

OCORRÊNCIA DE DOENÇAS EM CORAIS NO BRASIL

Vivian Vasconcellos*
Ruy K. P. Kikuchi**
Valter Forastieri***

* Pós-Graduação em Ecologia e Intervenções Ambientais – UNIJORGE. Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociências – RECOR. vivianvasconcellos@ymail.com

** Universidade Federal da Bahia – Instituto de Geociência – RECOR.

*** Centro Universitário Jorge Amado – Pós-Graduação em Ecologia e Intervenções Ambientais

Resumo: Estudos sobre doenças em corais são relativamente recentes. As observações iniciaram-se na década de 70 quando as primeiras doenças foram observadas: Doenças da Banda-Preta (1973) e Doenças da Banda-Branca (1977), no Caribe. Diversas das doenças hoje conhecidas são atribuídas a bactérias e fungos. No Brasil as observações e os relatos de doenças são recentes 2005 (Francini-Filho et al., 2008). Foram descritos cinco tipos de doenças: Praga Branca e Banda Negras em *Mussismilia braziliensis*, Banda vermelha e Pontos Negros em *Siderastrea spp* e tecido necrosado em *Plexaurella grandiflora*. O objetivo deste trabalho é realizar um levantamento bibliográfico sobre doenças de corais no Brasil, como uma forma de conhecer as prováveis causas.

Palavras-Chave: Recifes de Corais, Doenças.

Abstract: *Studies of disease in corals are relatively recent. The observations began in the 70s when the first observed diseases were diseases of the Band-Black (1973) and Diseases of the Banda-White (1977), the Caribbean. Several of the diseases known today are attributed to bacteria and fungi. In Brazil the observations and reports of disease are recent 2005 -, (Francini-Filho et al., 2008). Were described five types of diseases: Prague Banda Black and White in *Mussismilia braziliensis*, Banda red and black mark on *Siderastrea spp* and necrotic tissue in *Plexaurella grandiflora*. The aim of this paper is a bibliographical survey of coral diseases in Brazil as a way to know the likely causes.*

Keywords: Coral reef, Disease.

Introdução

As doenças são infecções primárias causadas por um patógeno que causa uma interrupção, cessação ou desordem das funções do corpo, sistemas ou órgãos. São normalmente reconhecidas por um grupo de sinais de anomalias, pela identificação de um agente patogênico e pelas alterações estruturais (Bikerland, 1997; Rodríguez et al., 2008).

Entretanto, Lesser et al. (2007) procuram distinguir doença primária causada por um agente patogênico diretamente no hospedeiro de síndrome como sendo o envolvimento de organismos oportunistas levando à infecção devido ao um estresse sofrido anteriormente pelo coral.

Como outros invertebrados, os corais possuem imunidade natural, incluindo barreiras físicas como a epiderme e o muco; componentes celulares tais como células fagocíticas e fatores solúveis como os ácidos orgânicos e outros produtos antimicrobianos. Ao mesmo tempo os corais possibilitam três habitats para microrganismos: tecido mucoso, tecido da cavidade gastrodérmica e o esqueleto formado por carbonato de cálcio, os quais podem hospedar distintas espécies de bactérias (Figura 1) (Rosemberg et al., 2007).

