

RELATÓRIO FINAL

PROJETO RESTAURACOCÓ (FUNCAP/UFC/SEMA)

Programa Cientista Chefe de Meio Ambiente

Fitossociologia do manguezal no trecho atingido por um incêndio no Parque Estadual do Cocó

Marcelo Freire Moro

Fortaleza, 2025

Fitossociologia do componente lenhosos no manguezal atingido pelo fogo no Parque Estadual do Cocó

Introdução

Os manguezais são ecossistemas associados tipicamente aos estuários tropicais de águas quentes, ocorrendo de modo fragmentado ao longo dos estuários das costas tropicais de todos os continentes (Dinerstein et al., 2017; Jia et al., 2023; Lacerda, 2002; Olson et al., 2001). Enquanto estuários de áreas temperadas ou sob correntes com águas frias, abrigam os chamados marismas, em áreas estuarinas de clima mais quente, uma densa floresta tropical paludosa se estabelece, em um ambiente desafiador para a flora. Embora sejam ambientes muito produtivos, poucas espécies vegetais conseguem se firmar nos manguezais (Lacerda, 2002). Em primeiro lugar, por estar ao alcance da variação das marés, de modo que temos variações diárias no nível da água, no tempo de alagamento e na salinidade da água. Quando a maré sobe, traz água salgada, que adentra o estuário, inundando a planície fluviomarinha. Já quando a maré desce, os sedimentos e vastas áreas da planície fluviomarinha ficam expostas ao ar, e água do rio vence a entrada de água salgada, levando águas doces para o baixo estuário e para o mar. Isso faz com que, em um único dia, um trecho de manguezal possa estar submetido ora a vastas áreas alagadas com água salgada ou salobra, ora à atmosfera ou à água doce.

No caso dos manguezais da costa Nordeste semiárida, ainda há a estacionalidade anual, com pouca água doce chegando pelos rios durante a estação seca, quando há poucas chuvas, fazendo com que esse estuário possa ficar hipersalino, com mais sais que a própria água do mar (Medeiros et al., 2018). A variação de marés é desafiadora não apenas pela salinidade, mas também pelo efeito mecânico do arrasto da água. Além disso, como parte do “River Continuum”, os estuários são locais de deposição de matéria orgânica e inorgânica, de modo que os manguezais recebem matéria e energia do continente (Tundisi; Tundisi, 2008). Como o encontro do rio com o mar desacelera as massas de água, há pouca energia cinética, e há depósito de sedimentos, inclusive os mais finos, como siltos e argilas, e também da matéria orgânica que vem sendo trazida e processada vindos de montante do rio (Medeiros et al., 2018; Tundisi; Tundisi, 2008). Essa matéria orgânica, depositada junto com sedimentos, sob altas temperaturas, e exposta à inundação diária das marés, faz com que a decomposição bacteriana seja elevada, consumindo o oxigênio dos solos, que são tipicamente anóxicos (Lacerda, 2002).

Os manguezais são largamente reconhecidos como prestadores de serviços ecossistêmicos fundamentais para o planeta e como ecossistemas de grande importância global para a biodiversidade marinha (Jia et al., 2023; Lacerda, 2002; Lee et al., 2014). Eles são berçários da vida marinha, locais de intensa deposição e processamento de matéria orgânica inorgânica e estabelecimento de redes tróficas bastante produtivas (Jia et al., 2023; Lacerda, 2002; Lee et al., 2014). São também ponto de parada e alimentação de aves migratórias e importantes estoques de carbono. Por fim, eles auxiliam na contenção da erosão costeira.

São, entretanto, ambientes desafiadores para a flora, pois os manguezais se localizam em ambientes com variações diárias ou mensais no nível de alagamento, salinidade, solos anóxicos e lamosos, arraste das marés (Lacerda, 2002), situações que são desafiantes para as plantas. Com isso, apenas um pequeno número de

plantas é efetivamente considerada especializada nesse ecossistema (Hadac, 1976; Lacerda, 2002), sendo essas plantas chamadas de “mangues”, dando nome, portanto, ao ecossistema ‘manguezal’.

