



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO
AMBIENTE**

INSTITUTO CHICO MENDES DA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

**PLANO DE MANEJO INTEGRADO DO FOGO
PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA**

**MACAÉ - RJ
JANEIRO/2025**

Presidente da República

Luís Inácio Lula da Silva

Ministra do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas

Maria Osmarina Marina da Silva Vaz de Lima

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Mauro Oliveira Pires

Diretoria de Criação e Manejo de Unidades de Conservação

Iara Vasco Ferreira

Coordenação Geral de Proteção

Joaquim Maia Neto

Centro Especializado em Manejo Integrado do Fogo

João Paulo Morita

Gerência Regional – Sudeste – GR04

Breno Herrera

Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba

Marcelo Braga Pessanha

Equipe de condução do Plano de Manejo Integrado do Fogo (PMIF)

Ary Miranda Neto - Analista Ambiental/PARNA da Restinga de Jurubatiba

Henrique Leão Teixeira Zaluar – Analista Ambiental CMIF/ICMBio

Marcelo Braga Pessanha - Analista Ambiental / Chefe do PARNA da Restinga de Jurubatiba, Coordenador da equipe de condução

Marcos Cezar dos Santos - Analista Ambiental / PARNA da Restinga de Jurubatiba

SUMÁRIO

1	Ficha Técnica da Unidade de Conservação	1
2	Introdução	2
2.1	Recursos e Valores Fundamentais (RVF)	4
2.2	Legislação Específica Aplicável	7
3	Contextualização e Análise Situacional para o MIF	7
3.1	Ecologia do Fogo	8
3.1.1	Vegetação & Fauna	8
3.1.2	Clima/Tempo	13
3.2	Cultura do Fogo	17
3.2.1	Uso e ocupação do solo	17
3.3	Manejo do Fogo	24
3.3.1	Instalações e Infraestruturas de Apoio	24
3.3.2	Ações de Contingência	26
3.3.2.1	Prevenção e Preparação	26
3.3.2.2	Ações de Supressão, Integração Interinstitucional e Parcerias	29
3.4	Síntese do Regime do Fogo	33
4	Consolidação do Planejamento	35
4.1	Gestão do Conhecimento	35
4.2	Comunicação Institucional e o MIF como Instrumento Participativo	38
4.3	Sistematização do Planejamento	40
5	Referências Bibliográficas	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Mudança de paradigma no ICMBio na gestão do fogo em unidades de conservação federais.	3
Figura 2 -	Mapa de localização e acessos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.	5
Figura 3 -	Diagrama com os principais objetivos normativos e de manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.	6
Figura 4 -	Fatores determinantes do fogo em diferentes escalas espaciais e temporais.	7
Figura 5 -	Incêndios na estrada da Estivinha, balneário de João Francisco.	10
Figura 6 -	Uso e cobertura do solo no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ e seu entorno (10km).	12
Figura 7 -	Distribuição da precipitação e temperatura mensal em Macaé.	14
Figura 8 -	Distribuição de frequência do número de dias sem chuva nas estações seca e chuvosa.	14
Figura 9 -	Linha do tempo com os principais marcos no uso e ocupação do solo na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.	18
Figura 10 -	Distribuição anual das áreas atingidas por fogo (AAF) nos municípios de entorno do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.	19
Figura 11 -	Distribuição espacial e temporal (ano da última queima) de AAF na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.	20
Figura 12 -	Somatórios das áreas (ha) de espelho d'água das lagoas e da AAF em brejos herbáceos no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.	22
Figura 13 -	Distribuição anual da AAF no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ.	23
Figura 14 -	Distribuição de frequência dos totais mensais de precipitação (outubro 2009_setembro 2013) em três quadriênios com regimes de fogo distintos.	23
Figura 15 -	Sede do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ.	25
Figura 16 -	Ponto onde o canal Campos-Macaé cruza a estrada de acesso à fazenda Retiro.	27
Figura 17 -	Fluxograma de resposta aos incêndios florestais no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.	30
Figura 18 -	Organograma da Brigada do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.	31
Figura 19 -	Modelo de diagnose e análise situacional aplicado ao caso dos incêndios em brejo herbáceos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.	35
Figura 20 -	Modelo conceitual de Gestão do Conhecimento voltado para a administração pública.	36
Figura 21 -	Modelo de gestão adaptativa para o planejamento estratégico dos Planos de Manejo Integrado do Fogo no ICMBio.	39
Figura 22 -	Matriz lógica do planejamento para as ações de Manejo Integrado do Fogo no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (2025_2030).	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Equipamentos de prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ.	25
Tabela 2 -	Disponibilidade contratual de brigadistas vigente no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ.	26
Tabela 3 -	Sistema de Alerta do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ.	28
Tabela 4 -	Ocorrências de incêndios combatidos e registrados no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba entre 2015 e 2024.	32

ACRÔNIMOS E ABREVIACÕES

AAF – Área Atingida por Fogo

CMIF – Coordenação de Manejo Integrado do Fogo

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ENOS - El Niño Oscilação Sul

EPI - Equipamento de Proteção Individual

GR4 - Coordenação Regional do ICMBio no Sudeste

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IN – Instrução Normativa

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

MAS – Modo Anular Sul

MIF – Manejo Integrado de Fogo

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NUPEM/UFRJ - Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro

PMIF – Plano de Manejo Integrado do Fogo

PNRJ – Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba

POA – Plano Operativo Anual

PREVFOGO - Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais

REBIO – Reserva Biológica

RPA – Revisão Pós Ação

RVF – Recurso e Valor Fundamental

SAMGe – Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão

SCI – Sistema de Comando de Incidentes

UC – Unidade de Conservação

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

1 – Ficha técnica

Nome da Unidade de Conservação (UC)	Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba
Categoria e Grupo	Proteção integral / Parque Nacional
Endereço da Sede	Avenida Atlântica, 2960, Bairro Lagomar, Macaé - RJ
E-mail (contato)	parnajurubatiba@icmbio.gov.br
Homepage	www.icmbio.gov.br/parnajurubatiba
Área	14.960 hectares
Municípios do entorno	Macaé, Carapebus, Quissamã
Estado Abrangido	Rio de Janeiro
Coordenadas Geográficas	22°18'11" S 41°41'42" O
Data de Criação e Número do Decreto	29/04/1998
Bioma	Mata atlântica e costeiro
Ecossistemas	Restingas e lagoas costeiras
Acesso a Sede	A partir de Macaé, seguir no sentido Carapebus, no trevo próximo ao terminal de Cabiúnas virar à direita e depois virar à direita na segunda entrada à direita.

2 – Introdução

O Plano de Manejo Integrado do Fogo (PMIF) é uma ferramenta de planejamento estratégico que é reconhecida com um Plano Específico das unidades de conservação (UC) sob gestão do ICMBio (IN ICMBio nº 07/2017, de 21 de dezembro de 2017). Portanto, este planejamento é regido pelos princípios do manejo adaptativo e tem como objetivo organizar o conhecimento a respeito do fogo nos territórios protegidos, consolidando-os em estratégias e ações de prevenção e combate aos incêndios das UC (ICMBio 2022).

Os regimes de fogo na Terra são fortemente influenciados pelo clima, vegetação e presença humana no território (Krawchuck et al. 2009, Bowman et al. 2013, Hantson et al. 2015). O fogo é ao mesmo tempo consequência e causa nesse processo, atuando em conjunto com alterações climáticas, com mudanças no uso e ocupação do solo e com invasões biológicas que estão transformando ecossistemas no planeta (Kelly et al. 2023). No Antropoceno, a tendência é de caminhar para climas mais quentes e uma biosfera profundamente alterada (Bowman et al. 2009) e fortemente influenciada pelos padrões de uso do solo (Hantson et al., 2015). Isto traz consigo preocupações para a gestão de áreas protegidas, especialmente, se levarmos em conta o quadro de anomalias climáticas decorrentes do aquecimento global projetado para o século XXI (Jolly et al., 2015, Kelly et al. 2023).

Em escala local e regional, os padrões de ignição, propagação e efeitos do fogo na vegetação se manifestam através do regime do fogo que é, usualmente, caracterizado por sua sazonalidade, frequência, intensidade, severidade e abrangência espacial das áreas atingidas. A natureza catastrófica de algumas ocorrências de incêndios carrega consigo uma visão essencialmente negativa para opinião pública a respeito do fogo, apesar da dependência evolutiva que alguns ecossistemas desenvolveram em relação a este na história evolutiva da Terra (e.g., Bowman et al. 2009, Pausas & Keeley 2009, Simon et al. 2009, Bond & Scott 2010, Keeley et al. 2011, Bond 2015, Scott et al. 2016, Pausas & Parr 2018, He et al. 2019, Mclauchlan et al. 2020).

A complexidade dessas interações impôs ao ICMBio a busca por uma abordagem integradora e adaptativa a ser aplicada para a gestão das UC (Berlinck & Batista 2020, Berlinck & Lima 2021). Isto ocorreu através da aplicação da abordagem do Manejo Integrado do Fogo (sensu Myers 2006),

onde pretende-se balancear as ações de três eixos principais (Ecologia do Fogo, Cultura do Fogo e Manejo do Fogo, Figura 1) visando minimizar os impactos negativos e maximizar os efeitos positivos do fogo para o meio ambiente e para o bem-estar social. Assim, para alcançar objetivos de conservação da biodiversidade, deve-se considerar as realidades, necessidades e potencialidades sociais de seu uso, especificamente das comunidades tradicionais e/ou locais, integrados com os aspectos técnico/científicos e operacionais da gestão do fogo nas áreas protegidas.

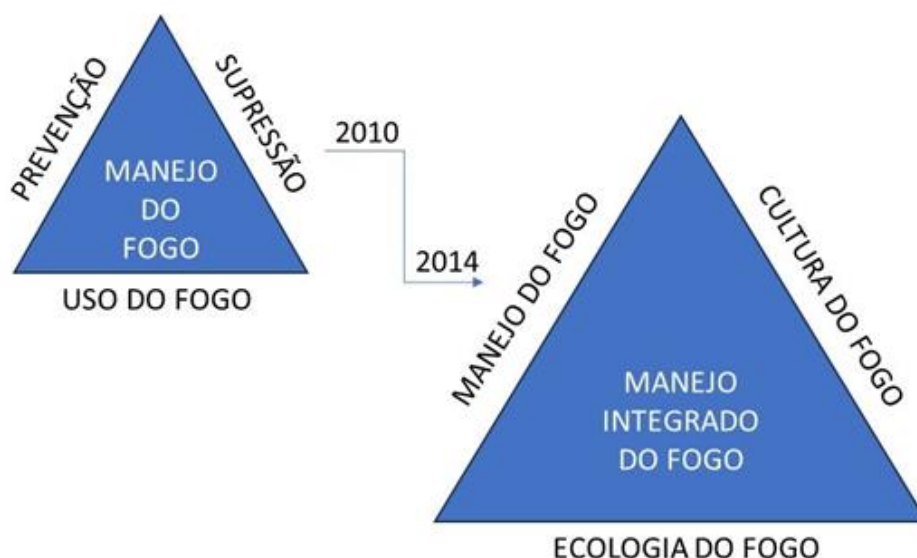


Figura 1. Mudança de paradigma no ICMBio na gestão do fogo em unidades de conservação federais.

Portanto, o planejamento do MIF necessita que se explorem as conexões entre as pessoas, o fogo e a biodiversidade do território protegido. Qual o regime atual do fogo na UC? Qual o grau de sensibilidade/dependência que os ambientes presentes na UC possuem em relação ao fogo? Quem (onde? quando? como? para quê?) usa o fogo no território protegido? Qual o regime de fogo que almejamos? Quais as estratégias têm potencial para maximizar os benefícios e minimizar os efeitos deletérios do regime do fogo no contexto socioambiental da UC? Quais as ações prioritárias e como encadear estratégias nos próximos anos para cumprir com os objetivos propostos? Como traçar objetivos comuns entre os atores governamentais e sociais na gestão do fogo da UC? Estas são algumas das questões que irão permear o PMIF do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PNRJ). O PMIF está organizado em dois blocos principais, um de diagnóstico e avaliação (Contextualização e análise

situacional para o MIF) e outro de planejamento (Consolidação do planejamento), onde serão integradas estas informações de forma a estruturar as atividades (objetivos, estratégias, ações, metas e indicadores) a serem implementadas nos próximos 5 anos na gestão do fogo do PNRJ.

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba localiza-se na região nordeste do estado do Rio de Janeiro (Figura 2), tendo 14.860 hectares, margeando 44 km de costa com largura variável em direção ao continente. Essa UC abriga 18 lagoas costeiras, constituindo-se na maior extensão de restinga protegida por unidade de conservação federal no Brasil. Além disso, uma diferença marcante da restinga de Jurubatiba com as demais restingas do litoral sudeste é que esta tem sua origem geomorfológica a partir de depósitos marinhos do Pleistoceno, em uma série de cordões arenosos que podem alcançar largura de 10 km, enquanto nas demais os depósitos são oriundos do Holoceno (ver Martin et al. 1993 para descrição detalhada). Importante salientar ainda que Jurubatiba é uma das unidades de conservação mais pesquisadas de todo o país, diversas pesquisas já realizadas ou em andamento na unidade abordam temas como medicamentos, fauna, flora, aves migratórias e lagoas costeiras. Devido à essa importância o parque faz parte do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD) do CNPq, onde diversas pesquisas de longa duração ocorrem e fazem da área um importante laboratório natural que têm alavancado significativamente o conhecimento científico de ambientes costeiros neotropicais.

2.1 – Recursos e valores fundamentais (RVF)

Nesta seção introdutória é importante fazer referência às interações entre o PMIF e os outros instrumentos normativos e de gestão da UC. O Plano de Manejo do PNRJ (2008) foi revisado (ICMBio 2020, Portaria 961/2020). O Encarte 4 (um dos alvos da revisão) previu a abordagem do MIF relacionando-a com previsão em plano de proteção específico. Sendo assim, como este PMIF também é um plano específico, ele dialogará com as diretrizes e princípios do plano de manejo (recursos e valores fundamentais, alvos de conservação, zoneamento, etc), além de observar seu ato de criação (Decreto s/nº de 29 de abril de 1998), intercambiar informações com o SAMGe e demais planejamentos/atividades desenvolvidas nessa UC (Figura 2).

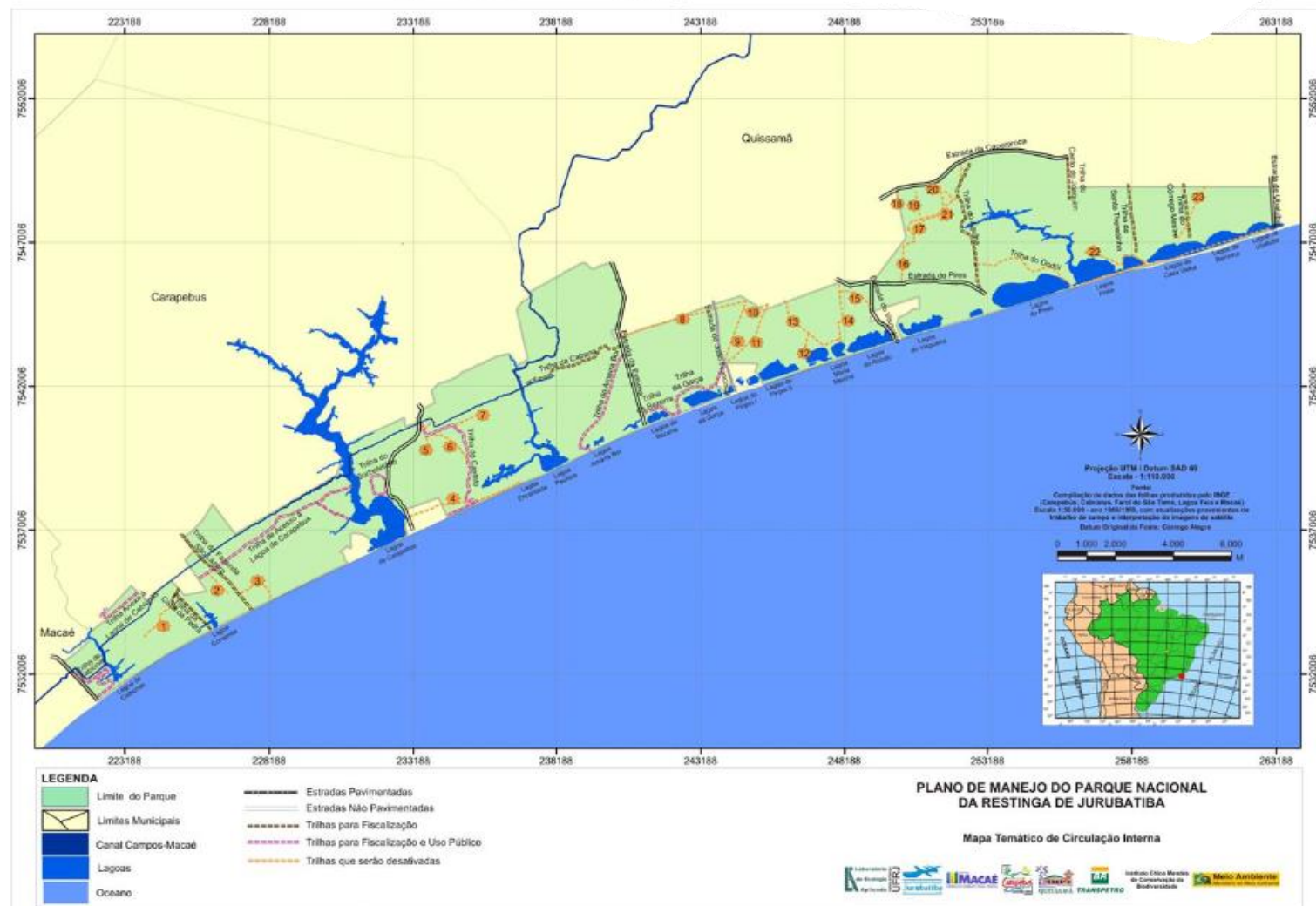


Figura 2 – Mapa de localização e acessos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ (Fonte: ICMBio 2020).

