ottawa 115

P

Painten II-Lagerstätte 171

Painten I-Lagerstätte 171

Palaeacmaea irvingi 195

Palaeophragmodictya 78

Palaeophragmodictya spinosa 78

Palaeophycus 126

Palaequorea rygoli 55, 171, 173, 184

Paleoctenophora brasseli 137, 139

Paleoscyphozoa 20

Paliella 79

Paliella patelliformis 197

Paracarybdea lithographica 166, 168
 Paraconularia 35, 96
 Paraconularia sp. 97
Paramedusium africanum 197
Pararotadiscus guizhouensis 191
 Paraurelia
 Paraurelia cerinensis 166, 168
 Paraurelia sp. 166, 168
 Paropsonema
 Paropsonema cryptophya 191
 Paropsonema mirabile 191
 Paucipodia 191
 Pectinate Form 71
 Pedra de Alcover 162
 periderma 21
 petalonamae 52
 Phyllopod Beds 191
 pirite framboidale 45, 47
Piyuania cyathiformis 61
 Plagiogomus 123
 Planolites 99, 126, 152
Planomedusites patellaris 197
 Planula 23, 25
 plattenkalk 170
Plectodiscus discoides 137, 139
 podocisti 23
 Podolimirus 93
Poralia rufescens 19
 Porpita 181
 Porpita porpita 186, 188
 Potsdam Sandstones 50, 123
Praeclarus vanroii 191
 Primocandelabrum 68
Priscapennamarina angusta 102, 103

Procolophonichnium haarmuelensis 156
Progonionemus vogesiacus 159, 160
Prothysanostoma eleanorae 150
 Protichnites 118, 119, 123
 Protichnites eremita 119
 Protoconites minor 75
Protodipleurosoma rugolosum 81, 197
Protodipleurosoma wardi 197
 Provenza 181
 Pseudoalteromonas
 Pseudoalteromonas atlantica 64
 Pseudoalteromonas tunicata 64
 Pseudo-fossili 185
 Pseudorhizostomites 52
 Pseudorhizostomites howchini 77, 78
 Pteridium 102, 198

Q

Qianchuania fusiformis 61
Quadratitubus orbignatus 65, 66

R

Ramitubus
 Ramitubus decrescens 65
 Ramitubus increscens 65, 66
 Ranford Formation 186
 Rangea 102
 rangeomorfi 77
Raspedacusta sowerbii 153
 Rawnsley Quartzites 46, 53
Reticulomedusa greeniei 143, 144
Rhamphorynchus muensteri 48
 Rhizostomites 171

Rhizostomites admirandus 13, 171, 173
Rhizostomites lithographicus 171
Rhynchosauroides peabodyi 156
 ropalio 19
Rotadiscus grandis 191
 Rugoconites 78, 189
 Rugoconites enigmaticus 190
 Rusophycus 126
 Rutgersella 132
 Rutgersella delawarensis 132, 134
 Rutgersella kittatinnyensis 132, 134
 Rutgersella truexi 132, 134

S

Saccocoma 171
Schinderhannes bartelsi 136
 Scifozoa 23, 25
 scitonemina 37
 scratch circle 197
 Selkirkia 106
Seputus pomeroyi 191
 Shawangunk Formation 132
Simplicibrachia bolcensis 177, 178
Sinocyclocyclicus guizhouensis 64, 66
Sinospongia chenjunyuani 74, 75
Siphonophycus solidum 74, 75
 Skolithos 99, 123, 126
 Small Shelly Fossils 21
 Snow Ball Earth 59
 Solnhofen 47, 48
 Solnhofen Formation 170
 Solnhofenistomites stechowi 171
 Spence Shale 191

Spriggia 196
 Spriggia wadea 197
Spriggina floundersi 87
Stappogiedde Formation 47, 53
statocisti 19
statolite 19
Staurozoa 70
Stellostomites eumorphus 191
Stephanoscyphistoma 95
Stony Mountain Formation 129
stranding 30
strobilazione 23
 strobili 23
stromatolite 14, 42
 Sand Stromatolites 42, 46, 119
Stromatoveris psygmoglena 102
stromodeum 17
Subplanites rueppellianus 172
Swartpuntia 93
Symbiodinium microadriaticum 166
Synalds Formation 47
syneresis 143