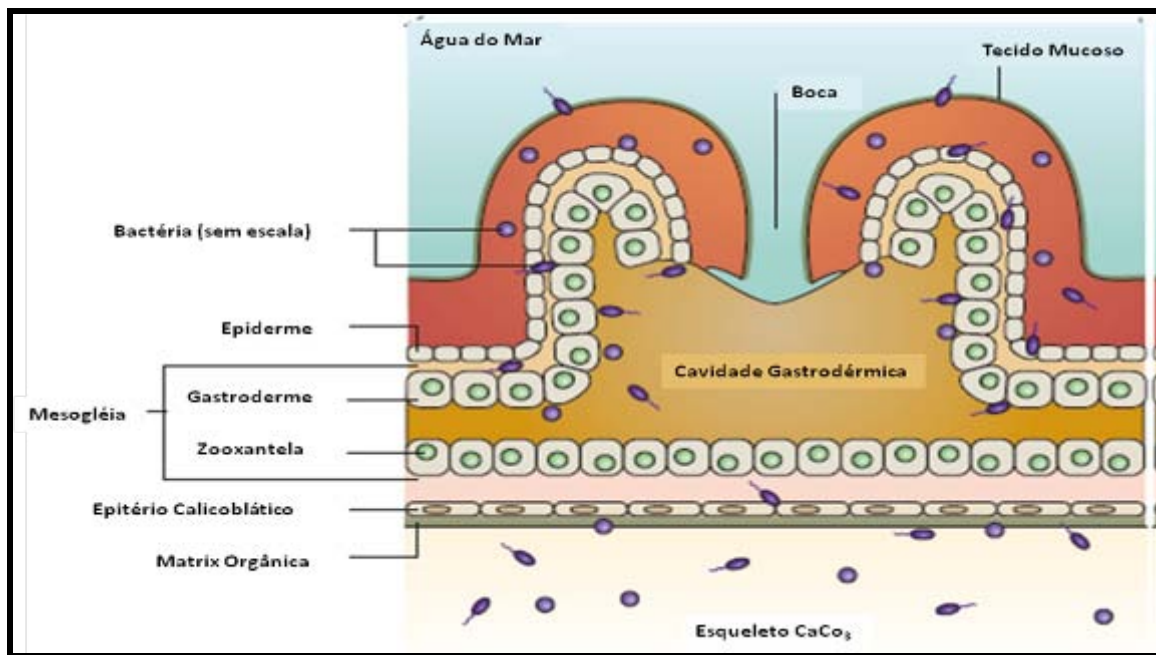


Figura 1. Estrutura do tecido do coral *Oculina patagônica* (Modificado de Rosenberg et al., 2007).

Os agentes que causam doenças em corais têm sido pouco estudados, mas bactérias, vírus e fungos são organismos comuns no ambiente marinho em todo o mundo. Dentro do esqueleto, tecido e muco existe uma diversa assembléia desses organismos que vivem sem causar dano ou, até mesmo, produzindo antibióticos que aumentam a resistência dos corais contra organismos patogênicos. Contudo, em determinadas condições os microrganismos podem tornar-se patogênicos aos corais (ROSENBERG ; BEN-HAIM, 2002; PANTOS et al., 2003; ROSEMBERG et al.,2007; MARHAVER et al., 2008).

Como os corais vivem em um equilíbrio dinâmico com diversas comunidades microbianas mutualistas denominadas holobionte, incorporando bactérias, vírus, fungos, microalgas endoteliais e macroalgas, a ruptura de um dos componentes mutualistas

pode levar a mudanças fisiológicas resultando em prejuízo de morte do coral hospedeiro (ROFF et al., 2008).

Estudos sobre doenças em corais são relativamente recentes. As observações iniciaram-se na década de 70, quando as primeiras doenças observadas foram a doença da Banda-Preta em 1973 e a doença da Banda-Branca em 1977 (RICHARDSON, 1998). Entretanto, os estudos e o processo de descrição das doenças têm sido relativamente rápidos Antonius (1981) descreveu quatro tipos de doenças: infecção bacteriana, infecção causada por algas, doença da Banda Branca e reação de "Shut-down". Nas últimas décadas, diversas outras doenças já foram descritas: doença da banda vermelha, aspergilosis, pontos pretos, tecido necrosado (FRANCINI-FILHO et al., 2008) e doença da Banda amarela (CERVINO et al., 2004).

Essas doenças têm tido um importante impacto na biodiversidade dos recifes de corais, eliminando espécies raras e reduzindo severamente a abundância de espécies mais comuns (CHADWICK-FURMAN, 1996).

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre doenças de corais no Brasil, como uma forma de conhecer as prováveis causas.

Características das Doenças em Corais

As doenças e síndromes em corais geralmente ocorrem em resposta a estresse biótico causado, por exemplo, por bactérias, vírus e fungos, assim como por estresse abiótico como aumento da temperatura da água, radiação ultravioleta, sedimentação e poluição (SANTAVY; PETERS, 1997).

As doenças são identificadas por mudanças na coloração do organismo, cujos sinais característicos deram nomes às próprias doenças (Figura 2): bandas pretas, bandas brancas, bandas amarelas, pontos pretos, pontos vermelhos, tecidos necrosados entre outros (Richardson; Aronson, 2000; CERVINO et al., 2008).