SNUC - Preservação de ecossistemas com relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e de atividades de educação e interpretação ambiental e de recreação e turismo ecológicos

OBJETIVOS

Ato de criação - proteger e preservar amostras dos seus ecossistemas e possibilitar o desenvolvimento de pesquisas científicas e de programas de educação ambiental.

Recursos e Valores Fundamentais

VEGETAÇÃO
DE
RESTINGA

LAGOAS
COSTEIRAS

GEOMORFOLOGIA

ÁREAS
ALAGADAS

FAUNA SILVESTRE

Objetivos específicos de manejo (SAMGe)

PRESERVAÇÃO DOS ECOSISTEMAS NATURAIS

DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS

DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
E
INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL

APOIO AO DESENVOLVIMENTO
DO TURISMO ECOLÓGICO

Figura 3 – Diagrama com os principais objetivos normativos e de manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba-RJ

2.2 - Legislação específica aplicável

- ✓ Lei estadual nº 2.049, de 22/12/1992 - Dispõe sobre a proibição de queimadas da vegetação no Estado do Rio de Janeiro em áreas e locais que especifica e dá outras providências;
- ✓ Resolução INEA nº 134, de 14/01/2016 - Define critérios e procedimentos para a implantação, manejo e exploração de sistemas agroflorestais e para a prática do pousio no Estado do Rio de Janeiro;

Além disso, o Plano de Manejo do PNRJ (2008/2020) restringe a possibilidade de uso do fogo ao seu emprego em: a) queima controlada, em conformidade com o estabelecido em plano específico, mediante prévia autorização do órgão gestor da UC; b) atividades da UC relativas ao MIF, tais como ações de prevenção, combate e queimas prescritas, conforme previsto em plano específico; c) nos locais estabelecido pela administração da UC para atividades relacionadas ao uso público.

3 – Contextualização e análise situacional para o MIF

Este item é dedicado a traçar o diagnóstico do fogo no PNRJ e analisá-lo na perspectiva do MIF (Figura 1). Desta forma, serão abordados os fatores do regime do fogo local (sazonalidade, frequência, intensidade/severidade, extensão das áreas ardidas e fontes de ignição), que serão analisados de forma integrada (Figura 4) a fim de subsidiar as diretrizes do planejamento.

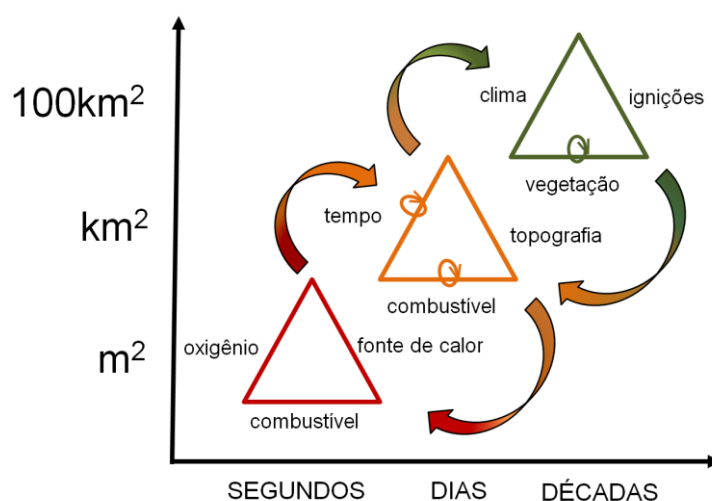


Figura 4 – Fatores determinantes do fogo em diferentes escalas espaciais e temporais. Pequenos *loops* indicam fatores que possuem retroalimentação interna. As setas indicam as transições entre os fatores dominantes que influenciam o comportamento do fogo de diferentes escalas, da chama, de um incêndio e do regime do fogo (adaptado de Moritz et al. 2005).

3.1 – Ecologia do Fogo

3.1.1 – Vegetação & Fauna

As interações do clima com a vegetação têm criado e remodelado regimes de fogo na escala geológica do tempo, épocas de pouco ou muito fogo e períodos praticamente sem nenhum, alternaram-se por diversas vezes na história evolutiva da Terra (Bowman et al. 2009). Pelo menos nos últimos 3 milhões de anos (Maslin & Christensen 2007), ocorreram diversas glaciações com variações de intensidade e duração que, sob influências locais/regionais (relevo, correntes marinhas etc.), modularam as variações do clima e moldaram os padrões da biodiversidade da Terra (Pausas & Kelley 2009). Quanto maior for o volume de água na fase sólida aprisionado nas calotas polares e nas geleiras, menor será a sua disponibilidade nas formas gasosa e líquida, o que tende a gerar um clima mais seco e com maior propensão ao fogo. Atualmente, ecossistemas naturais que tenham alta propensão ao fogo (e.g., campestres/savânicos) e/ou tenham clima de elevada sazonalidade (e.g., clima Mediterrâneo) costumam ter uma biodiversidade mais adaptada ao fogo (Kelly et al. 2023). Apesar do domínio na bibliografia sobre os efeitos da última glaciação durante a transição Pleistoceno/Holoceno na distribuição e florística dos biomas brasileiros, talvez por seu elevado rigor climático e maior disponibilidade na aquisição de registros paleológicos, é provável que todos os eventos tenham contribuído na evolução das espécies e influenciado suas distribuições nos biomas brasileiros (e.g., Safford 2007, Ledru et al. 2015, Piacsek et al. 2022).

Existem diversas formas de se avaliar o grau de adaptação de um ambiente frente ao fogo, em geral, se utilizam diversas fontes de informação (síndromes de tolerância nas espécies vegetais, estrutura/dinâmica populacional, estrutura e dinâmica de comunidades, paleoecologia, palinologia, paleoclimatologia, filogenética, fitogeografia, experimentos com queimas, monitoramento dos efeitos do fogo etc.). Assim como existem ambientes sensíveis ao fogo no Cerrado (e.g., matas de galeria), que é um ecossistema categorizado como adaptado ao fogo, existe a possibilidade de a Mata Atlântica apresentar variações no grau tolerância ao fogo entre ambientes e/ou espécies neste ecossistema sensível ao fogo (Hardesty et al. 2005). As espécies não são adaptadas ao fogo por uma dualidade simples de fogo x não-fogo, as adaptações que observamos hoje são produto das respostas evolutivas aos de parâmetros do regime do fogo que atuaram ao longa da sua história evolutiva

particular (Krawchuk et al. 2009, Kelly et al. 2023). Portanto, as espécies presentes em um determinado ambiente podem não ter o mesmo histórico de regimes de fogo que moldaram seus processos evolutivos (Bradshaw et al. 2011). Por exemplo, Ledru & Araújo (2023) postularam que as serras da Mata Atlântica e suas restingas litorâneas representam um refúgio de táxons antigos que colonizaram o continente até os Andes nos períodos de glaciação desde o início do Pleistoceno.

A vegetação de restinga faz parte do bioma Mata Atlântica e sua flora é majoritariamente oriunda das matas de baixada/encosta adjacentes (Araujo 2000, Scarano 2002, 2009), desta forma, a restinga também é um ecossistema categorizado como sensível ao fogo. Embora possam ocorrer espécies que também habitam ambientes adaptados ao fogo (e.g., *Eremanthus crotonoides*, Cerrado - Campos Rupestres), não há evidências que indiquem que o regime do fogo no passado tenha atuado como fator evolutivo e/ou estruturante na vegetação das restingas.

Uma característica adaptativa ao fogo pode surgir sem necessariamente ter o fogo como seu fator evolutivo (Keeley et al. 2011), pois ela pode ter surgido como uma resposta à aridez e/ou solos pobres em nutrientes e se traduzirem em maior potencial de tolerância ao fogo posteriormente (Bradshaw et al. 2011). Dessecação e pobreza de nutrientes são as causas primárias limitando o estabelecimento das plantas sobre planícies arenosas costeiras (Maun 1994). A capacidade de rebrota é uma característica adaptativa associada com a tolerância ao fogo (Pausas & Keeley 2014) e muitas das espécies lenhosas das restingas possuem boa capacidade de rebrota após distúrbios (Sá 1993, Zaluar 2002). Nas formações arbustivas esta capacidade foi constatada, inclusive, após a passagem do fogo (Araujo & Peixoto 1977) com elevada dominância da rebrota subterrânea sobre a aérea (Cirne et al. 2003).

Contudo, em ambientes que já possuem condições ambientais extremas (e.g., seca, salinidade alta, anoxia por inundação, temperatura e baixo teor de nutrientes) como nas formações abertas das restingas e matas inundadas, a ocorrência de distúrbios/perturbações podem comprometer o funcionamento da vegetação ao interferirem no balanço de interações entre espécies-chave do ecossistema (Scarano 2002, 2009). Ao consumir o estoque de matéria orgânica do solo acumulado por longo período e comprometer o microclima por alteração da estratificação da vegetação, o fogo pode comprometer a vegetação por um período ainda indeterminado (Figura 5), e até levar ao colapso da vegetação e o retorno à condição de areia desnuda (Zaluar

2002). Portanto, mesmo que algumas espécies possam tolerar a passagem do fogo, a resiliência nas restingas tende a ser baixa e agravada pela frequência desse distúrbio. Áreas sujeitas à distúrbios recorrentes (inclusive o fogo) tendem a ter reduzida densidade/riqueza de espécies lenhosas, mas podem manter uma abundância relativamente alta da palmeira geófito *Allagoptera arenaria* (a palmeira-anã - *guriri*), cujo nome indígena *juruba*, deu origem ao nome do Parque (Jurubatiba - muita juruba).

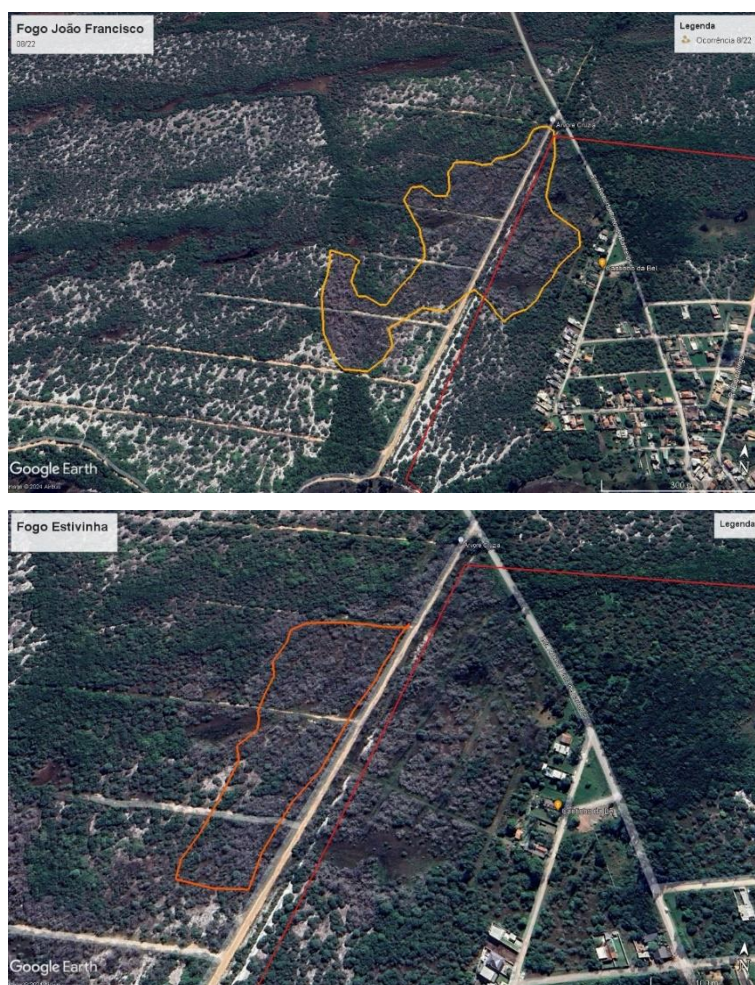


Figura 5 – Incêndio na estrada da Estivinha, balneário de João Francisco, em agosto de 2022, a área queimada foi de 14 ha. No ano seguinte (2023), houve novo incêndio na área atingindo cerca de 3 ha. A área afetada pelo fogo havia sido objeto de abertura de estradas antes da criação da UC para implantação de loteamento.

A distribuição da vegetação das restingas fluminenses possui correlação com gradientes de topografia (profundidade do lençol freático) e de distância ao mar (Henriques et al. 1986, Araujo 1998), embora este último possa não se manifestar quando avaliado dentro de uma mesma fitofisionomia (e.g., restinga de Clusia) no PNRJ (Pimentel et al. 2007). Araujo et al. (1998) descreveram 10 comunidades

vegetais naturais (3 florestais, 3 arbustivas abertas, 1 arbustiva fechada, 2 herbáceas e 1 aquática), que juntas somam mais de 90% da área do PNRJ (Caris et al. 2013, Figura 6). As duas formações arbustivas abertas atingem mais de 50% da área do PNRJ e possuem potencial de propagação do fogo distintos. Enquanto a restinga de *Clusia* (32% da área do PNRJ) ocupa as porções mais elevadas dos cordões arenosos e possui combustível descontínuo, com areia desnuda entre as moitas, na restinga de *Ericaceae* (29%) pode existir continuidade intermitente/permanente entre as moitas por vegetação herbácea (gramíneas, ciperáceas e samambaias), em virtude desta vegetação ocorrer em posição topográfica mais baixa e consequentemente ter o lençol freático mais superficial ou mesmo em afloramento temporário.

As três formações florestais somam 16% da área do PNRJ e possuem diferenças no grau de alagamento (periódico, permanente e ausente), esta última é mais rara e ocorre em áreas com topografia mais elevada, enquanto as outras duas ocorrem nas depressões entre cordões arenosos, onde o grau de afloramento do lençol freático é função da posição topográfica, da precipitação prévia e da proximidade das lagoas costeiras. Em períodos de estiagem mais pronunciados há risco de ocorrência de incêndios subterrâneos devido ao grande acúmulo de solos turfosos nestas matas. Dada esta distribuição espacial associada, incêndios em áreas mais propensas ao fogo de alta intensidade como os brejos herbáceos, dominados por *Thypha domingensis* (taboa) e adjacentes às matas, podem adentrar estas formações florestais causando incêndios de elevada severidade e difícil controle.