Apesar da grande importância, os manguezais são globalmente muito afetados pelas atividades humanas, inclusive desmatamento, aterramento, queimadas e poluição (e.g. Jia et al., 2023). Isso coloca esses ecossistemas sob forte ameaça. No Brasil não é diferente. Embora sejam legalmente protegidos, os manguezais sofrem com ocupações irregulares e desmatamento. No caso de Fortaleza, capital do Ceará, temos uma situação complexa. Fortaleza é um dos municípios de maior população humana e um dos mais densamente urbanizados. Isso resultou em forte perda da cobertura nativa vegetal nativa na cidade (Fig. 1), resultando em um município onde apenas 16% de sua extensão ainda possui vegetação natural ou seminatural (Costa et al., 2025; Xavier-Sampaio et al., 2024).

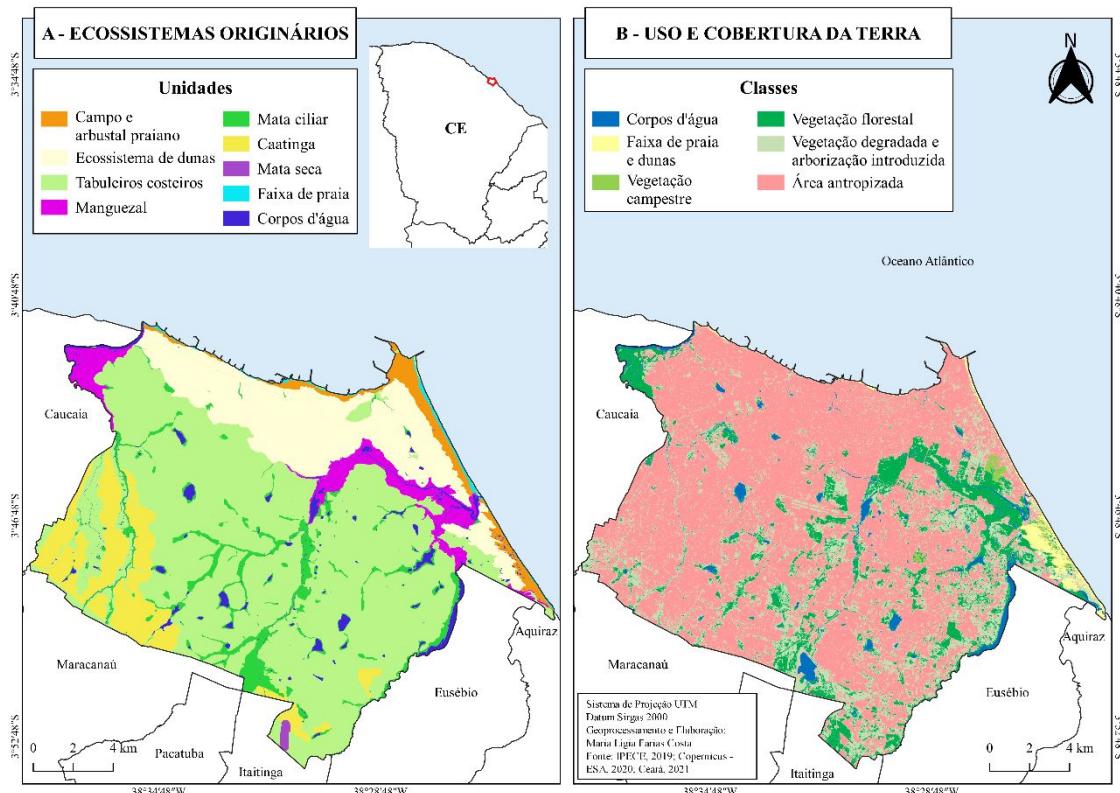


Fig. 1- Ecossistemas originais da cidade de Fortaleza e áreas remanescentes que sobreviveram ao processo de urbanização. Apenas 16% da superfície do município ainda tem alguma cobertura vegetal natural ou seminatural, com destaque para o Parque Estadual do Cocó, a maior das áreas verdes da cidade (Fonte: Costa et al., 2025).

Os manguezais são áreas especialmente importantes para Fortaleza, por servirem como habitat para a biota remanescente, como corredor ecológico na cidade (Fig. 1) e para redução dos extremos de calor urbanos (Lima Júnior; Gomes; Zanella, 2025). Importante também destacar que esses manguezais são importantes

estoques de carbono (Braga et al., 2024) em um momento de necessidade de redução dos impactos das mudanças climáticas.