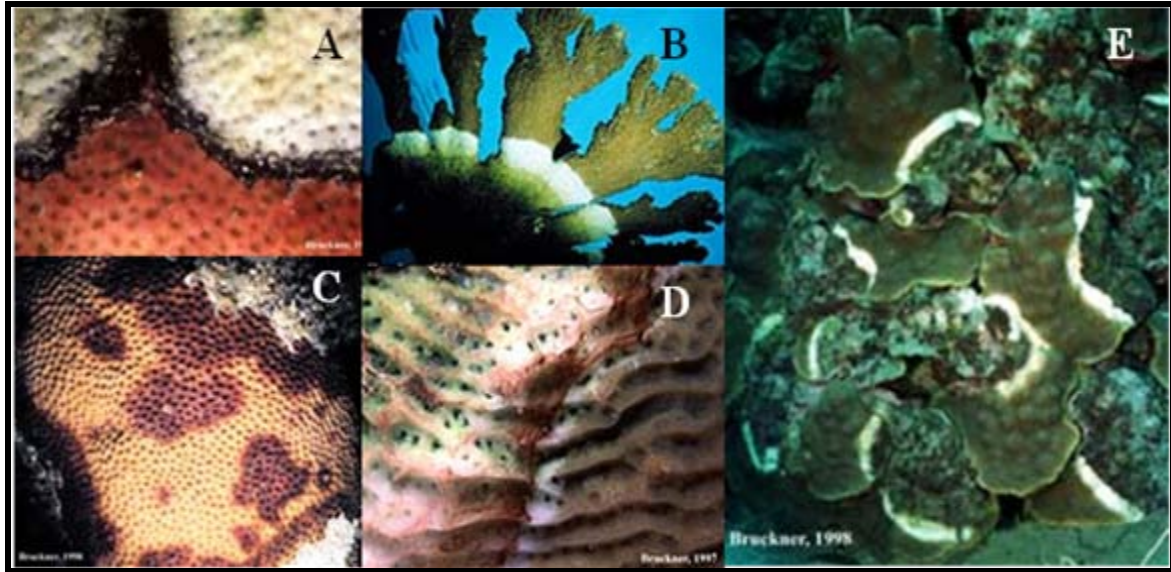


Figura 2- Imagens dos sinais das doenças. A) Doença da Banda Preta B) Doença da Banda Branca C) Doença dos Pontos Negros, D) Doença da Banda Vermelha e E) Doença da Banda Amarela. (Fonte: <http://coris.noaa.gov/about/diseases/> <acessado em 31/5/10 às 14:00>).

Os organismos que estão envolvidos no aparecimento de doenças também são numerosos (Tabela 1). Em relação aos vírus ainda não se sabe muito a seu respeito, já que as técnicas para cultura desses vírus não têm sido bem desenvolvidas. Um estudo publicado por Marhaver et al. (2008) sugere que exista uma associação entre viroses e branqueamento dos corais da espécie *Diploria strigosa*, semelhante aquelas que infectam algas e plantas.

Já diversas espécies de bactérias do gênero *Vibrio* estão associadas a doenças, por exemplo, o *Vibrio harveyi* atua como agente patogênico da doença da Síndrome Branca em diversas espécies de corais pétreos, produzindo uma variedade de toxinas que podem lisar as células e danificar o tecido (Cunning et al., 2008; Luna et al., 2010). O *Vibrio coralliilyticus* infecta e causa danos no tecido dos corais hospedeiros somente em águas com temperatura acima dos 25° C (BEN-HAIM et al., 2003).

Além das bactérias, o fungo *Aspergillus sydowii*, provoca aspergilosis em octocorais das espécies *Gorgonia ventalina* e *Gorgonia flabellum* (RICHARDSON; ARONSON, 2000).