O esforço em pesquisa sobre os efeitos do fogo na fauna é uma pequena fração do dispensado às plantas na Ecologia do Fogo (Pausas & Parr 2018, Berlinck et al. 2021). De forma diversa da vegetação, as respostas dos animais ao fogo, em geral, são comportamentais e podem envolver aprendizado ao longo da ontogênese (Nimmo et al. 2021), porém o estudo de adaptações morfológicas/fisiológicas e da dependência/sensibilidade de animais ao fogo ainda são embrionários (Pausas & Parr 2018).

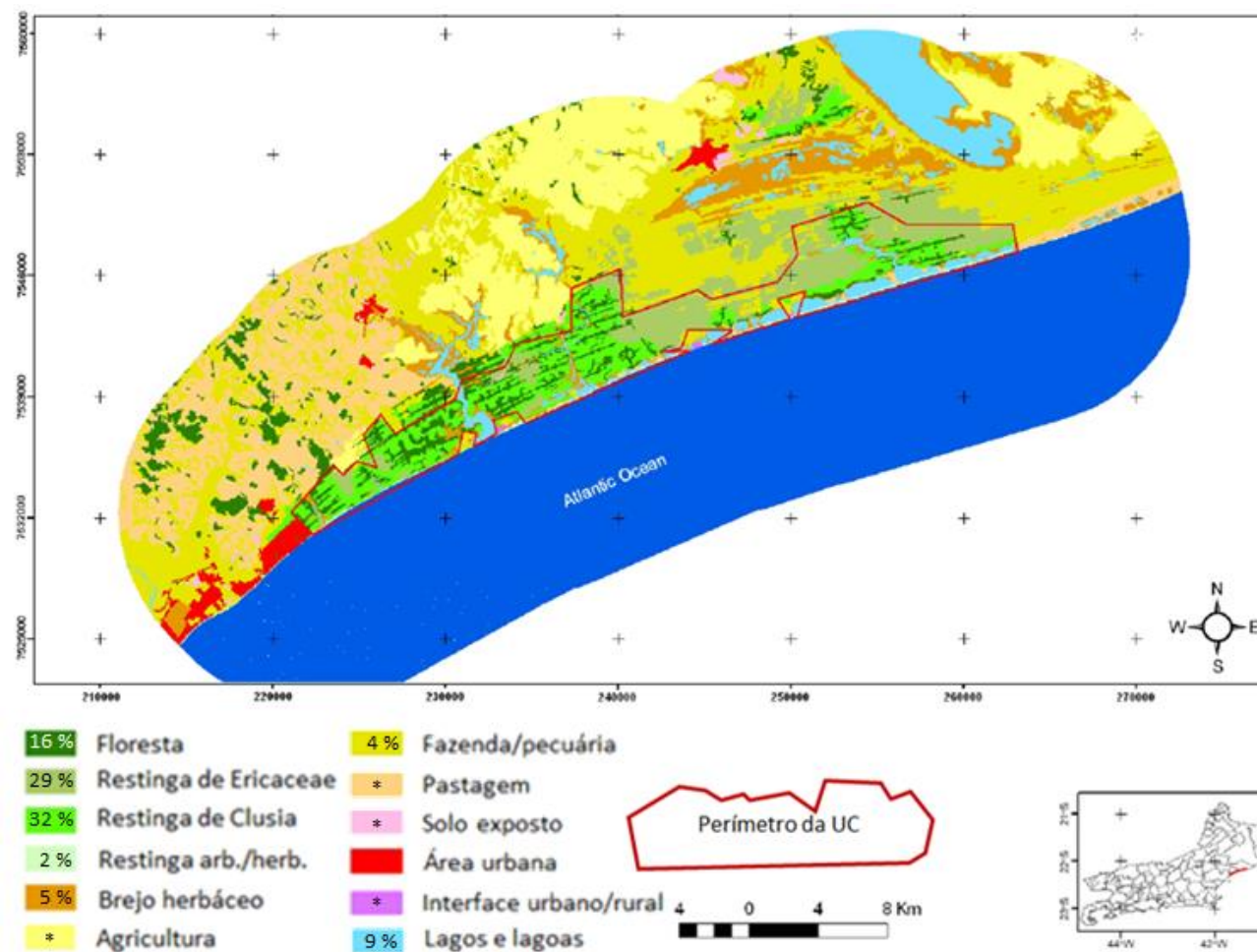


Figura 6 – Uso e cobertura do solo no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ e seu entorno (10km), os percentuais na legenda se referem ao interior da UC, * = % menor que 1% (modificado de Caris et al. 2013).

Desta forma, em ambientes onde o fogo não exerce(eu) seu papel estruturante ou evolutivo, espera-se que a fauna tenha elevada sensibilidade a esse distúrbio. Assim, o uso do fogo como estratégia de prevenção ou de supressão deve ser avaliado de forma parcimoniosa. Por exemplo, a aplicação de queimas prescritas em brejos herbáceos, fora da estiagem, para se interromper a continuidade do combustível com as matas e prevenir a ocorrência de incêndios subterrâneos, pode impactar a ictiofauna das lagoas, pois existem espécies que utilizam esses sítios de forma permanente ou durante os estágios juvenis (Sánchez-Botero et al. 2007).

3.1.2 – Clima/Tempo

Os fatores de clima/tempo estão entre os mais importantes na determinação do regime de fogo de um território, pois determinam as estações do ano em função dos padrões de temperatura e pluviosidade. Estes, em geral, possuem relação com ciclos agropastoris e silviculturais, que são possíveis fontes de ignição que serão aprofundados no item Cultura do Fogo. A sazonalidade no clima condiciona o estágio fisiológico das plantas, o que se reflete em diferenças no conteúdo de água dos combustíveis vivos entre estações de crescimento, na reprodução e senescência de indivíduos/tecidos, no teor de umidade dos combustíveis mortos e no nível de alagamento em vegetações paludosas. Estes fatores condicionam períodos de maior ou menor risco de incêndios e em períodos (janelas de queima) mais adequados para a realização de queimas conservacionistas (queimas prescritas) ou com finalidades socioeconômicas em queimas controladas (ICMBio 2022a).

O Rio de Janeiro é dominado, > 40% da área do Estado (Alvares et al. 2014), pelo clima Aw do sistema Köppen (tropical com inverno seco), correspondente ao padrão climático de monção onde a sazonalidade é demarcada por diferenças de pluviosidade (Vera et al. 2006). A região do PNRJ (Macaé, Carapebus e Quissamã) pertence a esta categoria climática, que predomina nas baixadas do centro/norte fluminense (Andrade et al. 2019). Assim, o clima do PNRJ tende a possuir duas estações, uma chuvosa (out/mar) e uma seca (abr/set), permanecendo a temperatura relativamente estável ($> 20^{\circ}\text{C}$) ao longo do ano (chuvosa = $24,8^{\circ}\text{C} \pm 1,34$; seca = $22,0^{\circ}\text{C} \pm 1,29$; Figura 7). Entretanto, é marcante a variação interanual nos volumes médios ($\pm dp$) de precipitação mensal entre as duas estações (chuvosa = 147 ± 94

mm; seca = 70 ± 55 mm) no período avaliado (09_2006 e 03_2024) com dados da estação automática do INMET em Macaé (A608). Isto indica um potencial grande de variação sazonal e interanual na incidência de incêndios do PNRJ, situação em que a distribuição das chuvas é fator tão ou mais importante quanto os totais mensais na determinação da combustibilidade e inflamabilidade da vegetação. Por exemplo, na estação chuvosa 46% dos meses apresentam eventos de chuva com intervalo mensal máximo de 15 dias, enquanto na seca este percentual cai para 20% (Figura 8), embora possam ocorrer períodos eventuais de estiagem na estação chuvosa (*veranicos*), principalmente, durante os dois primeiros meses do ano.

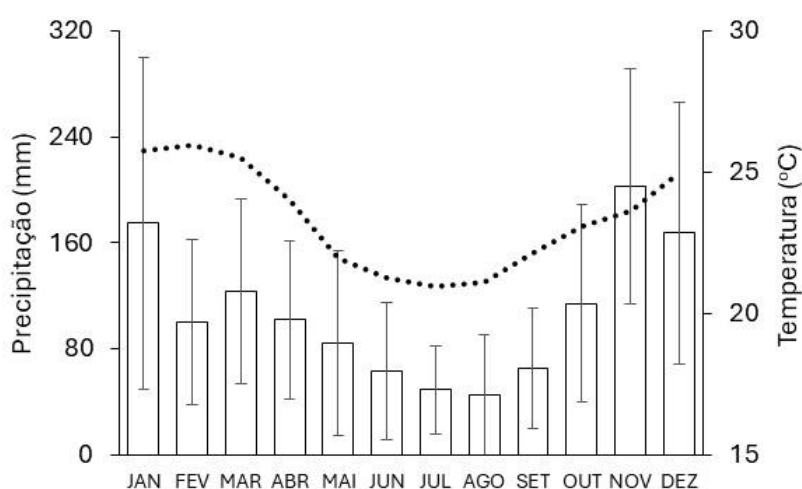


Figura 7 – Distribuição da média de precipitação (\pm dp) e temperatura mensais da estação automática do INMET (A608) em Macaé-RJ entre 21/09/2006 e 31/03/2024.

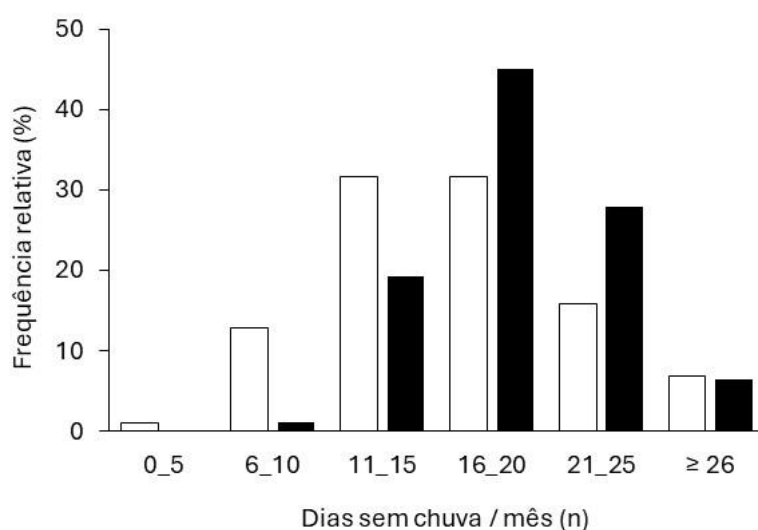


Figura 8 – Distribuição de frequência do número de dias sem chuva nos meses das estações seca (abr/set, barra cheia) e chuvosa (out/mar, barra vazada) em Macaé – RJ entre 21/09/2006 e 31/03/2024 (fonte: Estação INMET A608).

Este padrão de sazonalidade é função da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) no transporte da umidade da região amazônica para o sudeste durante a estação chuvosa (Muza et al. 2009) e da maior incidência da entrada de sistemas frontais de frentes frias durante o verão (Raia & Cavalcanti 2008). Isto costuma influenciar diretamente o período mais crítico de incêndios (final da seca, transição inverno/primavera) e condicionar o principal período de queimas prescritas nas UC do ICMBio no Sudeste (final da estação chuvosa, verão/outono). Quaisquer anomalias climáticas que resultem em atraso na formação da ZCAS e/ou na entrada de frentes frias podem aumentar o risco da ocorrência de incêndios durante a primavera.

Existem ainda padrões de grande escala espaço-temporal na temperatura atmosférica/oceânica que se desenvolvem em uma região do globo e afetam o clima/tempo em áreas distantes, conhecidos por teleconexões, sendo o exemplo mais divulgado o El Niño Oscilação Sul (ENOS). A possibilidade do ENOS interferir, em ritmo quadrienal, no regime de precipitação na região do PNRJ foi sugerida por Folharini & Furtado (2023), apesar de cientes que o intervalo de tempo avaliado ter sido aquém do necessário para tal afirmação (2000_2016). Além disso, estes autores encontraram variação no regime de precipitação (com queda de volume acumulado no sentido SW-NE) na região do PNRJ e indicaram uma tendência significativa de queda na precipitação na porção NE da UC nesse intervalo de tempo.

Existem pelo menos outras sete teleconexões com potencial de causar anomalias climáticas na América do Sul (Reboita et al. 2021) e alavancarem eventos climáticos extremos de seca (Coelho et al. 2015) e de elevada precipitação (Rehbein et al. 2018), sejam causando anomalias climáticas entre estações (20_90 dias) ou interanuais (Muza et al. 2009). As teleconexões podem atuar de forma sinérgica ou antagônica entre si, por exemplo, fortalecendo ou enfraquecendo os efeitos do ENSO (Kayano & Capistrano 2014, Yu et al. 2015, Dätwyler et al. 2020). De forma geral, o El Niño aumenta as temperaturas globais e contribui para a fase negativa do Modo Anular Sul (MAS), que por sua vez é o principal determinante da variação climática no Hemisfério Sul (Wang & Cai, 2013).

O MAS influencia significativamente a ZCAS que tem grande importância na estação chuvosa através da formação do corredor de umidade (rios aéreos) que liga as regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Num cenário de aumento anomalias climáticas no século XXI, compreender e prever o comportamento das teleconexões nos padrões de clima/tempo é passo importante para melhorar as estratégias de prevenção e combate aos incêndios florestais (Jolly et al. 2015, Kelly et al. 2023). Vasconcellos et al. (2019), avaliando o MAS durante fases neutras do ENOS, indicaram que as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil foram as mais afetadas em termos de temperatura e precipitação entre 1981 e 2010. As anomalias de precipitação indicaram um enfraquecimento (intensificação) da ZCAS na fase negativa (positiva) do MAS, durante o verão, acarretando menor (maior) pluviosidade. Entretanto, existem outros fenômenos meteorológicos de grande escala (e.g. Oscilação de Madden-Julian) que podem influenciar a formação da ZCAS (início, duração e término) e o clima da região sudeste no Brasil, e seus mecanismos operantes ainda são matéria de discussão acadêmica (e.g., Marengo et al. 2010, Finke et al. 2020, Reboita et al. 2021).

Contudo, a tendência de decréscimo significativo das chuvas nos 6 meses de maior (out_mar) e de menor (abr_set) precipitação no Sudeste do Brasil entre 1979 e 2011 já foi evidenciada há mais de uma década (Rao et al. 2015). Além disso, as projeções para esse século indicam a tendência de atraso na entrada da estação chuvosa que pode chegar a mais de 50 dias segundo algumas modelagens (Reboita et al. 2023). Este é um campo de conhecimento complexo e em franco desenvolvimento que podem melhorar a previsão do clima/tempo para extremos de seca e enchentes no futuro. As mudanças previstas se manifestarão através do aumento de duração na temporada de incêndios e aumento na frequência de incêndios catastróficos (IPCC 2023).

Como exposto no item anterior, o risco de incêndios de maior severidade no PNRJ está associado com o nível do lençol freático das depressões entre cordões arenosos, e este mantém relação com o nível de água das lagoas costeiras. Segundo Petry et al. (2023), anos sucessivos de precipitação (2000-2003, 2010-2012, 2014-2017) abaixo da média histórica de 1.000 mm (1961-1999) podem demandar anos sucessivos de precipitação elevada para recompor o espelho d'água anterior.

Consequentemente, em tais períodos de estiagem plurianual o grau de alagamento de três tipos de vegetação (matas paludosas, restinga aberta de Ericacea e brejos herbáceos) também irá diminuir, o que aumenta o risco de incêndios florestais no PNRJ.

Além disso, existem situações em que as barras das lagoas são abertas por conta de alagamentos nas comunidades circunvizinhas à UC, entre 2000 e 2019, ocorreram dez aberturas de barra nas lagoas de Carapebus, Jurubatiba e Paulista com objetivo de proporcionar o escoamento das águas (Petry et al. 2023). Nos períodos subsequentes, cresce o risco de ignições fortuitas em vegetações de mais fácil ignição e propagação do fogo como os brejos herbáceos. Adicionalmente, se estas aberturas ocorrerem no verão, há o perigo de chegar no período de estiagem com níveis baixos nas lagoas, o que potencializa o risco de incêndios. O PNRJ possui um protocolo de procedimentos estabelecido para a abertura de barras, onde constam como premissas a situação emergencial e o comprometimento do apoio ao município envolvido em ações durante e após as aberturas.