T

Tamengo Formation 35, 95
Tappeti algali 42
Tarracodiscus 162
 Tarracodiscus viai 162, 163
 Tarracodiscus villaltai 162, 163
Tateana inflata 197
Teichichnus 123
 Teichichnus stellatus 194
Textured Organic Surfaces
 TOS 42, 77

Thiomargarita 63
Thysanostoma loriferum 150
Tirasiana 196
 Tirasiana centralis 197
 Tirasiana coniformis 197
 Tirasiana disciformis 197, 199
Trepassey Formation 68
Tribrachidium heraldicum 91
triploblastici 51
Twutya Formation 195
Tyrasotaenia 95

U

undertracks 50
Ust'Pinega Formation 93

V

Varanger glaciation 195
velarium 19
Velella 181
 Velella velella 138
Velumbrella
 Velumbrella bayeri 204
 Velumbrella czarnockii 191, 192
Vendella larini 197
Vendiano 89
vendobionti 132
Vendoconularia triradiata 93, 94
Vendotaenia 74
Vendozoa 86
Ventogyrus chistyakovi 93
Verkhovka Formation 53, 89
Vibrio harveyi 64

Vossenveld Formation 156

W

Weeks Formation 112
Weng'an Biota 63
Wheeler Shale 109
White Sea Biota 45, 51, 53, 77, 89
Wonewoc 118
Wonoka Formation 85
Wood Canyon Formation 195
wrinkle structure 47, 48, 99

X

Xianguangia sinica 101, 103
Xiuningella rara 61

Y

Yorgia waggoneri 91

Z

Zabriskie Quartzite 99
Zimmie Gory Formation 89



Tipico affioramento di calcari litografici presso la cava di Gungolding, Giurassico superiore, Tortoniano inferiore
Formazione di Solnhofen, Baviera, Germania.
(foto: N. Musmarra, W. Mages).



Medusa in un mare del Cambriano con trilobiti e Marrelle.
Alessio Bonino (9 anni)



Medusa in un mare del Cambriano e *Anomalocaris*.
Alessio Bonino (9 anni)



Gradevole e intrigante, il volume inquadra in maniera chiara e accessibile la posizione sistematica e filogenetica delle meduse e dei cnidari e le diverse modalità di fossilizzazione che ci permettono di osservare i resti di queste vite passate.

Particolare enfasi è stata accordata al ruolo dei cianobatteri sia come co-autori di strutture bio-sedimentarie sia come agenti nella preservazione di resti organici labili, come quelli delle meduse.

Questa parte di "preparazione" permette di apprezzare ancor più la ricca documentazione fornita nella parte "Tavole". Questa seconda parte è dedicata a un vastissimo numero di siti fossiliferi, ubicati in diverse aree geografiche della Terra, che hanno fornito questi fragili resti testimoni del tempo profondo.

Infine, ma non ultimo per importanza, la ricca ed esaustiva iconografia, l'aggiornato riferimento alle fonti bibliografiche e gli schemi riportati, fanno di questo volume un ottimo ausilio ai fini didattici.

Prof. Gian Luigi Pillola

L'esplosione della vita in tutte le sue forme è quanto di più affascinante, misterioso e intrigante si possa studiare e rinvenire nelle tracce fossili. Enrico ci racconta, in un volume di nuova stesura, di un gruppo filetico di animali impalpabili, trasparenti e fragilissimi che in maniera quasi "magica" hanno lasciato antiche testimonianze in rocce vecchie a partire già da 500 Milioni di anni fa: Le Meduse.

Il Dr. Bonino già autore di un libro must nel campo paleontologico (The Back to the Past Museum Guide to Trilobites) ci delizia con un volume totalmente inedito e di rara bellezza. Immagini di qualità, testi di facile comprensione e ricostruzioni digitali intuitive ci accompagnano in questo "delicato" misterioso mondo, vecchio quanto l'origine della vita.

Dr. Gianpaolo Di Silvestro
www.trilobiti.com



Enrico Bonino

nato in provincia di Bergamo nel 1966, Enrico si è laureato in Geologia presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Genova. Attualmente risiede in Belgio dove svolge attività come specialista nel settore cartografico utilizzando tecniche di trattamento di immagini satellitari e GIS. Le competenze acquisite nel settore del digital image processing, una buona dote artistica e ovviamente una profonda passione per la paleontologia, gli hanno permesso di poter creare e pubblicare questo nuovo volume.



Prezzo al pubblico: 50€