Tabela I. Relação das doenças em corais e seus patógenos (modificado de ROSENBERG et al. 2007)

Doença	Patógeno	Coral hospedeiro
Branqueamento	<i>Vibrio shiloi</i>	<i>Oculina patagônica</i>
Branqueamento e Lise Celular	<i>Vibrio coralliilyticus</i>	<i>Pocillopora damicornis</i>
Aspergilosis	<i>Aspergillus sydowii</i>	Gorgonias
Banda Branca	<i>Vibrio carchariae</i>	<i>Acropora spp.</i>
Praga Branca (Caribe)	<i>Aurantimonas coralicidae</i>	Diversos
Praga Branca (Mar Vermelho)	<i>Thalassomonas loyana</i>	Diversos
Pontos Brancos	<i>Serratia marcescens</i>	<i>Acropora palmata</i>
Banda Amarela	<i>Vibrio alginolyticus</i> (+ outras 3 vibrios spp.)	<i>Montastraea spp.</i>
Banda Negra	Conjunto de microrganismos	Diversos

Ocorrência de Doenças no Mundo

Doenças de corais têm sido muito bem documentadas no caribe e muito pouco conhecidas no indo-pacífico, embora a região contenha mais de 80% dos recifes de corais do mundo e mais de 90% de todas as espécies de corais do mundo. Um estudo realizado com o objetivo de avaliar a frequência da ocorrência de doenças em corais no Parque Nacional Marinho de Wakatobi, Indonésia, buscou verificar se existia uma associação entre espécies e doença e se existia alguma diferença intra e inter biorregiões (HAAPKYLA et al., 2007).

O surgimento de doenças no ecossistema recifal, e em especial nos corais, tem revelado estreito relacionamento com o aumento da temperatura das águas oceânicas, uma consequência do aquecimento global que poderá levar a uma destruição em massa dos recifes de corais (WILSON et al., 2001; ROSEMBERG; BEN-HAIM, 2002; BEN-HAIM et al., 2003; CERVINO et al., 2004).

Estudos têm sido realizados com o objetivo de verificar a vulnerabilidade dos corais às mudanças ambientais que levariam ao branqueamento, tornando-os vulneráveis à infecção, e também verificar a possibilidade de que a elevação da temperatura aumentaria a atividade dos Vibrios, ativando sua ação patogênica (LAFERTY *et al.*, 2004; EFFRONY *et al.*, 2007; ROFF *et al.*, 2008).

Na costa mediterrânea de Israel existe registro de branqueamento em *Ocullina patagônica*, sugerindo a existência de uma correlação entre aumento da temperatura da água do mar e doenças infecciosas, como resultado do aumento da sensibilidade do hospedeiro ao patógeno ou o aumento da virulência do patógeno. No entanto, após a aplicação do postulado de Koch os autores concluíram que o *Vibrio shiloiera*, *de fato*, era o agente etiológico da doença (ROSENBER; BEN-HAIM, 2002).

No Caribe, em Florida Keys, foram registrados na década de 90 octocorais com mortalidade maciça devido à infecção por Aspergilosis (*Aspergillus sydowii*) (ROSENBER; BEN-HAIM, 2002).

O trabalho publicado por Ben-Haim & Rosenberg (2002) no qual foi isolado um patógeno do gênero *Vibrio* que causa necrose nos tecidos dos corais, mostrou que esta é uma doença termo-dependente, pois a uma temperatura de 27°C já foi possível observar lesão no tecido dos corais.

Cervino *et al.*, (2004) afirmam em seu estudo que existe uma correlação entre o aumento da temperatura da água dos oceanos e as infecções por quatro espécies de Vibrios em *Montastrea spp.* na região do Caribe. Os mesmos autores alertam que as altas temperaturas associadas às mudanças globais podem exacerbar a doença da banda amarela e outras doenças de corais.

Estudo realizado por Sussman *et al.* (2003) mostra que um verme marinho da espécie *Hermodice carunculata* comporta-se como um reservatório da bactéria *Vibrio shiloi* no inverno, porém, no verão, esse mesmo verme passa a ser um vetor de transmissão do vibrio, sugerindo, então, ser um efeito do aumento da temperatura no surgimento das doenças em corais. No entanto, o mecanismo de infecção não foi estabelecido nesse trabalho.

No Caribe, atualmente, são conhecidas as seguintes doenças: (i) doença da Banda Negra, na qual se observa a formação de uma faixa escurecida, derivada de tecido necrosado, em torno de uma área branqueada; (ii) doença da Banda Branca, a qual se

acredita ser responsável pela perda de 80-98% das espécies de corais e se caracteriza por manchas brancas no coral; (iii) *Aspergilosis* tem sido considerada como uma doença emergente na região e diferentemente das demais é causada por fungos; (iv) doença da Banda Amarela, que é caracterizada por bandas amarelas ao redor de uma área de tecido necrosado e os pesquisadores têm associado o surgimento desta doença com o aumento da temperatura da água do mar (RICHARDSON, 1998; ROSENBERG & BEN-HAIM, 2002; LESSER *et al.*, 2007; CERVINO *et al.*, 2008).