3.2 – Cultura do Fogo

3.2.1 – Uso e ocupação do solo

A entrada em cena dos seres humanos como fonte de ignição alterou profundamente os regimes do fogo na Terra, pois fomos paulatinamente se constituindo na sua principal fonte de ignição com o processo de dispersão, colonização e evolução do Homem desde o *Homo erectus* (Pausas & Kelley 2009, Pyne 2023). A região norte fluminense tem longo histórico de uso e ocupação do solo (Figura 9). A evolução da porção sul da planície arenosa do rio Paraíba do Sul, onde se localiza o PNRJ, foi marcada pela migração da foz desse rio em direção ao norte (da Lagoa Feia/Barra do Furado para São João da Barra/Atafona), sob influência de alterações do nível relativo do mar no Quaternário com origem climática e tectônica (Martin et al. 1984, Muehe et al. 2006). Possivelmente, as alterações holocênicas do nível relativo do mar na região (Martin et al. 1997) determinaram níveis de alagamento variáveis que influenciaram os padrões de uso da restinga e de seus corpos d'água pelos povos originários (Soffiati 2014). A partir da colonização europeia a região sofreu

várias intervenções de drenagem para minimizar os efeitos de alagamentos (e.g., Canal do Flexa, 1688) e para escoamento de produtos do setor canavieiro (Canal Macaé-Campos, 1861). Posteriormente, as alterações de uso e ocupação do solo das áreas a montante da restinga (deflorestamento, abertura de estradas e rodovias, urbanização, implantação de plantas industriais etc.), também acrescentaram alterações na dinâmica hidrológica recente do PNRJ (ver Soffiati 2014, para descrição detalhada).

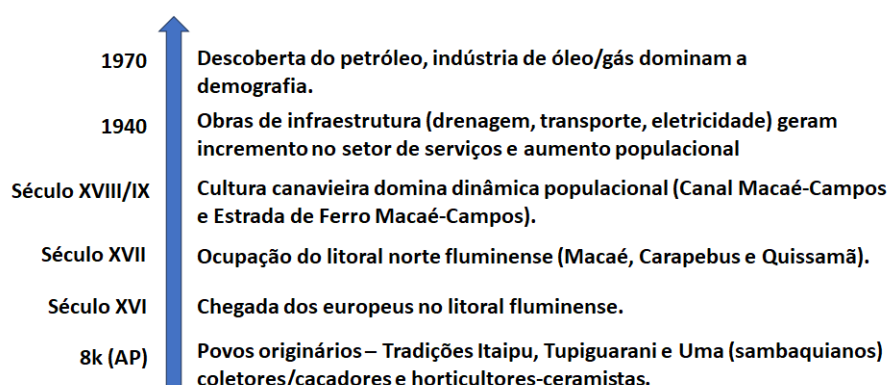


Figura 9 – Linha do tempo com os principais marcos no uso e ocupação do solo na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba-RJ (modificado de Folharini 2015).

Atualmente, o uso e cobertura do solo no entorno de 10 km do PNRJ possui predominância (73,5%) de áreas de uso (agricultura – 19,2%, pastagem – 15,1%, fazendas e criação de gado – 36,3%, área urbana – 2,0% e solo exposto – 0,81%) sobre as coberturas com vegetação natural que somam 19,7% (brejo – 8,9%, arbustiva – 6,4%, floresta – 4,4%), o restante é composto por corpos d'água (Caris et al. 2013). A criação extensiva de gado e cultivo de cana-de-açúcar são culturas que costumam ter o uso do fogo como ferramenta na produção. As áreas destinadas ao cultivo agrícola no Estado do RJ tiveram queda de 70% entre 1988 e 2016 (IBGE 2017). Similarmente, o cultivo da cana-de-açúcar que dominou a paisagem do norte fluminense no passado, entrou em declínio recente (queda de 66%) entre 1990 e 2016 (Castro et al. 2022).

As áreas de cultivo no RJ tenderam a serem convertidas em pastagens para criação extensiva de gado (Castro et al. 2019), embora em muitos casos a presença do rebanho tenha como principal objetivo a não-caracterização da terra como improdutiva

(Castro et al. 2022). Fasiaben et al. (2022) traçaram o perfil das propriedades com produção de gado de corte (> 50 cabeças) nos municípios da Mata Atlântica. Das três municipalidades do PNRJ, Carapebus e Macaé são caracterizadas como perfil de menor investimento tecnológico, onde mais de 90% da área de produção das propriedades é de pastagem e as lavouras ocupam apenas 5%. Quissamã foi categorizado como de perfil intermediário de investimento tecnológico, com cerca de 70% de cobertura por pastagens, 20% com lavouras e com uso de sistemas agroflorestais acima das outras categorias de propriedades. No geral, estes indicadores sugerem um potencial de queda no uso do fogo como fator de produção na região do PNRJ, especialmente sobre os solos arenosos de baixa fertilidade da restinga. O histórico recente (25 anos) de cicatrizes de fogo (MapBiomias 2024) suportam esse panorama (Figura 10, 11).

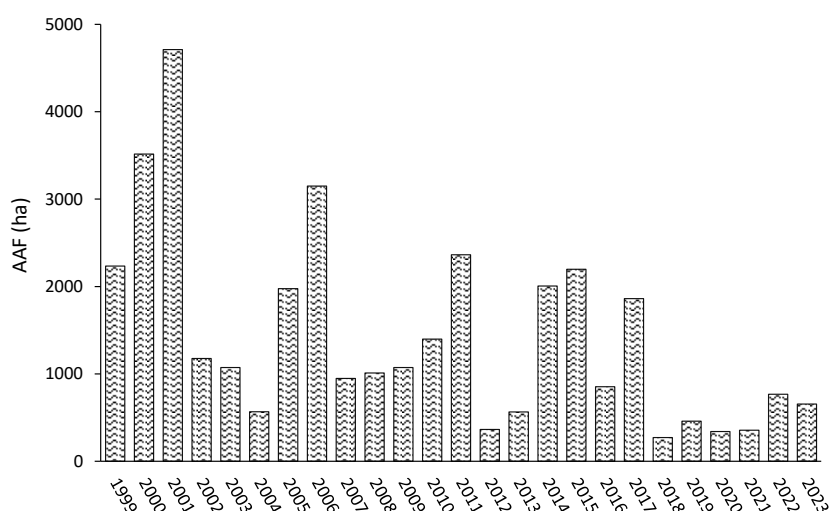


Figura 10 – Distribuição anual de áreas atingidas por fogo (AAF) nas municipalidades de Macaé, Carapebus e Quissamã RJ (Fonte: MapBiomias Fogo, Coleção 3, acesso em 25/07/2024).

Apesar de apenas cerca de 30% do PNRJ estar regularizado, a experiência acumulada pela equipe da UC indica que não existem proprietários que utilizam fogo como fator de produção na UC. Entretanto, a mesma experiência da equipe indica a existência de fontes diversas de ignição com padrões espaciais relativamente bem determinados: queima de lixo (principalmente em estradas de acesso da sede e dos balneários); extração de mel nas matas; especulação imobiliária, principalmente nos limites com os balneários; violência urbana (queima de carro) em estradas ermas. Assim, resta esclarecer se o fogo nos brejos herbáceos possui algum padrão no agente de ignição que não o vandalismo (piromaníacos) ou a retaliação ao ICMBio.

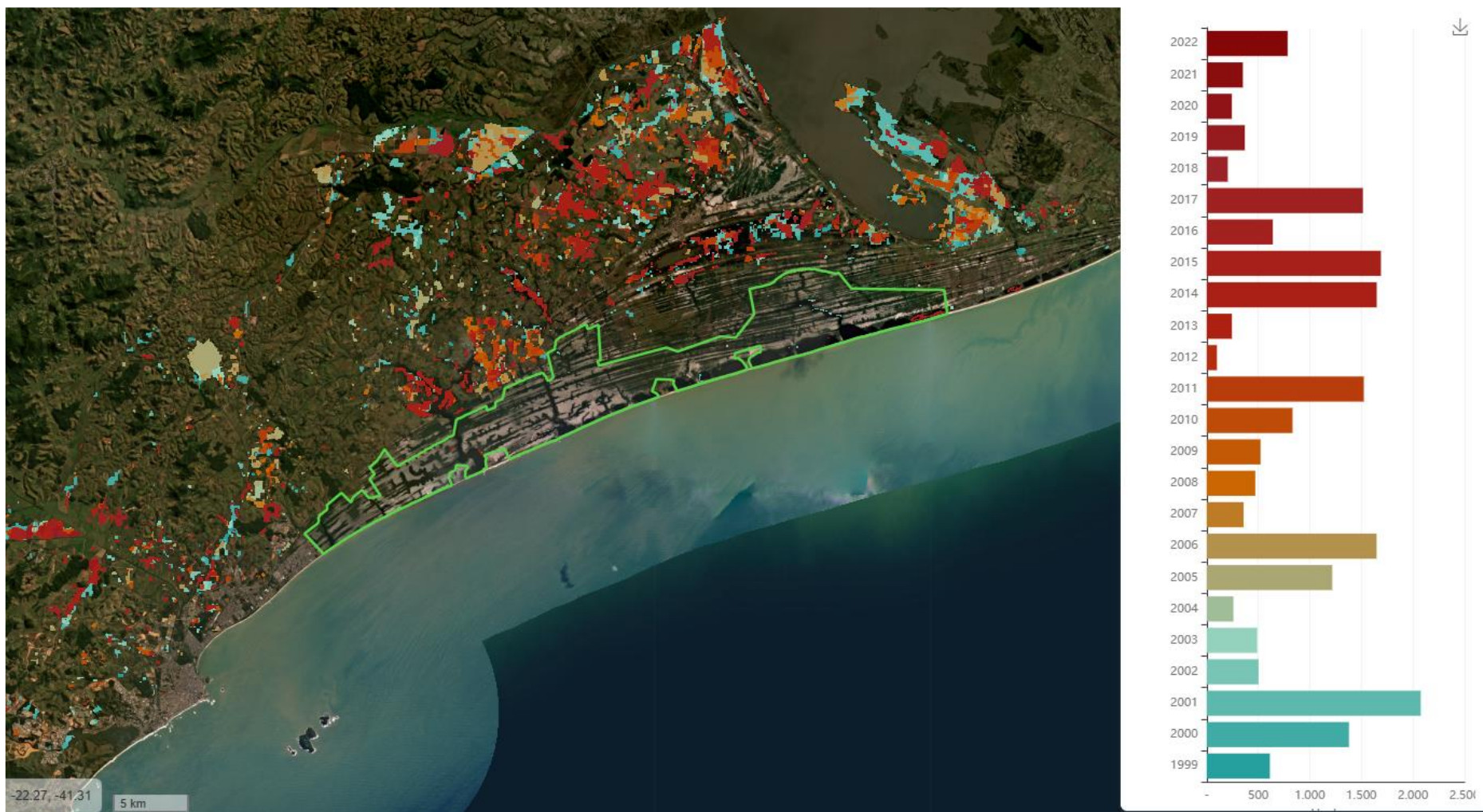


Figura 11 – Distribuição espacial e temporal (ano da última queima) de áreas atingidas por fogo na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ. Diagrama de barras lateral indica os somatórios anuais das cicatrizes de fogo (ha) em Macaé, Carapebus e Quissamã – RJ (Fonte: MapBiomias Fogo, Coleção 3, acesso em 25/07/2024).

Os brejos herbáceos das margens, braços e canais das lagoas do PNRJ são dominados por *Typha domingensis* (taboa), monocotiledônea rizomatosa que pode formar densos estandes monoespecíficos em áreas alagadas ao redor do mundo. No PNRJ, *T. domingensis* costuma ter maior dominância nos brejais das lagoas costeiras de salinidade mais baixa/média da UC. A taboa é sensível ao aumento de salinidade da água (Glenn et al. 1995, López-Rosas et al. 2021), embora ocorra em ambientes salobros e possa apresentar variação populacional na tolerância a este fator (Palma-Silva et al. 2005, Esteves & Suzuki 2008a). Após a abertura da barra das lagoas, em virtude de enchentes nos balneários do entorno do PNRJ, a entrada de água do mar tende a elevar a salinidade e pode ocasionar a mortalidade dos estandes de taboa (Santos 2008). A taboa é tolerante ao fogo (Ponzio et al. 2004, Esteves & Suzuki 2008b) e sua elevada biomassa (Esteves 2009), de alta inflamabilidade quando seca, é capaz de produzir incêndios de alta intensidade.

A área dos espelhos d'água das lagoas no PNRJ é variável entre anos em função do regime de chuvas na região e da abertura ocasional das barras (Petry et al. 2023), resultando em área média ($\pm dp$) de 1682 ± 160 com amplitude de 1410_1945 ha (Figura 12, MapBiomass 2024). Entre 1986 e 2023, o fogo atingiu apenas 176 ha da área onde está localizado o PNRJ, distribuídos entre áreas naturais (68%) e áreas antropizadas (48%), indicando que em cerca de 15% desse total houve reincidência de fogo (MapBiomass 2024). Após a criação do PNRJ (1998), o total de área atingida por fogo foi de 127 ha, distribuído em 59% em áreas naturais e o restante em áreas antropizadas sem a recorrência de fogo (41%). Desse montante em áreas naturais, mais de 80% ocorreram em brejos herbáceos, indicando a possibilidade que o fogo seja usado intencionalmente, por exemplo, por pessoas que busquem melhorar o acesso e/ou as condições de navegação/pesca nas lagoas costeiras. Houve dois picos de fogo nos brejos herbáceos desde a criação do PNRJ, em 2001 (19 ha) e 2014 (26 ha). Em ambos, o somatório dos espelhos d'água estava abaixo da média, 1468 e 1507 ha, respectivamente. Em 2014, o fogo também atingiu seu ápice em formações florestais (restinga arbórea), atingindo cerca de 7 ha, corroborando a possibilidade do fogo se propagar dos brejos herbáceos para as formações florestais demais vegetações de restinga adjacentes.

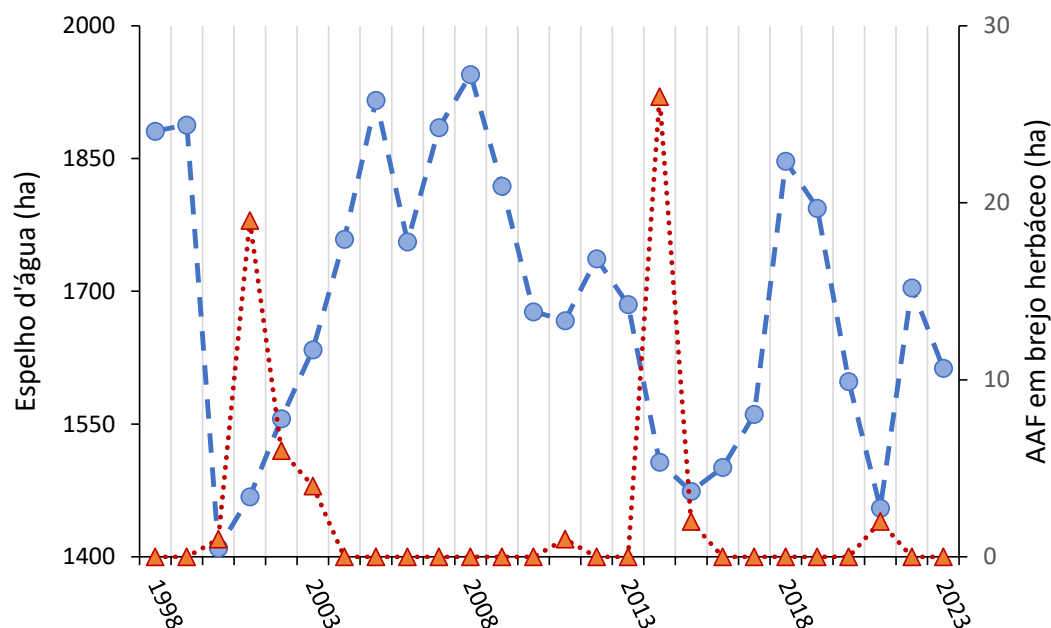


Figura 12 – Somatórios das áreas (ha) de espelho d'água das lagoas e da área atingida por fogo (AAF) a UC, em brejos herbáceos, desde a criação do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ (Fonte: MapBiomas Fogo, Coleção 3, acesso em 25/07/2024; Mapeamento da Superfície de Água do Brasil, Coleção 3, acesso em 25/07/2024).