Entretanto, apesar da importância, os manguezais do Cocó estão sob impactos graves, dos quais os impactos mais recentes foram as queimadas antrópicas que ocorreram dentro dos limites do Parque Estadual. Com isso, para compreender os impactos e fazer um monitoramento de longo prazo da recuperação da vegetação, usamos os métodos florísticos e fitossociológicos para documentar o estado atual e permitir o estudo de longo prazo sobre a regeneração da área.

Metodologia

Para o acompanhamento de longo prazo da vegetação e avaliação de impactos e regeneração, é necessária a documentação fitossociológica, por meio de parcelas permanentes, de modo a possibilitar o acompanhamento da dinâmica de longo prazo de variação da densidade, composição, riqueza, área basal e biomassa da vegetação (Carvalho; Felfili, 2011; Felfili; Carvalho; Haidar, 2005; Libano; Felfili, 2006; Moro; Martins, 2011; Oliveira; Felfili, 2008). Para estudos fitossociológicos típicos, normalmente usam-se parcelas de formato quadrado ou retangular, e registram-se todos os indivíduos lenhosos presentes no interior da parcela que atinjam um tamanho mínimo, chamado de ‘critério de inclusão’ (Felfili et al., 2011; Moro; Martins, 2011). Enquanto para os tipos principais de vegetação brasileiro, os procedimentos de campo são mais padronizados (Moro; Martins, 2011), para manguezais há bem menos definição sobre a melhor forma de realização do levantamento em campo. Assim, adaptamos os métodos tradicionais à realidade de campo (Braga et al., 2024). Com isso, estabelecemos a rede de parcelas de 10 x 10 m (100 m² cada uma – Fig. 2).



Fig. 2- Demarcação das parcelas fitossociológicas em campo

As parcelas foram espalhadas pela área atingida pelo incêndio, em esquema de bloco. Parte das parcelas foram alocadas próximas ao rio, já perto da margem principal do rio Cocó, e parte mais afastada da calha do rio. Em cada parcela, amostramos todos os indivíduos lenhosas que atingiram a altura mínimo de 1,3 m de altura. Todas as árvores ou arbustos presentes que tinham 1,3 m ou mais de altura foram registrados em ficha de campo, anotando-se espécie botânica, altura e diâmetro na altura do peito (DAP). Caso a planta tivesse várias ramificações ao nível do peito, todos os diâmetros foram anotados e, em laboratório, calculou-se a área basal correspondente ao somatório das áreas de todos os ramos (Moro; Martins, 2011). Indivíduos mortos em pé, ainda presentes dentro das parcelas, foram incluídos na amostragem, registrados como “mortos”. Com isso, construímos a tabela fitossociológica básica da situação da vegetação entre 2024 e 2025 e a base de dados já tabulada para monitoramento futuro.

Resultados

No total, foram amostradas 27 parcelas de 10 x 10 m, somando 2.700 m² (0,27 ha) de área amostral. Nesta área, 141 plantas lenhosas atingiram o tamanho mínimo de 1,3 m, sendo incluídas na amostragem (Tabela 1). No total, as plantas somaram oito espécies (três típicas de manguezal, e cinco não típicas), com tamanhos que variaram de 1,3 a 25 m de altura e diâmetros de 0,1 a 44,8 cm (Tabela 1; Tabela 2).

Tabela 1- Tabela fitossociológica com os dados dos indivíduos lenhosos em 27 parcelas de 10x10 m na área atingida por incêndio do Parque Estadual do Cocó, Fortaleza, Ceará. Abd: Abundância (número total de indivíduos amostrados); Dens. Abs.: Densidade Absoluta (número de indivíduos por hectare); Dens. Rel.: Densidade Relativa (%); Nº Parc.: número de parcelas com ocorrência da espécie; Freq. Abs.: Frequência absoluta (%); Freq. Rel.: Frequência relativa (%); Dom. Abs. Dominância Absoluta; Dom. Rel: Dominância relativa (%); IVI: Índice de Valor de Importância.