Outros estudos têm mostrado que a mortalidade decorrente das doenças é alta, pois a perda do tecido chega a uma taxa de 3,1mm por dia, levando a uma mortalidade total em períodos de quatro meses. Nos recifes do Mar do Caribe houve uma perda de 95% na cobertura dos recifes de corais no decorrer de cinco anos (BIKERLAND, 1997; RICHARDSON, 1998).

Entretanto, Antonius (1981) ressalta que infecções causadas por algas podem levar à morte do coral em poucos dias ou semanas quando o hospedeiro é pequeno. Para grandes colônias, a infecção tende a desaparecer no mesmo período de tempo, embora possa ocorrer reinfecções mais tarde, porém sua destruição total é rara.

Doenças no Brasil

Os resultados das avaliações globais sobre os impactos, adaptação e vulnerabilidade às mudanças climáticas em nível regional podem ser sintetizados da seguinte forma: com um aumento da temperatura no futuro, a distribuição e a abundância das espécies sofrerão mudanças de acordo com a tolerância térmica e a habilidade para se adaptar (Harley *et al.*, 2006; MARENGO, 2006). No Brasil, entretanto, os estudos sobre os impactos ecológicos do aquecimento global estão em estágio incipiente enquanto que para outras regiões do mundo esses estudos têm sido mais amplos e detalhados.

Os relatos sobre doenças nos corais brasileiros são bastante recentes. Francini-Filho *et al.* (2008) descreveram cinco tipos de doenças: Praga Branca e Banda Negra em *Mussismilia braziliensis*, Banda Vermelha e Pontos Negros em *Siderastrea spp* e tecido necrosado em *Plexaurella grandiflora* (figura 2). Neste estudo, os autores estimam que se a taxa de incidência da doença da Praga Branca aumentar em cerca de 10% a cada

dez anos nos recifes de Abrolhos, nos próximos 50 anos o coral *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) poderá ser extinto da região. Até poucos anos atrás não havia sido descrita qualquer ocorrência de doenças nos corais dessa região. Contudo, a partir de 2005, passou-se a reconhecer tipos de doenças em corais que têm importante papel na construção desses recifes (FRANCINI-FILHO et al., 2008).

Um estudo realizado por Chimetto et al. (2008) -, mostra que bactérias do gênero *Vibrio* isoladas das espécies de *Mussimilia hispida*, *Palythoa caribaeorum*, *Palythoa variabilis* e *Zoanthus solanderi* são capazes de fixar nitrogênio. Como os recifes de corais ocorrem em ambientes oligotróficos, a capacidade de fixar nitrogênio é o que possibilita sua existência. Os resultados desse estudo sugerem que os *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio harveyi*, *Vibrio campbelli* e *Vibrio parahaemolyticus* isolados podem ter um efeito positivo na saúde dos corais pela fixação do nitrogênio, no entanto os autores sugerem que trabalhos a serem feitos em aquário são necessários para confirmar se as mesmas linhagens podem tanto fixar nitrogênio quanto causar infecções em corais.

Um outro estudo publicado por Chimetto et al. (2009) teve como objetivo fazer a caracterização taxonômica da microbiota heterotrófica, particularmente *Vibrios*, associados à *Mussimilia hispida*, *Palythoa caribaeorum*, *Palythoa variabilis* e *Zoanthus solanderi*. Anteriormente o *Vibrio alginolyticus* era considerado um residente da coluna d'água, no entanto nesse estudo é observado que essa espécie de vibrio, que é patogênico para corais (CERVINO et al., 2004, 2008), estava presente no muco de diferentes cnidários saudáveis, sugerindo que ele poderia pertencer a microbiota normal do coral.