A distribuição anual das áreas atingidas por fogo no interior do PNRJ (Figura 13) mostra diferenças daquela observada na escala municipal (Figura 10). Não há uma aparente tendência de decréscimo na AAF, pelo contrário, ela tem um formato caracterizado por dois picos plurianuais de fogo intercalados por anos com pouco ou nenhum incêndio na UC. A distribuição dos totais mensais de precipitação em Macaé (Figura 14) reforça a ligação do regime hidrológico (chuvas) das lagoas com o regime do fogo na UC. A análise dos padrões de precipitação do segundo pico de fogo (2014_2017) e de seus quatro anos anteriores e posteriores (outubro 2009_setembro 2013, $n = 48$ meses) indica que períodos de estiagem plurianual e/ou sazonal são variáveis importantes para a compreensão do regime do fogo na UC. Durante o quadriênio com alta AAF, o total precipitado foi de 3850 mm ($n = 47$ meses), enquanto nos quatro anos prévios foi de 4526 mm ($n = 41$) e posteriores foi de 5269 mm ($n = 43$). Logo, essas diferenças estão subestimadas visto que os quadriênios de maior acúmulo de chuvas são os que possuem maior número de meses com a Estação A608 inoperante. Nestes, também foi marcante o equilíbrio entre meses com precipitação abaixo (51%) e acima de 100 mm (49%), em relação ao observado durante quadriênio de menor precipitação (respectivamente, 78% e 22%) e com maior incidência de fogo

na UC. Este caso ilustra a imbricada relação envolvida ente o clima, vegetação, processos ecossistêmicos (“cheia/seca” das lagoas) e ignições humanas na determinação do regime do fogo que uma UC pode possuir. É fundamental o aprofundamento dessas questões futuramente.

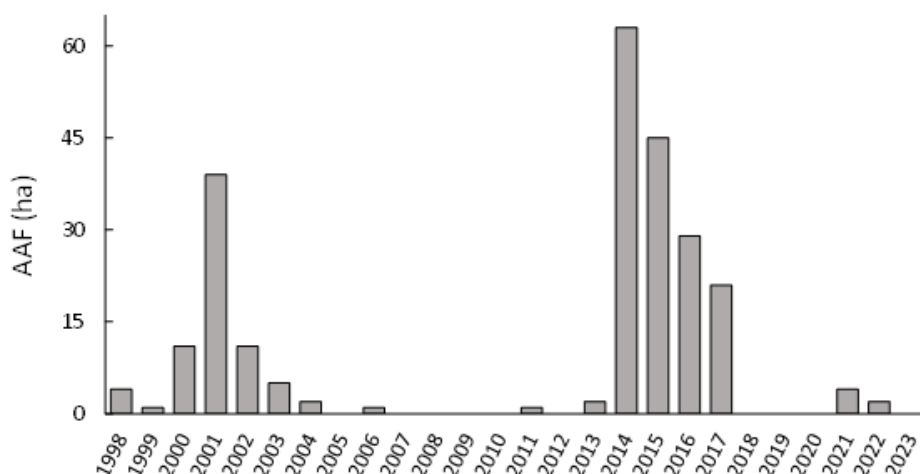


Figura 13 – Distribuição anual da área atingida por fogo (AAF) no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ (Fonte: MapBiomass Fogo, Coleção 3, acesso em 25/07/2024).

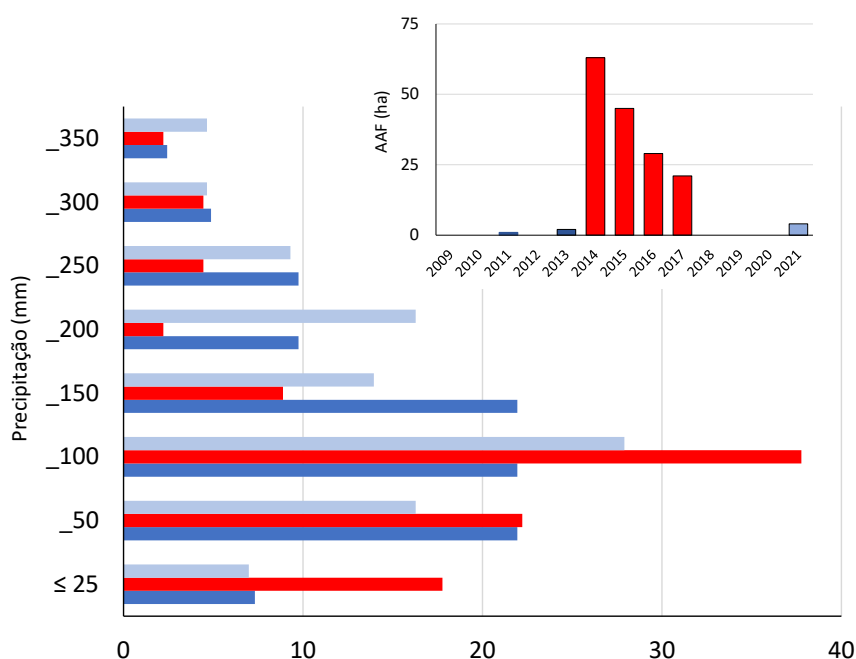


Figura 14 – Distribuição de frequência (%) dos totais mensais de precipitação (outubro 2009_ setembro 2013, n = 48 meses) em três quadriênios (legenda e AAF do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba no canto superior direito). Fonte: INMET (A608), Macaé-RJ.

3.3 – Manejo do Fogo

3.3.1 – Instalações e infraestruturas de apoio

Atualmente, o PNRJ conta com instalações apenas em sua sede localizada em Macaé, na Avenida Atlântica 2960, Bairro Lagomar. O principal acesso é através da RJ-106, no trevo do terminal de Cabiúnas pega-se a rodovia estadual RJ 178 em direção à Carapebus, vira-se à direita na avenida MPM e segue-se até à praia, onde a sede estará à esquerda da avenida MPM.

Para os balneários limítrofes ao Parque Nacional e áreas de visitação, o caminho a ser percorrido é:

1) Pela Cidade de Carapebus: Segue pela RJ-106 até a cidade de Carapebus e procura pelas placas indicativas para o Balneário de Carapebus.

2) Pela Cidade de Quissamã: Segue pela RJ-196 até a cidade de Quissamã e procura pelas placas indicativas para a Praia de João Francisco, Estrada Roberto Pinto de Barcelos.

A Figura 15 mostra imagens da sede do PNRJ, que possui uma área de 500 m², compreendendo sanitários de uso público, sala de apoio, depósito, guarita, hall de entrada, foyer (sala de espera), depósito para loja, sanitários para funcionários, copa, sala de administração, posto para primeiros socorros com sanitário, torre de observação panorâmica – escada, auditório com sala de controle, capacidade de 70 pessoas, local para armazenagem de resíduos e sinalizações indicativas internas. O centro conta ainda com espaço para preparo de comida e copa para a alimentação. Anexo à sede atual está sendo construído um alojamento com capacidade de 14 vagas, que conta com espaço destinado ao público masculino e feminino, e previsão de inauguração para janeiro de 2025. A sede conta ainda com um estacionamento com 50 vagas para veículos automotores. Outro ponto que merece destaque é a facilidade de comunicação no centro de visitantes que conta com wi-fi institucional e é bem servido por operadoras de telefonia celular. Além disso, nesse momento já há processo aberto para aquisição de sistema de rádios de comunicação que possibilitarão uma comunicação efetiva mesmo em pontos onde hoje não existe comunicação via celular. Tal aquisição se justifica pois, apesar do parque ser predominantemente plano, há áreas de “sombra” de sinais de celular, em especial nas

áreas mais distantes da praia, estimamos que cerca da metade da área da UC não é coberta por sinal de celular.

A Tabela 1 traz a relação dos veículos e equipamentos disponíveis para as ações de prevenção e combate aos incêndios na UC, que atendem com folgas ao efetivo contratado.



Figura 15 – Sede do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ. A) Administração; B) Alojamento em processo final de construção; C) Torre de observação (15 metros de altura).

Tabela 1 – Equipamentos de prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé-RJ.

<u>Equipamento</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Situação do bem</u>
ABTF (auto bomba tanque florestal)	01	Bom
Caminhonetes 4X4	03	Bom
Quadriciclos	04	Recuperáveis
Motobomba de combate à incêndios florestais – tipo honda	01	Recuperável
Embarcações	03	Bom
Sopradores modelo Sthil BR 600	02	Bom

Motoserra Sthil MS 260	01	Bom
Tanque flexível - 500 litros	02	Bom
Rolos de mangueira para combate a incêndios	26 rolos de 30 metros cada	Bom
Bomba costal	6	Recuperável
EPI	Variável ano/ano	Material de consumo, contrato nacional
Ferramentas e equipamentos manuais	Conforme a demanda	Material de consumo, contrato nacional

* continuação Tabela 1

3.3.2 – Ações de contingência

3.3.2.1 – Prevenção e Preparação

Atualmente, o PNRJ conta com a disponibilidade de um quadro de agentes temporários ambientais (ATA) para contrato de 20 agentes, onde apenas 6 são de brigadistas. Ao longo do tempo esse contingente variou de 02 a 14 brigadistas, sendo ainda que no período entre 2016 e 2019 a unidade ficou sem a contratação de brigada. Apesar do decréscimo atual de metade do maior contingente, no passado, os contratos eram de 180 dias no máximo o que gerava um hiato semestral ao longo do ano e, atualmente, são por período de 02 anos com possibilidade de renovação por mais um ano. Esse novo formato de contratação permite maior investimento em capacitações e na experiência de campo dos brigadistas atuais (seja na própria UC, seja no apoio de outras UC e/ou de parceiros locais).

Tabela 2 – Disponibilidade contratual de brigadistas vigente no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.

Aproveitamento	Período de contratação	Efetivo
Nível 1 - Brigadista	Máximo de 36 meses	04
Nível 2 - Chefe Esquadrão	Máximo de 36 meses	02
Nível 3 - Chefe Brigada.	Máximo de 36 meses	01

Não existe uma incidência de incêndios com recorrência espacial que justifique o investimento numa estratégia de abertura de aceiros e/ou de queimas prescritas para controle do combustível no PNRJ. Porém, uma das estratégias importantes é a manutenção da estrada de acesso à fazenda Retiro, no ponto onde ela em que ela

cruza o Canal Campos-Macaé (Figura 16), isso porque muitos focos de incêndio se originam na lagoa de Carapebus e podem se alastrar em direção à Macaé (SW) e a estrada bem mantida tem maior potencial de funcionar como uma barreira artificial à propagação do fogo.



Figura 16 – Ponto onde o canal Campos-Macaé cruza a estrada de acesso à fazenda Retiro. Coordenadas geográficas de referência - 22° 15' 36,91" S e 41° 39' 34,70" O.

A rotina de atividades da brigada depende do seu estágio de alerta (Tabela 3), que é configurado em quatro níveis de alerta. Historicamente, a estratégia de detecção é mista, envolvendo o monitoramento remoto do ICMBio/Sede-DF, por ponto fixo (torre de observação de 15 metros na sede da UC, porção sul da UC) e móvel através rondas motorizadas nos períodos mais críticos de estiagem, além da comunicação por cidadãos do interior ou entorno direto da UC. Além disso, o Parque conta com parceiros locais como é o caso das Guardas Ambientais dos municípios abrangidos pela UC que auxiliam na detecção dos incêndios, aos quais são oferecidas vagas nos cursos de formação de brigadas do ICMBio conforme a demanda. Há também um ponto de observação na estrada que vai à Fazenda São Lázaro (Carapebus – RJ), com topografia mais elevada, que fornece uma boa visualização da área central da UC. Nos períodos mais críticos são feitas rondas móveis para aumentar a presença institucional na área de forma a inibir a ocorrência de ignições fortuitas. Está prevista, em parceria com o município de Quissamã e a Secretaria de Turismo do estado do

Rio de Janeiro, a construção de uma torre de observação no município de Quissamã, com 30 metros de altura, cobrindo a porção mais ao norte da UC, que ainda está em fase inicial de viabilização. Essa torre contará ainda com espaço para base administrativa para os funcionários do parque e do município de Quissamã.

Tabela 3 – Sistema de Alerta do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.

ALERTA	CONDIÇÕES	AÇÕES	RESPONSÁVEL
Potencial baixo de propagação do fogo.	Condições climáticas favoráveis; estação chuvosa com boa distribuição e volume de chuvas; lagoas com bom nível de espelho d' água; combustível herbáceo predominante verde.	Desenvolver atividades de manutenção, monitoramento, recuperação de áreas degradadas, educação ambiental e apoio em outras agendas da UC (uso público, pesquisa etc.) em detalhamento nos planos operacionais anuais.	Chefe da UC, Gerente do Fogo e Brigadistas
Potencial médio de propagação do fogo	Condições climáticas desfavoráveis em início, combustível herbáceo predominantemente seco; lagoas com nível de espelho d' água menor, acumulados mensais baixos na estiagem, com mais de 15 dias sem chuva; UR do ar acima de 50%.	Intensificar ronda e monitoramento.	Chefes de Brigada e Esquadrão
		Monitoramento diário de focos de calor.	Gerente do Fogo
		Equipamentos e ferramentas mantidos e prontos para combate.	Chefes de Brigada e Esquadrão
		Viaturas e embarcações de combate equipadas e abastecidas.	Gerente do Fogo e Chefes de Brigada e Esquadrão
Alto potencial de propagação do fogo.	Ocorrência de incêndios detectados no entorno; condições climáticas ruins acumuladas por mais de 30 dias; abertura recente das barras das lagoas; combustível herbáceo	Rondas e monitoramento diários, atenção redobrada nos bancos de taboas ressecados.	Gerente do Fogo e Chefes de Brigada e Esquadrão
		Equipamentos e ferramentas mantidos e prontos para combate.	Chefes de Brigada e Esquadrão
		Viatura e embarcações de combate equipadas e abastecidas.	Chefe da UC, Gerente do Fogo
		Monitoramento diário de focos de calor.	Gerente do Fogo.

	completamente seco.		
Combate.	Incêndio no interior ou entorno imediato da UC.	Mobilizar brigada e recursos próprios da UC.	Gerente do Fogo e Chefes de Brigada e Esquadrão
		Fazer o reconhecimento, ataque inicial, controle, extinção, patrulhamento final, vigilância e desmobilização.	Chefes de Brigada e Esquadrão
		Acionar parceiros locais, conforme necessário.	Chefe da UC e Gerente do Fogo.
		Realizar o levantamento do perímetro da área queimada.	Gerente do Fogo e Chefes de Brigada e Esquadrão
		Registrar a ocorrência no formulário específico e alimentar SIG.	Gerente do Fogo.
		Realizar Revisão Pós Ação	Gerente do Fogo e Brigadistas

* continuação Tabela 3

3.3.2.2 – Ações de supressão, integração interinstitucional e parcerias

O PNRJ mantém uma rede de relacionamentos bem consolidada com as Prefeituras Municipais de Macaé, Carapebus e Quissamã. O PNRJ caminha para formalizar as parcerias com os três municípios citados para o desenvolvimento do turismo, atividades de proteção e educação ambiental na UC, atualmente, Quissamã é o que está mais adiantado nesse processo. Dentro do escopo, existem ações previstas de apoio mútuo com as Guardas Ambientais e Defesas Civas dos três Municípios.

Uma vez confirmado o incêndio, a equipe de brigadistas faz o primeiro ataque ao fogo, caso este se comporte para além da capacidade de resposta da UC, é solicitado apoio da Guarda Ambiental do respectivo município e/ou Defesa Civil correspondente, além do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro (Figura 17). Se houver necessidade (nível II), existe a possibilidade de deslocar brigadistas de UC do ICMBio próximas (REBIO União, 54 km; REBIO Poço das Antas, 83 km), ou ainda solicitar o apoio da Brigada Tiro-Quente do PREVFOGO/IBAMA-RJ. Os combates no PNRJ até hoje se mantiveram no Nível I de acionamento, e tendem a serem controlados rapidamente nas primeiras 24_48 horas, com ou sem acionamento de parceiros locais. Porém, as atividades de extinção e vigilância podem

se estender mais em razão da ocorrência de incêndio subterrâneo na UC, que não costumam durar mais que sete dias. Desta forma, até a presente data, não foi necessário o estabelecimento de um Posto de Comando Unificado na sede da UC, pois a natureza das ocorrências permite que os combatentes estabeleçam o planejamento, desenvolvam as ações e distribuam as funções básicas do SCI diretamente em campo, a Figura 18 mostra o organograma padrão da Brigada do PNRJ.