Espécie	Abd	Dens. Abs.	Dens. Rel.	Nº Parc.	Freq. Abs.	Freq. Rel.	Dom. Abs.	Dom. Rel.	IVI
Indivíduos mortos	73	270,4	51,41	21	77,78	46,67	8,36	60,19	158,26
<i>Laguncularia racemosa</i>	42	155,6	29,58	8	29,63	17,78	3,82	27,54	74,9
<i>Avicennia germinans</i>	13	48,1	9,15	5	18,52	11,11	1,56	11,23	31,5
<i>Rhizophora mangle</i>	5	18,5	3,52	3	11,11	6,67	0,04	0,29	10,48
<i>Annona glabra</i>	3	11,1	2,11	3	11,11	6,67	0,03	0,19	8,97
<i>Paulinnia pinnata</i>	2	7,4	1,41	1	3,7	2,22	0	0,02	3,65
<i>Pithecellobium dulce</i>	1	3,7	0,7	1	3,7	2,22	0,07	0,53	3,46
<i>Piper tuberculatum</i>	1	3,7	0,7	1	3,7	2,22	0	0,01	2,93
<i>Cynophalla hastata</i>	1	3,7	0,7	1	3,7	2,22	0	0,01	2,93

Tabela 2- Valores de altura mínima, máxima e média e diâmetro mínimo, máximo e médio para cada uma das espécies.

Espécie	Altura mínima da espécie (m)	Altura máxima da espécie (m)	Altura média da espécie (m)	Diâmetro mínimo (cm)	Diâmetro máximo (cm)	Diâmetro médio (cm)
Indivíduos mortos	1,7	25	11,43	1	38,4	16,74
<i>Laguncularia racemosa</i>	1,3	14	4,99	0,1	44,8	11,13
<i>Avicennia germinans</i>	3	13	7,54	4,14	39,27	17,25
<i>Rhizophora mangle</i>	2	7	3,9	2,75	8	4,87
<i>Annona glabra</i>	1,3	7	3,77	1	8,74	4,43
<i>Paulinnia pinnata</i>	8	8	8	1,3	2,6	1,95
<i>Pithecellobium dulce</i>	6	6	6	15,9	15,9	15,9
<i>Piper tuberculatum</i>	2	2	2	1,89	1,89	1,89
<i>Cynophalla hastata</i>	1,8	1,8	1,8	1,73	1,73	1,73

Os dados mostram um manguezal bastante alterado pelos impactos antrópicos. Chama atenção o fato de que a maioria dos indivíduos amostrados estavam mortos, mostrando que o incêndio resultou em alta mortalidade entre as árvores e arbustos da área (Tabela 1). E isso se refere apenas aos indivíduos mortos em pé, ou seja, aqueles que, embora mortos, permaneceram fixados ao solo. Certamente, vários outros indivíduos foram consumidos pelo fogo (Fig. 3; Fig. 4), mostrando o quanto o fogo deve ter reduzido a densidade de árvores no local.



Fig. 3- Árvores mortas e caídas devido ao incêndio no manguezal do Rio Cocó, Parque Estadual do Cocó devido, Fortaleza, Ceará.



Fig. 4- Árvores mortas e caídas devido ao incêndio no manguezal do Rio Cocó, Parque Estadual do Cocó devido, Fortaleza, Ceará.

Para dar um exemplo, registramos apenas 141 plantas lenhosas em 0,27 ha de parcelas neste trecho do estuário em regeneração após incêndio, enquanto um estudo comparável na foz do Rio Pacoti (entre Fortaleza e Eusébio), registou 1.119 plantas em 0,27 ha, uma densidade quase oito vezes maior.

Outros aspectos a serem discutidos são as profundas alterações ambientais gerais no trecho estudado do Cocó que vem alterando a própria composição de espécies do manguezal. O estuário do Cocó não está recebendo atualmente influxo de água do mar suficiente para manter o manguezal saudável neste trecho. Isso tem resultado na progressiva colonização da área por uma mistura de árvores típicas de manguezal com árvores que não seriam esperadas nesse ambiente, além de espécies exóticas invasoras. Enquanto *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* e *Rhizophora mangle* são espécies de mangue bastante características no Ceará (Braga et al., 2024; Moro et al., 2015), espécies como *Annona glabra*, *Piper tuberculatum* e *Cynophalla hastata* não deveriam estar prosperando dentro de um manguezal saudável. Além disso, encontramos também espécies exóticas invasoras, tanto dentro das parcelas, *Pithecellobium dulce*, como *Terminalia catappa*, observada próxima às parcelas.