Reis et al. (2009) realizam a caracterização da microbiota associada ao coral *Mussismilia braziliensis*, tendo como resultado uma diferença entre a microbiota da *M. braziliensis* e outras espécies de corais. A perda da microbiota mutualista inclui também as espécies que produzem antibióticos (*Actinobacteria* e *Psoudoalteromonas*). Em *M. braziliensis* pode ter resultado no aumento da suscetibilidade para colonização e doenças causadas por bactérias oportunistas.

Alves Jr. et al. (2010) fizeram a caracterização taxonômica da cultura da microbiota, compreendendo *Vibrios* e outras espécies de bactérias heterotróficas, encontradas nas espécies de *Mussismilia braziliensis*, *Mussismilia hispida* e *Phyllogorgonia dilatata*. Os

resultados revelaram que esses corais são reservatórios de linhagens de *Vibrios* potencialmente virulentos.

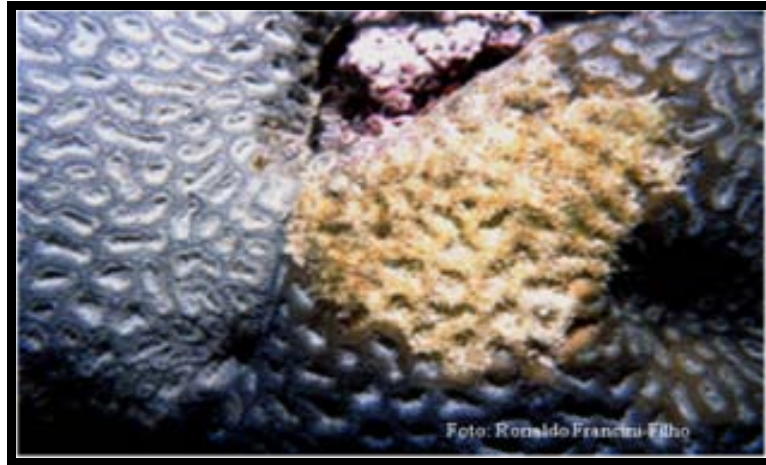


Figura 3. *Mussismilia braziliensis* apresentando característica de doença da praga branca.
Foto: Ronaldo Francini-Filho

Achados recentes demonstram que existe uma grande diversidade de espécies de bactérias no muco do coral *Mussismilia braziliensis* doente, sugerindo presença de condições potenciais para que os corais se tornem mais suscetíveis à colonização de microrganismos oportunistas (REIS et al., 2009) que podem se tornar patógenos causadores de doenças.

Conclusões

O surgimento das doenças de corais tem sido responsável pela morte de 30% dos corais do mundo nos últimos 30 anos. No Brasil, os estudos sobre essas doenças ainda são muito escassos, as primeiras doenças só começaram a serem descritas depois de 2004, enquanto que as doenças no mundo são bem conhecidas e relatadas.

Estudiosos em recifes de corais têm feito previsões de que por volta de 2050 a maioria de corais do mundo esteja destruída. Isso se deve a uma crença de que os corais não podem se adaptar rapidamente aos estresses relacionados com as mudanças no ambiente e aparecimento das doenças (RESHEF et al., 2006).

Embora as causas estejam começando a ser estudadas, os processos celulares da doença ainda estão longe de ser conhecidos, entretanto um estudo mostrou que, após a

inoculação do *Vibrio shiloi* no coral, houve um declínio no nível de bactérias no tecido após 24 horas e quatro dias após a inoculação o vibrio não pôde mais ser detectado, sugerindo que por um mecanismos ainda desconhecido o coral pode lisar o *Vibrio shiloi* intracelular e evitar a doença (ROSENBERG et al., 2007)

Pesquisadores têm levantado a possibilidade de que existam mecanismos ainda desconhecidos que permitem que os corais resistam e se adaptem a doenças. Desta forma, leva-se ao desenvolvimento da hipótese probiótica para corais. Essa hipótese sugere a existência de um relacionamento dinâmico entre microrganismos simbióticos em diferentes condições ambientais. Essa hipótese pode explicar o sucesso evolucionário do coral e moderar predições de sua extinção.

REFERÊNCIAS

ALVES JR.,N.; NETO, O.S.M.; SILVA, B.S.O.; MOURA, R.L.; FRANCINI-FILHO, R.B.; CASTRO,C.B.; PARANHOS,R.; BITNER-MATHÉ, B.C.; KRUGER, R.H.; VICENTE, A.C.P.; THOMPSON, C.C.; THOMPSON, F.L. Diversity and pathogenic potential of vibrios isolated from Abrolhos Bank coral. **Environmental Microbiology Reports**, v.2, n.1. 2010, p.90-95.