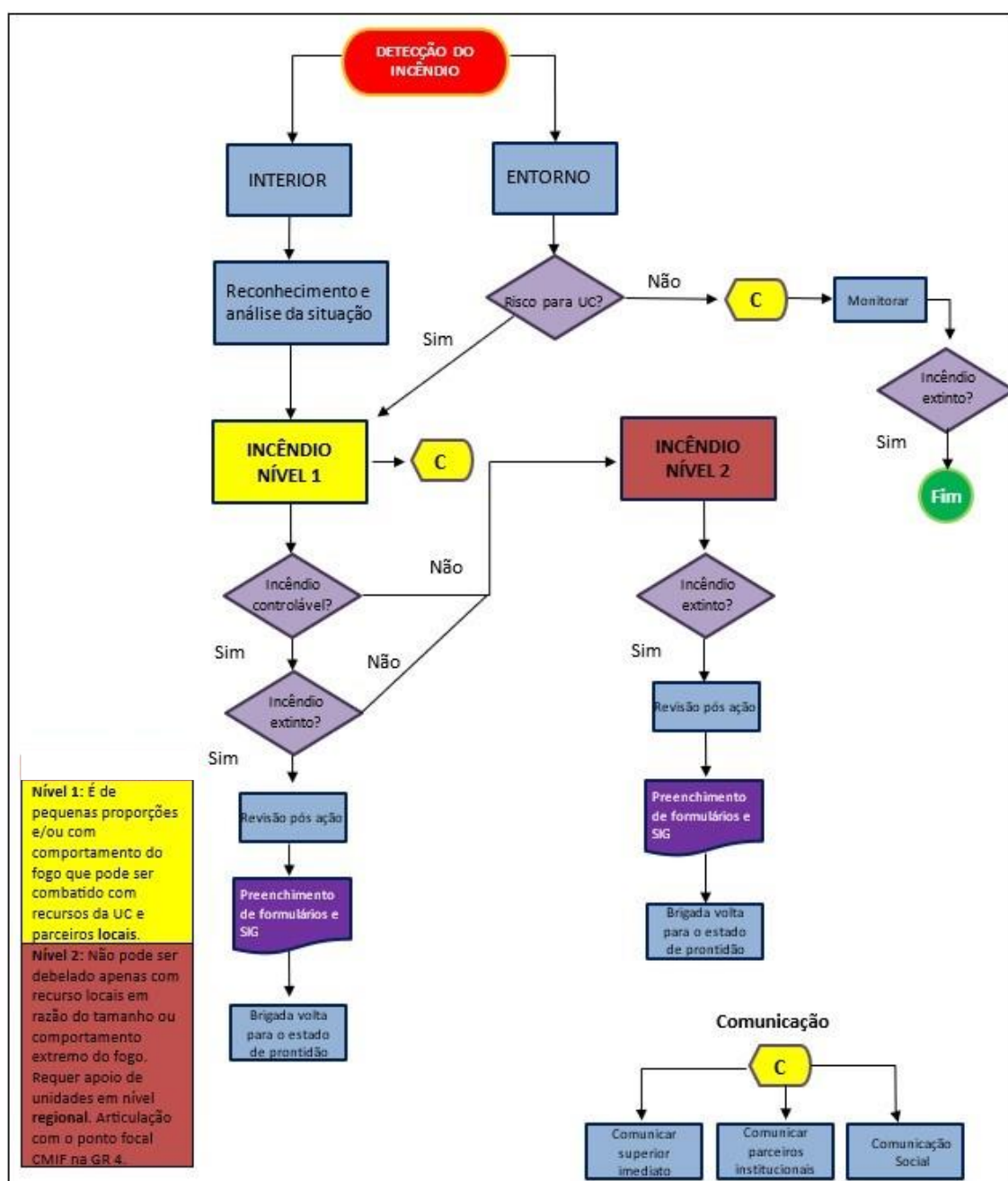


Figura 17 – Fluxograma de resposta aos incêndios florestais no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.

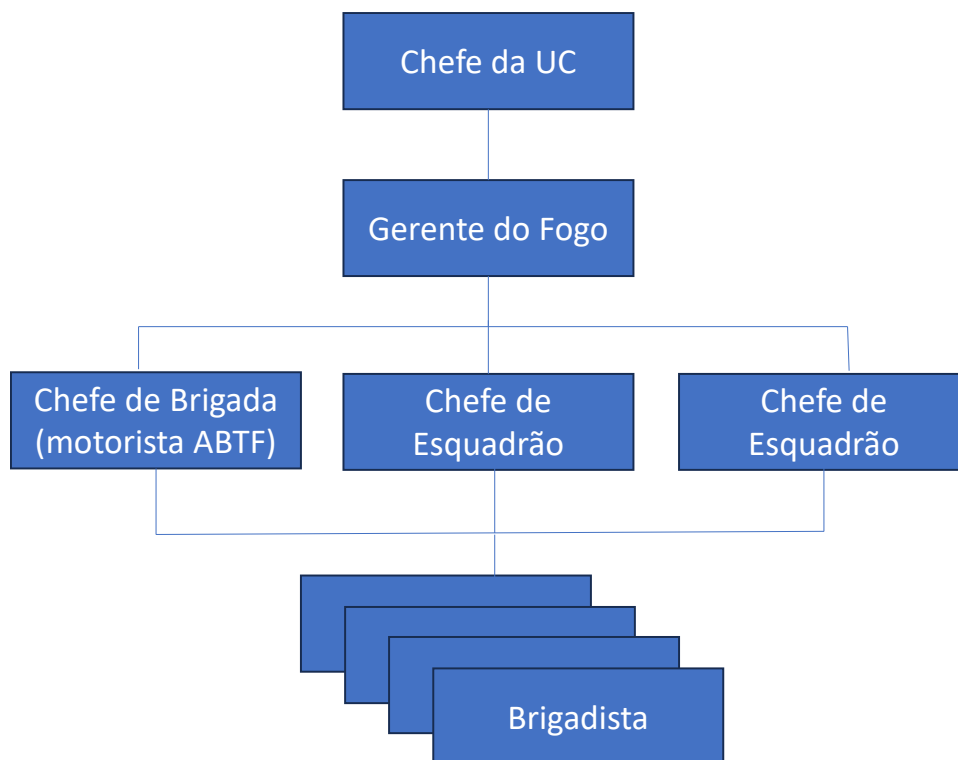


Figura 18 – Organograma básico da Brigada do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ.

A gestão da informação sobre as ocorrências de incêndios é muito importante de ser realizada com acuidade na gestão do fogo em UC. Por um lado, os registros de ocorrências de incêndios em UC costumam apresentar falhas no processo de aquisição e gestão dos dados (dos Santos et al. 2018). Pelo outro, o monitoramento remoto com base na detecção de focos de calor também possui limitações, por exemplo, em razão do tamanho reduzido das áreas atingidas e/ou de incêndios com curta duração temporal, do tipo de fogo (superficial e/ou subterrâneo em área florestal) ou da cobertura de nuvens elevada. Similarmente, a resolução espacial de 30 x 30m das imagens Landsat e as variáveis como NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e NBR (*Normalized Burn Ratio*), que representam a radiância média de uma área de 900 m², também resultam em desvios grandes nas estimativas e/ou em erros de omissão ou comissão, principalmente, na delimitação das cicatrizes de fogo em áreas pequenas. Além disso, o desenvolvimento de sistemas de classificação automática de cicatrizes de fogo disponíveis em plataformas de geoprocessamento/sensoreamento remoto, com base em processos de aprendizagem de máquina (*machine learning*), também não têm foco em contextos

espaciais reduzidos, o que demanda um grau de capacidades técnicas nas equipes locais para o refinamento dos scripts que ainda é raramente encontrado. Assim, no PNRJ, onde prevalecem incêndios rápidos e de tamanho reduzido (Tabela 4), a estratégia de melhor custo/benefício é investir na aquisição de dados de campo pelos brigadistas através de aplicativos de celular gratuitos, de fácil manuseio e manipulação de informações (importação/exportação de dados) e que demandam pouco investimento em capacitação. O ICMBio padronizou o uso do aplicativo Avenza Maps, que inclusive conta com tutorial em videoaula disponível na sua intranet.

Por fim, investir na prática da Revisão Pós Ação (RPA) como um procedimento operacional padrão das ocorrências é passo importante para melhorar as ações de supressão através do ganho de lições aprendidas. Resumidamente, ela é baseada em quatro perguntas orientadoras: O que estava planejado? O que realmente aconteceu? Por que aconteceu assim? Como podemos melhorar na próxima vez? A RPA deve estar focada nos resultados alcançados pela equipe e não na performance/erro individuais, ser efetivada com todo pessoal envolvido o mais brevemente possível após o término da ocorrência, e seu fechamento deve transmitir uma mensagem positiva para equipe.

Tabela 4 – Ocorrências de incêndios combatidos e registrados em formulários (ROI ou SCI 201) no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba entre 2015 e 2024.

ANO	MÊS	LOCAL	ÁREA QUEIMADA (ha)	Coordenadas Geográficas
2015	Agosto	Estrada São Lazaro	0,4	22°15'25.02" S 41°39'44.27" O
2015	Setembro	Avenida MPM	insignificante	22°17'59.71" S 41°41'59.38" O
2015	Outubro	Quissamã entorno	1,6	22° 9'22.64"S 41°28'52.25"O
2016	Abril	Sede perto lagoa Jurubatiba	insignificante	22°17'51.00"S 41°41'39.00"O
2017	Janeiro	Margem lagoa Jurubatiba	insignificante	22°17'42"S 41°41'41"O
2022	Março	Imbíu entorno	2,9	22°09'42.5 S 41°32'06.0 O
2022	Agosto	Avenida MPM	insignificante	22°18'02.87" S

				41°41'45.10" O
2022	Agosto	Visgueiro	2,5	22°11'16"S 41°25'32" O
2022	Agosto	João Francisco	13,8	22°12'03.79"S 41°28'59.94" O
2023	Dezembro	Estivinha	3	22°12'03" S 41°29'00" O
2024	Fevereiro	Canal perto MPM	3,7	22°17'40" S 41°17'38" O
2024	Setembro	Margem lagoa Piri-piri entorno	4,1	22°11'16" S 41°28'32" O
2024	Setembro	Canal próximo sítio Cocoricó	2,1	22°13'19" S 41°35'05" O

* continuação Tabela 4

3.4 – Síntese do Regime do Fogo

Este tópico é destinado a sintetizar as informações tratadas até agora para subsidiar a consolidação do planejamento estratégico dos próximos 5 anos no PNRJ:

- ✓ O ecossistema de restinga é categorizada como sensível ao fogo, embora algumas espécies vegetais possuam tolerância a este, em geral, sua vegetação irá possuir baixa resiliência ao fogo.
- ✓ Na restinga de Clusia (cerca de 30% da UC) o fogo tem menor potencial de propagação em decorrência da descontinuidade do combustível, pois as moitas são intercaladas por areia desnuda, em percentual variável 60_90%, que é função da topografia e do histórico de uso da área;
- ✓ Na restinga de Ericácia (cerca de 30% da UC) o fogo tem potencial de propagação variável conforme a pluviosidade, a topografia e seu histórico de uso que influenciam nos percentuais relativos de cobertura da vegetação lenhosa, a presença de cobertura herbácea contínua entre as moitas e o solo desnudo;
- ✓ A vegetação florestal soma cerca de 15% da área da UC e seu potencial de propagação varia conforme o nível do lençol freático que é função da

estiagem sazonal/interanual e da abertura das barras das lagoas. Nessas áreas os incêndios podem ter elevada severidade, dificuldade de controle e risco para os combatentes, em decorrência da quantidade e do grau de umidade do combustível morto acamado sobre o solo e do perigo de queda de árvores;

- ✓ As lagoas costeiras ocupam cerca de 10% da superfície da UC, embora possuam espelho d'água variável em função da estiagem (sazonal e plurianual) e da abertura da barra das lagoas. A presença de brejos herbáceos (estandes de taboa) é fator de risco para ocorrência de incêndios de alta intensidade, e seu contato com as matas representa um perigo iminente para incêndios subterrâneos de alta severidade;
- ✓ Além desses fatores temporais, pode ocorrer variação no espelho d'água das lagoas em função de diferenças na precipitação no eixo N/S, com o primeiro com tendência de possuir menores totais anuais;
- ✓ A mortalidade de estandes de taboa é o principal fator de perigo para ocorrência de incêndios maiores, embora haja diversas fontes potenciais de ignição humana;
- ✓ Apesar do baixo grau de regularização fundiária (15%), a ausência do uso do fogo para produção pelos proprietários torna o regime de fogo na UC como de baixa criticidade. Os incêndios são infrequentes, atingem áreas reduzidas e são controlados/extintos de forma rápida, sem ultrapassar o nível I de acionamento.
- ✓ É necessário aprofundar as relações existentes entre o clima, vegetação, processos ecossistêmicos (“*cheia/seca*” das lagoas) e ignições humanas no PNRJ.

A Figura 19 exemplifica uma estratégia de gestão aos incêndios baseada na principal cadeia causal diagnosticada neste PMIF. A ausência de maior compreensão sobre as causas desses incêndios direciona a resposta para a minimização de suas consequências (objetivo estratégico), através da adoção de uma série de atividades prévias (atividades de prevenção/preparação).

Contudo, entender quem, por que, quando e onde se faz o uso do fogo é parte fundamental da sua gestão integrada (Berlinck & Batista 2020, Copes-Gerbitz et al.

2024). A taboa tem usos diversificados ao redor do mundo (Europa, Ásia, Américas e Oceania), eles abrangem desde a alimentação e artesanato até a biorremediação de ambientes aquáticos (Carvalho et al. 2021, Santos et al. 2022).

O avanço da gestão deve caminhar para entender a motivação dessas ignições e no que pode ser feito para reduzir seus efeitos negativos. A busca sistemática e inovadora por soluções negociadas/acordadas com o universo de atores interessados é parte integrante do processo de gestão do MIF. Por exemplo, há relatos que indicaram uma redução nas ignições de proprietários após o início do manejo dos taboais por artesãos em ecossistemas fluminenses relativamente próximos (ver Marques 2015).

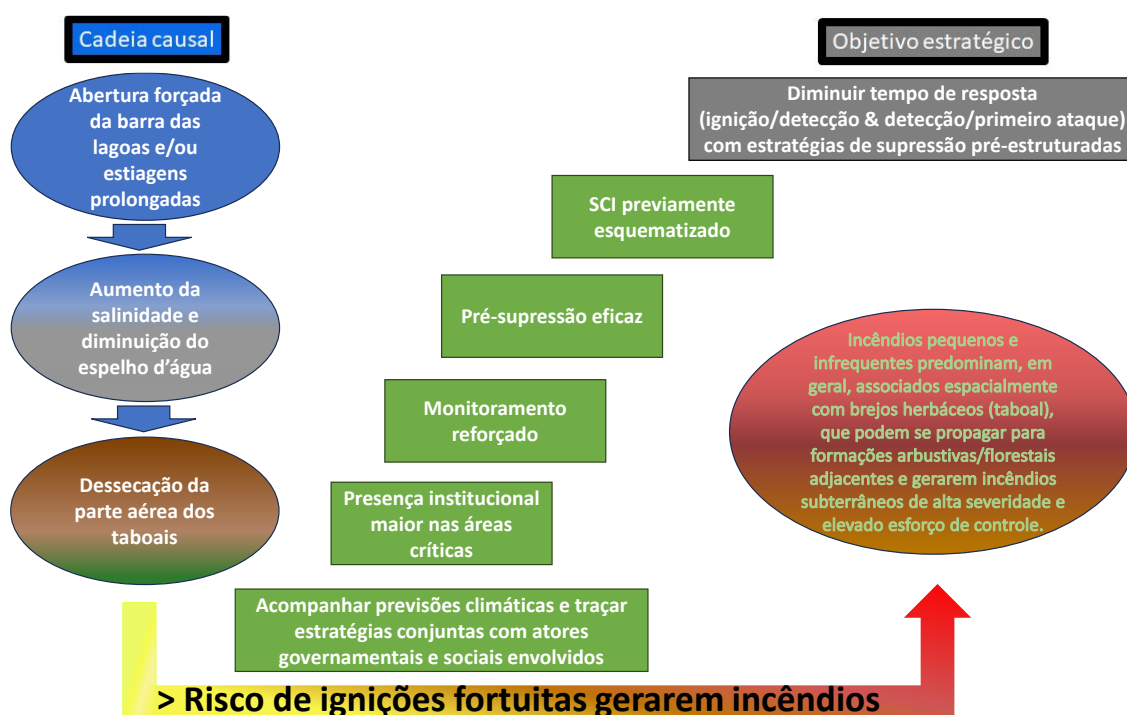


Figura 19 – Modelo de diagnóstico e análise situacional para o planejamento do MIF aplicado ao caso dos incêndios em brejo herbáceos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ.