Agora que as parcelas estão demarcadas, será possível acompanhar o processo de regeneração e restauração ecológica dentro do projeto, avaliando, no longo prazo, o aumento da densidade e eventuais mudanças na composição de espécies com as ações de restauração. Vale destacar que, embora a área esteja muito

degradada, há a produção intensa de propágulos de mangue em vários trechos. Também localizamos algumas das árvores que caíram após o incêndio, mas permaneceram enraizadas no solo, e que cerca de um ano após o fogo, rebotaram, emitindo ramos aéreos a partir do caule principal tombado. Esses novos ramos cresceram rapidamente e se tornaram férteis em menos de dois anos após a passagem do fogo, tornando-se fornecedores de novos propágulos para a regeneração da área. Isso não deve reduzir a preocupação com o estado avançado de degradação da vegetação no local, que é de fato grave, mas mostra que há possibilidade de melhorias na qualidade ambiental local, aumento de densidade de mangues e aumento de biomassa, caso novos incêndios sejam controlados e melhorias na hidrologia da área sejam implementadas.

Referências

BRAGA, Magda Marinho et al. Manguezais como estoques de Carbono: biomassa acima do solo e o potencial econômico desse estoque na floresta de mangue do Rio Pacoti, Ceará. *Caderno de Geografia*, v. 34, n. 77, p. 450-469, 2024.

CARVALHO, Fabrício Alvim; FELFILI, Jeanine Maria. Variações temporais na comunidade arbórea de uma floresta decidual sobre afloramentos calcários no Brasil Central: composição, estrutura e diversidade florística. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 203-214, mar. 2011.

COSTA, Maria Lígia Farias et al. Quanto Sobra de Verde em uma Metrópole? Um Estudo Sobre a Cobertura Vegetal Remanescente em Fortaleza, Ceará, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 37, p. e75295, 2025.

DINERSTEIN, Eric et al. An ecoregion-based approach to protecting half the terrestrial Realm. **BioScience**, v. 67, n. 6, p. 534-545, 2017.

FELFILI, Jeanine Maria et al. **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos - Vol. I**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2011.

FELFILI, Jeanine Maria; CARVALHO, Fabrício Alvim; HAIDAR, Ricardo Flores. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas cerrado e pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, 2005.

HADAC, Emil. Species diversity of Mangrove and continental drift. **Folia Geobotanica et Phytotaxonomica**, v. 11, p. 213-216, 1976.

JIA, Mingming *et al.* Mapping global distribution of mangrove forests at 10-m resolution. **Science Bulletin**, v. 68, n. 12, p. 1306-1316, jun. 2023.

LACERDA, Luiz Drude. **Mangrove Ecosystems: functioning and management**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2002.

LEE, Shing Yip *et al.* Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. **Global Ecology and Biogeography**, v. 23, n. 7, p. 726-743, 2014.

LIBANO, Andrea Marilza; FELFILI, Jeanine Maria. Mudanças temporais na composição florística e na diversidade de um cerrado sensu stricto do Brasil Central em um período de 18 anos (1985-2003). **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, p. 927-936, 2006.

LIMA JÚNIOR, Antonio Ferreira; GOMES, Flávia Ingrid Bezerra Paiva; ZANELLA, Maria Elisa. O Índice de Calor (HI) na cidade de Fortaleza, Ceará. **Sociedade & Natureza**, v. 37, n. 1, 2025.

MEDEIROS, David Hélio Miranda de *et al.* Variação Longitudinal da Salinidade do Estuário Hipersalino do Rio Apodi/Mossoró (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 850-863, 2018.

MORO, Marcelo Freire *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 10 set. 2015.

MORO, Marcelo Freire; MARTINS, Fernando Roberto. Métodos de levantamento do componente arbóreo-arbustivo. In: FELFILI, Jeanine Maria *et al.* (Orgs.). **Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de caso - Volume I**. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2011. p. 174-212.

OLIVEIRA, Ana Paula; FELFILI, Jeanine Maria. Dinâmica da comunidade arbórea de uma mata de galeria do Brasil Central em um período de 19 anos (1985-2004). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 4, p. 597-610, dez. 2008.

OLSON, David M. *et al.* Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. **BioScience**, v. 51, n. 11, p. 933–938, 2001.

TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

XAVIER-SAMPAIO, Laymara *et al.* Tão verde quanto possível: eficiência das unidades de conservação na metrópole de Fortaleza e vulnerabilidade da cobertura vegetal remanescente na malha urbana da cidade. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 69, n. 1, p. 44–68, 2024.