ANTONIUS, A. Coral reef pathology: a review. **Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium Section 3: Coral**, Subsections 1: Biology and Systematics Manila, 1981, p.3-6.

BEN-HAIM, Y., THOMPSON, F. L., THOMPSON, C. C. CNOCKAERT, M. C., HOSTE, B., SWINGS, J., ROSENBERG, E. *Vibrio coralliilyticus* sp. nov., a temperature-dependent pathogen of the coral *Pocillopora damicornis*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, n.53. 2003, p. 309–315.

BEN-HAIM, Y., ROSENBERG, E. A novel *Vibrio* sp. Pathogen of the coral *Pocillopora damicornis*. **Marine Biology**, n.14. 2002, p. 47-55.

BIRKELAND, C. Introduction. In: Birkeland, C. **Life and Death of Coral Reefs**. University of Guam, Cap.1, 1997, p. 1-12.

CERVINO, J.M., HAYES, R. L., POLSON, S. W., POLSON, S. C. , GOREAU, T.J., MARTINEZ, R. J., SMITH, G. W. Relationship of *Vibrio* species infection and elevated temperatures to Yellow Blotch/Band Disease in Caribbean corals. **Applied and Environmental Microbiology**, v.70, n. 11. 2004, p. 6855–6864.

CERVINO, J.M., THOMPSON, F.L., GOMES-GIL, B., LORENCE, E.A., GOREAU, T.J., HAYES, R.L., WINIARSKI, K.B., SMITH, G.W., HUGHEN, K., BARTELS, E. 2008. The

Vibrio core group induces yellow band disease in Caribbean and Indo-Pacific reef-building coral. **Journal of Applied Microbiology**, n. 105, p.1658-1671

CHADWECK-FURMAN, N. Reef coral diversity and global change. **Global Change Biology**, 2. 1996, p.559-568

CHIMETTO, L.A.; BROCCHI, M.; THOMPSON, C.C.; MARTINS, R.C.R.; RAMOS, H.R.; THOMPSON, F.L. *Vibrio* dominate as culturable nitrogen-fixing bacteria of the Brazilian coral *Mussismilia hispida*. **Systematic and Applied Microbiology**, n.31, 2008, p.312-319.

CHIMETTO, L.A.; BROCCHI, M.; GONDO, M.; THOMPSON, C.C.; GOMEZ-GIL, G.; THOMPSON, F.L. Genomic diversity of vibrios associated with the Brazilian coral *Mussismilia hispida* and its sympatric zoathids (*Palythoa caribaeorum*, *Palythoa variabilis* and *Zoanthus solanderi*). **Journal of Applied Microbiology**, 106, 2009, p. 1818-1826.

CUNNING, J.R.; THURMOND, J.E.; SMITH, G.W.; WEIL, E., RITCHIE, K.B. A survey of *Vibrio* associated with healthy and Yellow Band diseased *Monastrea faveolata*. **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium**. 2008.

EFRONY, R., BACHARACH, LOYA, Y., BACHARACH, E., ROSENBERG, E. Phage therapy of coral disease. **Coral Reefs**. n. 26, 2007, p.7-13.

FRANCINI-FILHO, R.B., MOURA, R.L., THOMPSON, F.L., REIS, R.M., KAUFMAN, L., KIKUCHI, R.K.P., LEÃO, L.M.A.N. Disease leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, 56, 2008, p.1008-1014.

HAAPKYLÄ, A.S.; SEYMOUR, A.S.; TREBILCO, J.; SMITH, D. Coral disease prevalence and coral health in the Wakatobi Marine Park, south-east Sulawesi, Indonesia. **Journal Marine Biology Association of the United Kingdom**, 8, 2007, p. 403-414.

HARLEY, C.D.G., HUGHES, A.R., HULTGREN, K.M., MINER, B.G., SORTER, C.J.B., TORNBER, C.S., RODRIGUEZ, L.F., TOMANEK, L., WILLIAMS, S.L. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. **Ecology Letters**, 9, 2006. p. 228-241.