4 – Consolidação do Planejamento

4.1 – Gestão do conhecimento

Não há uma definição universal na literatura para esse termo, porém, a gestão do conhecimento pode ser entendida, em seu sentido mais amplo, como um conjunto de

práticas de criação, compartilhamento, uso e gerenciamento (aquisição, manipulação e disponibilização) de informação visando gerar conhecimento institucional. No âmbito do MIF, as fontes de informação neste processo devem englobar práticas/ações/procedimentos que integrem os três lados do triângulo (Ecologia, Cultura e Manejo do fogo), representados por suas três principais fontes: acadêmica, tradicional/popular e técnica, respectivamente (Esch et al. 2018). Além disso, a aplicação no serviço público deve ter como premissa aprimorar o desempenho institucional para melhorar os serviços (qualidade/quantidade/transparência) prestados no atendimento das necessidades dos cidadãos (Batista 2012).

Nesse contexto, o MIF e a gestão do conhecimento possuem premissas comuns importantes, como ser inclusivo, plástico, participativo, integrativo e colaborativo. Essas premissas são aplicáveis em qualquer escala da gestão, do interpessoal ao interinstitucional, e segue o escopo básico do ciclo PDCA (planejar, realizar, checar e ajustar), porém o foco é no conhecimento e não mais no planejamento em si (ciclo KDCA, Figura 20) que é baseado em ações de identificação de lacunas de conhecimento, criação/conversão de conhecimento para preenchê-los, armazenamento/compartilhamento de lições aprendidas e na aplicação das inovações em processos finalísticos (Batista 2012).

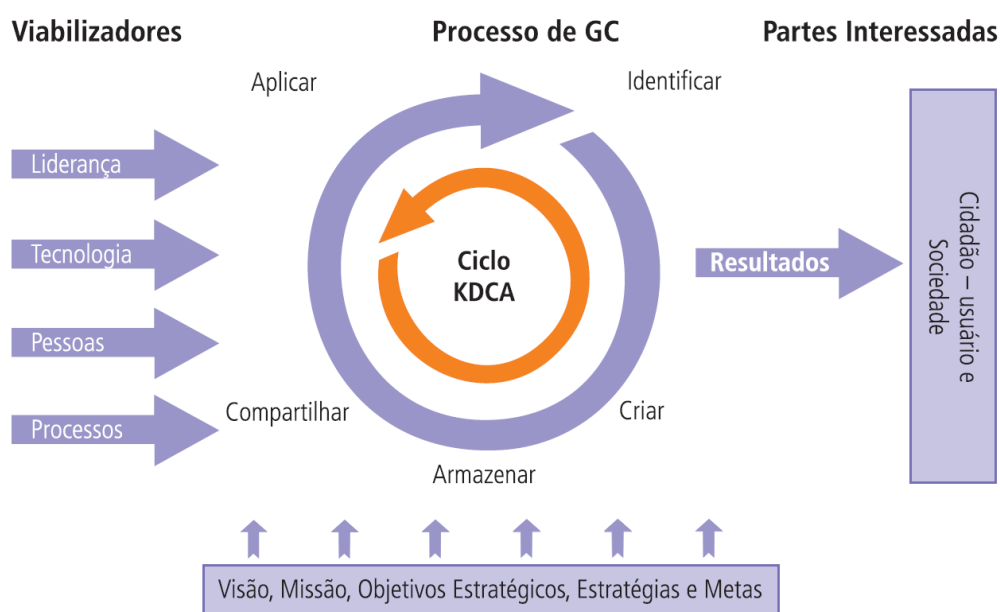


Figura 20 - Modelo conceitual de Gestão do Conhecimento voltado para a administração pública (Fonte: Batista 2012).

O PNRJ tem um grande potencial de interlocução e acesso a fontes de dados e informações científicas pelo vínculo histórico com o NUPEM/UFRJ e por contar com um PELD em seu território. As lacunas de conhecimento indicadas ao longo deste PMIF, por exemplo, envolvendo as interações entre meteorologia, regime hidrológico das lagoas costeiras, teor de umidade do combustível morto no solo das formações florestais, agentes de ignição, desenvolvimento e senescência de estandes de taboa e fontes de ignição/propagação do fogo subterrâneo, podem gerar produtos com aplicabilidade mais direta na gestão do fogo no PNRJ, além de atenderem ao interesse científico mundial crescente (e.g., Pyne 2007, Hiers et al. 2020, Kelly et al. 2020, Li et al. 2023, Copes-Gerbitz et al. 2024).

Uma alternativa simplificada é se estabelecer protocolos de monitoramento nas áreas queimadas do PNRJ. O Programa Monitora do ICMBio possui protocolos de simples aplicação para o monitoramento de ambientes campestres e savânicos, que vêm sendo aplicados por brigadistas nas UC do ICMBio, que podem ser adaptados para a vegetação de restinga. A existência de séries temporais longas de dados pode subsidiar a tomada de decisões da gestão e alavancar o desenvolvimento de boas perguntas a serem refinadas por estudos de viés mais acadêmico.

Não obstante, em termos dos viabilizadores da gestão do conhecimento, intencionamos desenvolver as seguintes linhas de ação nos próximos 5 anos:

- ✓ Liderança: difundir a abordagem do MIF, observando o disposto neste PMIF, na Portaria ICMBio 1.150/2022 e na Lei 14.944/2024, na região do PNRJ, em quaisquer oportunidades de comunicação e interlocução com os agentes governamentais e sociais envolvidos na temática do fogo;
- ✓ Tecnologia: Desenvolver banco de dados georreferenciado das áreas atingidas por fogo na UC e seu entorno direto; elaborar e disponibilizar para as equipes em atividade na UC arquivo anual georreferenciado para o aplicativo Avenza Maps das áreas atingidas por fogo dos últimos quatro anos; elaboração de protocolo de monitoramento de risco de incêndio dos estandes de taboa;
- ✓ Pessoas: viabilizar a participação de servidores efetivos e temporários em treinamentos em serviço, intercâmbios e capacitações da CMIF;

- ✓ Processos: observar os princípios, diretrizes e procedimentos do SCI independentemente do nível de acionamento do incêndio; manter uma sistemática de monitoramento das condições de clima/tempo; tornar a Revisão Pós Ação um procedimento operacional padrão nas atividades de prevenção e combate na UC.

Atualmente, o regime do fogo do PNRJ pode ser considerado como de baixa criticidade. Porém, futuramente, se houver alterações em seus parâmetros que justifiquem o uso do fogo como ferramenta de conservação para proteção de áreas mais sensíveis deve ser avaliada. Assim, a realização de queimas prescritas e/ou de abertura de aceiros negros com foco na proteção das formações florestais não deve ser descartada e deverá possuir um programa de monitoramento dos efeitos do fogo associado. Previamente, será importante comunicar de forma ampla, além de mobilizar e engajar atores representativos para a gestão do fogo na UC nesse processo. As estratégias de comunicação (ver item seguinte) são indispensáveis quando a gestão muda a direção na abordagem de temas atualmente tão sensíveis como é o caso do fogo em ambientes naturais protegidos (ver ICMBio 2023). Faz-se necessário desmistificar o papel unidirecional de vilão atribuído a ele, esclarecendo seu importante papel evolutivo e estruturante nos padrões de biodiversidade na Terra, e reforçar que seu uso em áreas protegidas é uma decisão de manejo que tem como lógica minimizar seus efeitos deletérios e maximizar os positivos balanceando a preservação e conservação da natureza e o bem-estar social.

4.2 – Comunicação institucional e o MIF como instrumento participativo

A comunicação institucional é um dos pilares do MIF ainda mais crasso em virtude de sua novidade no contexto normativo brasileiro. Por exemplo, é importante que UC que iniciem um programa de queimas prescritas, elaborem um plano de comunicação (ICMBio 2023) para garantir a qualidade da informação e atender aos diversos públicos-alvo necessários. Todavia, um dos veículos iniciais de comunicação é aproveitar a própria estrutura e dinâmica do Conselho Consultivo da UC para difusão e engajamento na gestão do fogo com a criação de espaços de discussão previstos em seu regimento interno. O planejamento do MIF tem como uma de suas premissas

a utilização do manejo adaptativo (ICMBio 2022). Após ser elaborado o planejamento estratégico do PMIF, as ações são desdobradas em Planos Operativos Anuais (POA) que são monitorados por Relatórios Anuais que, em conjunto com oportunidades, novos saberes e demais planejamentos da UC, retroalimentam e proporcionam a adequação das estratégias, anualmente (Figura 21).

Estas ocasiões podem ser utilizadas como veículo de comunicação e refinamento do PMIF com a apresentação de seus resultados e replanejamento das atividades anuais, pois ao mesmo tempo em que propicia a transparência da gestão, permite a desejável agregação de outros saberes para além do técnico-científico. Desde 2014, com os primeiros testes piloto em um conjunto de UC selecionadas para iniciar a abordagem do MIF (e.g., Fidelis et al. 2018, Schmidt et al. 2018, Mistry et al. 2019), que a inclusão de setores outrora afastados da gestão das UC e a aplicação de seus saberes tradicionais têm se destacado como mola propulsora na transformação de regimes do fogo extremamente agressivos para regimes mais adequados.

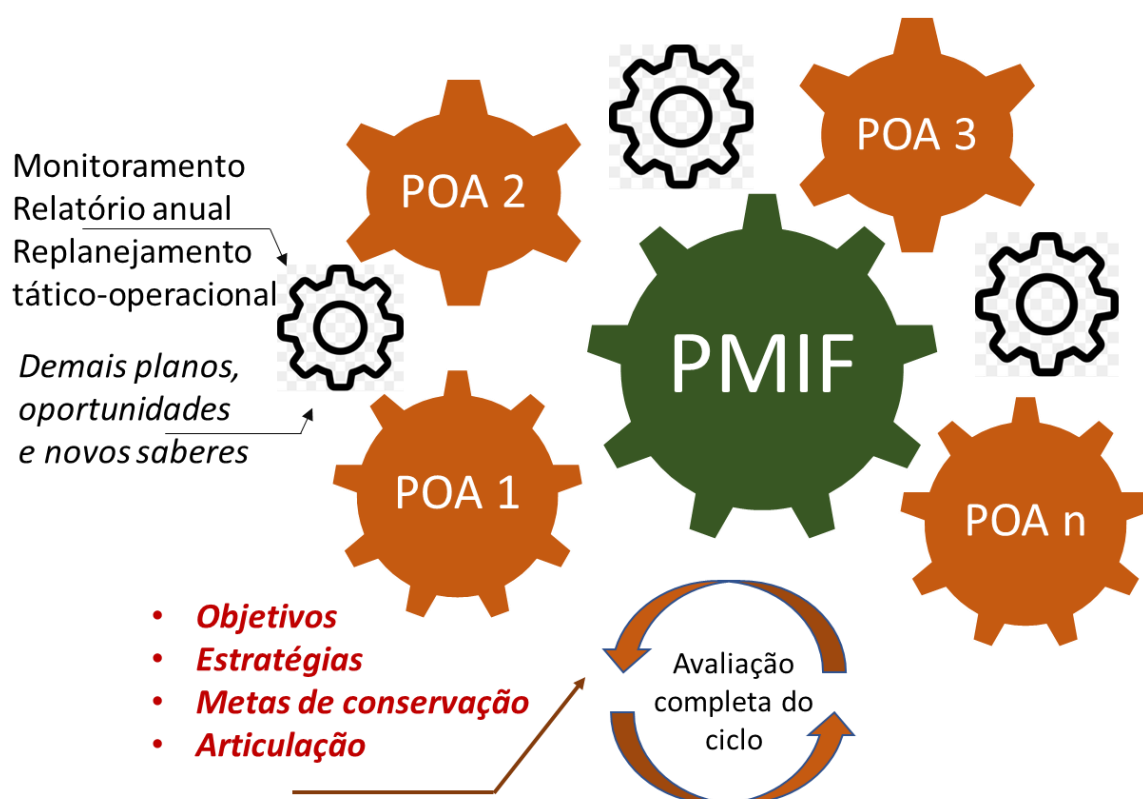


Figura 21 - Modelo de gestão adaptativa no planejamento estratégico dos Planos de Manejo Integrados do Fogo no ICMBio.

O PNRJ já conta com vários instrumentos de comunicação ao público, restando a inclusão do MIF como uma linha temática informativa:

- ✓ Página oficial – www.icmbio.gov.br/parnajurubatiba
- ✓ Instagram oficial – jurubatiba.official
- ✓ Sinalização via placas - graças à oficina de sinalização em instalação neste momento o Parque possui uma grande capacidade de comunicação via placas, banner e materiais impressos;
- ✓ Comunicação via parceiros – O Parque possui parcerias com as Prefeituras de Macaé, Carapebus e Quissamã e pode aproveitar os veículos de comunicação destes municípios para a comunicação com o público.

Dentro deste contexto, podem ser produzidos informes sobre períodos mais críticos com maior risco de incêndios, divulgação de práticas que minimizem o risco de incêndios e/ou de alternativas ao uso do fogo na produção agropecuária, telefones de contato em caso de emergência de incêndios, dentre outras informações. A abordagem do MIF também pode ser trabalhada pela educação ambiental de forma a conscientizar os estudantes, professores, visitantes e seus condutores na UC.

4.3 – Sistematização do planejamento

A Figura 22 traz a matriz lógica do planejamento do MIF com seus objetivos, estratégias, ações bem como suas respectivas metas e indicadores para o próximo quinquênio no PNRJ. A frequência de mensuração dos indicadores é anual, mesmo para os objetivos cujas metas sejam estabelecidas para o quinquênio.

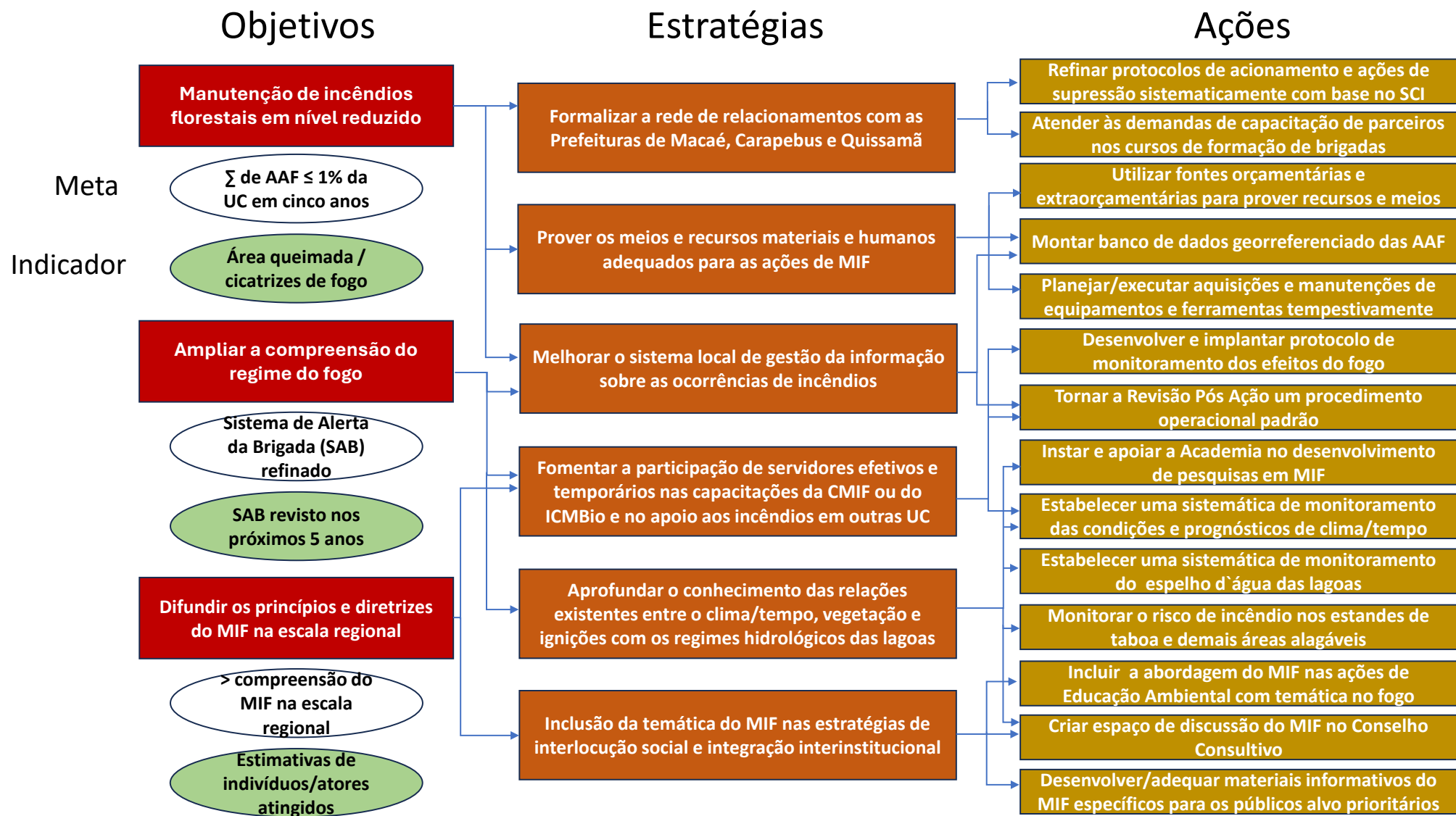


Figura 22 – Matriz lógica do planejamento para as ações de Manejo Integrado do Fogo no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (2025_2030).