LAFERTY, K.D., PORTER, J.W., FORD, S.E. Are disease increasing in the ocean? **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, 35, 2004, p.31-54.

LESSER, M.P., BYTHELL, J.C., GATES, R.D., JOHNSTONE, R.W. HOUGH-GULDBER, O. Are infectious disease really killing corals? Alternative interpretations of the experimental and ecological data. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, n. 346, 2007, p.36-44.

LUNA, G.M.; BONGIORNI, L.; GILL, C.; BIAVASCO, F.; DANOVARO, R. *Vibrio harveyi* as a causative agent of the White Syndrome in tropical stony corals. **Environmental Microbiology reports**. v.2, n. 1, 2010, p. 120-127.

- MARHAVER, K. L., EDWARDS, R. A., ROHWE, F. Viral communities associated with healthy and bleaching corals. **Environmental Microbiology**, v.10, n.9, 2008, p. 2277–2286.
- MARENGO, J.A. Mudanças climáticas e seus efeitos sobre a biodiversidade, caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. **Relatório No. 06, Mudanças climáticas e possíveis alterações nos biomas da América do Sul**. Ministério do Meio Ambiente, São Paulo, 2006, p.207
- PANTOS, O., COONEY, R.P., TISSIER, M. D. A., BARER, M. R., O'DONNELL, A. G., BYTHELL, J. C. The bacterial ecology of a plague-like disease affecting the Caribbean coral *Montastrea annularis*. **Environmental Microbiology**, v.5, n.5, 2003, p.370–382.
- REIS, R.M.M., ARAÚJO JR, S.D., MOURA, R.L., FRANCINI-FILHOS, R.B., PAPPAS JR, G., COELHO, A.M.A., KRÜGER, R.H., THOMPSON, F.L. Bacterial diversity associated with the Brazilian endemic reef coral *Mussismilia braziliensis*. **Journal of Applied Microbiology**, 10, 2009, p.1378–1387.
- RESHEF, L.; KOREN, O.; LOYA, Y.; ZILBER-ROSENBERG, I.; ROSENBERG, E. The coral probiotic hypothesis. **Environmental Microbiology**. v.8, n.12, 2006, p.2068-2073.
- RICHARDSON, L. L. Coral disease: what is really known? **Trends in ecology & evolution**,v.13, n.11,1998. p.438-443.
- RICHARDSON, L.L.; ARONSON, R.B. Infectious disease of reef corals. **Proceeding 9th International Coral Reef Symposium**, 2000. Bali, Indonesia, p. 23-27.
- RODRÍGUEZ, S., CRÓQUER, A., GUZMÁN, H. M., BASTIDAS, C. A mechanism of transmission and factors affecting coral susceptibility to *Halofolliculina* sp. **Infection. Coral Reefs**, v.28, n.1, 2008.p.67-77.
- ROFF, G. KVENNEFORS, E.C.E., ULSTRUP, K.E., FINE, M., HOEGH-GULDBERG, O. Coral disease physiology: the impact of Acroporid white syndrome on *Symbiodinium*. **Coral reefs**, v.27, n.2, 2008, p.373-377
- ROSENBERG, E., BEN-HAIM, Y.,Minireview: Microbial disease of coral and global warming. **Environmental Microbiology**,.v.4, n.6, 2002, p.318-326.
- ROSENBERG, E., KOREN, O., EFRONY, R., ZILBER-ROSENBERG, I. The role of microorganisms in coral health, disease and evolution. **Nature**, v.5, n.5, 2007, p. 355-362
- SANTAVY; PETERS. Microbial pests coral disease in the western atlantic. **Proc 8th Int Coral Reef Sym**, 1997. n.1, p.607-612.
- SUSSMAN, M., LOYA, Y., FINE, M., ROSENBERG, E. The marine fireworm *Hermodice carunculata* is a winter reservoir and spring-summer vector for the coral-bleaching pathogen *Vibrio shiloi*. **Environmental Microbiology**, v.5, n.4, 2003, p.250–255.

WILSON, W. H., FRANCIS, I. RYAN, K., DAVY, S. K. Temperature induction of viruses in symbiotic dinoflagellates. **Aquatic Microbial Ecology**, n.25, 2001, p.99–102.