5 – Referências bibliográficas

- ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M. & SPAROVEK, G. (2014). Köppen's classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711–728.
- ANDRADE, C.F., DUARTE, J.B., BARBOSA, M.L.F., ANDRADE, M.D., et al. (2019). Fire outbreaks in extreme climate years in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Land Degradation & Development* 30: 1379-1389.
- ARAUJO, D.S.D. & PEIXOTO, A.L. (1977). Renovação da comunidade vegetal de restinga após uma queimada. Pp 1–17 in Academia Brasileira de Ciências (ed.). *Trabalhos do XXVI Congresso Nacional de Botânica*. Rio de Janeiro.
- ARAUJO, D.S.D., SCARANO, F.R., SÁ, C.F.C., KURTZ, B.C., et al. (1998). Comunidades vegetais do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: Esteves, F.A (ed.). *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé*. NUPEM-UFRJ, Rio de Janeiro. Pp. 37-62.
- ARAUJO, D.S.D. (2000). Análise florística e fitogeográfica das “restingas” do estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 176p.
- BATISTA, F.F. (2012). Modelo de gestão do conhecimento para a administração pública brasileira: como implementar a gestão do conhecimento para produzir resultados em benefício do cidadão. IPEA, Brasília, 132p.
- BERLINCK, C. & BATISTA, E. (2020). Good fire, bad fire: It depends on who burns. *Flora* 268: 151610.
- BERLINCK, C.N. & LIMA, L.H.A. (2021). Implementation of Integrated Fire Management in Brazilian Federal Protected Areas: Results and Perspectives. *Biodiversidade Brasileira – BioBrasil*. Edição Temática: 7th International Wildland Fire Conference. n. 2.
- BOND, W.J. & SCOTT, A.C. (2010). Fire and the spread of flowering plants in the Cretaceous. *New Phytologist* 188: 1137-1150.
- BOND, W.J. (2015). Fire in the Cenozoic: a late flowering of flammable ecosystems. *Frontiers in Plant Science* 5:749. DOI=10.3389/fpls.2014.00749
- BOWMAN, D.M.J.S., BALCH, J.K., ARTAXO, P., BOND, W.J. et al. (2009). Fire in the Earth System. *Science* (324): 481–484.
- BOWMAN, D.M.J.S., O'BRIEN, J.A. & GOLDAMMER, J.G. (2013). Pyrogeography and the global quest for sustainable fire management. *Annual Review of Environment and Resources* 38: 57–80.
- BRADSHAW, S.D., DIXON, K.W., HOPPER, S.D., LAMBERS, H. & TURNER, S.R. (2011). Little evidence for fire-adapted plant traits in Mediterranean climate regions. *Trends in Plant Science* 16: 69-76.
- CARIS, E.A.P., KURTZ, B.C., CRUZ, C.B.M. & SCARANO, F.R. (2013). Vegetation cover and land use of a protected coastal area and its surroundings, southeast Brazil. *Rodriguésia* 64: 747-755.
- CARVALHO, J.D.T., BÁEZ-LIZARAZO & RITTER, M.R. (2021). Revisão entobotânica de *Typha* L. (Typhaceae) no Brasil. *Ethnoscience* 3: 159-172.
- CASTRO, P.I.B., PEDROSO, R., LAUTENBACH, S., et al. (2019). Spatial Patterns of Farmland Abandonment in Rio de Janeiro State. In: Nehren, U., Schlüter, S., Raedig, C., Sattler, D., Hissa, H. (eds) *Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro*. Springer Series on Environmental Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89644-1_6
- CASTRO, P.I.B., YIN, H., TEIXERA Jr., P.D., et al. (2022). Sugarcane abandonment mapping in Rio de Janeiro state Brazil. *Remote Sensing of Environment* 280: 113194.
- CIRNE, P., ZALUAR, H.L.T. & SCARANO, F.R. (2003). Plant diversity, interspecific associations, and postfire resprouting on a sandy spit in a Brazilian coastal plain. *Ecotropica* 9: 33-38.

- COELHO, C.A.S., OLIVEIRA, C.P., AMBRIZZI, T., REBOITA, M.S., et al. (2015). The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics* 46: 3737-3752.
- COPEES-GERBITZ, K., SUTHERLAND, I.J., DICKSON-HOYLE, S., BARON, J.N. et al. (2024). Guiding principles for transdisciplinary and transformative fire research. *Fire Ecology* 20:12.
- DÄTWYLER, C., GROSJEAN, M., STEIGER, N.J. & NEUKOM, R. (2020). Teleconnections and the relationship between the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) and the Southern Annular Mode (SAM) in reconstructions and models over the past millennium. *Climate of the Past* 16: 743-756.
- DOS SANTOS, J.F.C., ROMEIRO, J.M.N., ASSIS, J.B., TORRES, F.T.P. & GLERIANI, J.M. (2018). Potentials and limitations of remote fire monitoring in protected areas. *Science of the Total Environment* 616-617: 1347-1355.
- ESCH, B.E., WALTZ, A.E.M., WASSERMAN, T.N., & KALIES, E.L. (2018). Using best available science information: determining best and available. *Journal of Forestry* 116(5): 473-480.
- ESTEVEES, B.S. (2009). Efeitos das variáveis ambientais sobre *Typha domingensis* Pers. em lagoas costeiras da região Norte Fluminense. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 139p.
- ESTEVEES, B.S. & SUZUKI, M.S. (2008a). Efeito da salinidade sobre plantas. *Oecologia Brasiliensis* 12: 662-679.
- ESTEVEES, B.S. & SUZUKI, M.S. (2008b). *Typha domingensis* Pers. subject to interactions among water level and fire event in a tropical lagoon. *Acta Limnologica Brasiliensia* 20: 227-234.
- FASIABEN, M.C.R., OLIVEIRA, S.R.M., MORAES, A.S. & ALMEIDA, M.M.T.B., et al. (2022). Diferenciação e caracterização de municípios produtores de bovinos de corte no bioma Mata Atlântica segundo o Censo Agropecuário 2017. *Revista Brasileira de Computação Aplicada* 14: 67-74.
- FIDELIS, A., ALVARADO, S.T., BARRADAS, A.C. & PIVELLO, V.R. (2018). The year 2017: megafires and management in the Cerrado. *Fire* 1: 49.
- FINKE, K., JIMÉNEZ-ESTEVEES, B., TASCHETTO, A.S., UMMENHOFER, C.C. et al. (2020). Revisiting remote drivers of the 2014 drought in South-Eastern Brazil. *Climate Dynamics* 55: 3197-3211.
- FOLHARINI, S.O. & FURTADO, A.L.S. (2023). Análise da precipitação no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Pp 03-17. In: Gonçalves, et al. (Eds.); Dimensões ecológicas, geológicas e humanas em estudos de longa duração no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro. Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- GLENN, E., THOMPSON, T.L., FRYE, R., RILEY, J. & BAUMGARTNER, D. (1995). Effects of salinity on growth and evapotranspiration of *Typha domingensis* Pers. *Aquatic Botany* 52: 75-91.
- HANTSON, S., LASSLOP, G., KLOSTER, S. & CHUVIECO, E. (2015). Anthropogenic effects on global mean fire size. *International Journal of Wildland Fire* 24(5): 589-596.
- HARDESTY, J., R. MEYERS & W. FULLKS (2005). Fire, ecosystems, and people: A preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum* 22(4): 78-87.
- HE, T., LAMONT, B.B. & PAUSAS, J.G. (2019). Fire as a key driver of Earth's biodiversity. *Biological Reviews* 94: 1983-2010.
- HIERS, J.K., O'BRIEN, J.J., VARNER, J.M., BUTLER, B.W., et al. (2020). Prescribed fire science: the case for a refined research agenda. *Fire Ecology* 16:11.
- ICMBio (2008/2020) – Plano de Manejo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Brasília, DF, 217p.
- ICMBio (2022). Roteiro para elaboração do Plano de Manejo Integrado do Fogo das Unidades de Conservação Federais. Brasília, DF, 42p.

- ICMBio (2023). Programa de comunicação de queimas prescritas: Parque Nacional da Chapada dos Guimarães. Brasília, DF, 20p.
- IPCC (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III. *Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva, Switzerland, 184 pp.
- JOLLY, W., COCHRANE, M., FREEBORN, P. et al. (2015). Climate-induced variations in global wildfire danger from 1979 to 2013. *Nature Communications* 6: 7537.
- KAYANO, M.T. & CAPISTRANO, V.B. (2014). How the Atlantic multidecadal oscillation (AMO) modifies the ENSO influence on the South American rainfall. *International Journal of Climatology* 34: 162-178.
- KELLY, L.T., GILJOHANN, K.M., DUANE, A., AQUILUÉ, N. et al. (2020). Fire and biodiversity in the Anthropocene. *Science* 370: eabb0355.
- KELLY, L.T., FLETCHER, M-S, MENOR, I.O., PELLEGRINI, A.F.A et al. (2023). Understanding fire regimes for a better Anthropocene. *Annual Review of Environment and Resources* 48:14.1–14.29.
- KRAWCHUK M.A., MORITZ, M.A., PARISIEN, M-A, VAN DORN, J. & HAYHOE, K. (2009). Global Pyrogeography: The Current and Future Distribution of Wildfire. *PLoS ONE*: 4: e5102.
- KEELEY, J.E., PAUSAS, J., RUNDEL, P.W., BOND, W.J. & BRADSTOCK, R.A. (2011). Fire as an evolutionary pressure shaping plant traits. *Trends in Plant Science* 16(8): 406-411.
- LEDRU, M-P. & ARAÚJO, F.S. (2023). The Cerrado and restinga pathways: two ancient biotic corridors in the neotropics. *Frontiers of Biogeography* 15: e59398.
- LEDRU, M-P., MONTADE, V., BLANCHARD, G. & HÉLY, C. (2016). Spatial changes in the distribution of the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 48: 159-169.
- LI, T., CUI, L., LIU, L., CHEN, Y. et al. (2023). Advances in the study of global forest wildfires. *Journal of Soils and Sediments* 23: 2654-2668.
- LÓPEZ-ROSAS, H., ESPEJEL-GONZÁLEZ, V.E., & MORENO-CASASOLA, P. (2021) Variaciones espacio-temporales del nivel y salinidad del agua afectan la composición de especies del manglar-tular. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* I (Núm.Esp.): e2674.
- MAPBIOMAS (2024). Projeto MapBiomias – Coleção 3 do MapBiomias Fogo, Coleção 3 do Mapeamento da Superfície de Água do Brasil, acessados em 25/07/2024 através do link: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>.
- MARENGO, J.A., LIEBMANN, B., GRIMM, A.M., MISRA, V. et al. (2010). Recent developments on the South American monsoon system. *International Journal of Climatology* 32: 1-21.
- MARQUES, M.C.H. (2015). *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae): do artesanato à fitorremediação de ambientes aquáticos continentais eutrofizados. Dissertação de Mestrado. 104 pp. NUPEM/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MARTIN, L., SUGUIO, K., FLEXOR, J.M., DOMINGUEZ, J.M.L. & AZEVEDO, A.E.G. (1984). Evolução da planície costeira do Rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: Influência das variações do nível do mar. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, p. 84–97.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K. & FLEXOR, J.M. (1993). As flutuações de nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de “deltas” brasileiros. *Boletim do Instituto de Geologia – USP* 15: 1-186.
- MASLIN, M.A. & CHRISTENSEN (2007). Tectonics, orbital forcing, global climate change, and human Evolution in Africa: introduction to the African paleoclimate special volume. *Journal of Human Evolution* 53: 443-464.
- MCLAUCHLAN, K.K., HIGUERA, P.E., MIESEL, J., ROGERS, B.M. et al. (2020). Fire as fundamental process: research advances and frontiers. *Journal of Ecology* 108: 2047-2069.

- MISTRY, J., SCHMIDT, I.B., ELOY, L. & BILBAO, B. (2019). New perspectives in fire management in South American savannas: the importance of intercultural governance. *Ambio* 48: 172-179.
- MORITZ, M.A., MORAIS, M.E., SUMMERELL, L.A., CARLSON, J.M. & DOYLE, J. (2005). Wildfires, complexity, and highly optimized tolerance. *PNAS* 102: 17912-17917
- MUEHE, D., LIMA, C.F. & BARROS, F.M.L. (2006). Erosão e progradação no litoral brasileiro – Rio de Janeiro. Pp. 265-296. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- MUZA, M.N., CARVALHO, L.M.V., JONES, C. & LIEBMANN, B. (2009). Intraseasonal and interannual variability of extreme dry and wet events over southeastern South America and the subtropical Atlantic during austral summer. *Journal of Climate* 22: 1682-1699.
- MYERS, R. L. (2006). Convivendo com o Fogo — Manutenção dos Ecossistemas & Subsistência com o Manejo Integrado do Fogo. The Nature Conservancy, Global Fire Initiative.
- NIMMO, D.G., CARTHEY, A.J.R., JOLLY, C.J. & BLUMSTEIN, D.T. (2021). Welcome to the Pyrocene: Animal survival in the age of megafire. *Global Change Biology* 00:1-10. DOI:10.1111/gcb.15834
- PALMA-SILVA, C., ALBERTONI, E.F. & ESTVES, F.A. (2005). Clonal growth of *Typha domingensis* Pers., subject to drawdowns and interference of *Eleocharis mutata* (L.) Roem. et Schult. in a tropical coastal lagoon (Brazil). *Wetlands Ecology and Management* 13: 191–198.
- PAUSAS, J.G. & KEELEY, J.E. (2009). A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience* 59: 593-601
- PAUSAS, J.G. & PARR, C.L. (2018). Towards an understanding of the evolutionary role of fire in animals. *Evolutionary Ecology* 32:113–125.
- PIACSEK, P., BEHLING, H., STRÍKIS, N.M., BALLALAI, J.M., et al. (2022). Response of vegetation to hydroclimate changes in northeast Brazil over the last 130 kyrs. *Palaeogeography, palaeoclimatology, Palaeoecology* 605: 111232.
- PIMENTEL, M.C.P., BARROS, M.J., CIRNE, P., MATTOS E.A. et al. (2007). Spatial variation in the structure and floristic composition of “restinga” vegetation in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 543-551.
- PONZIO, K.J., MILLER, S.J. & LEE, M.A. (2004). Long-term effects of prescribed fire on *Cladium jamaicense* Crantz and *Typha domingensis* Pers. densities. *Wetlands Ecology and Management* 12: 123-133.
- PYNE, S.T. (2007). Problems, paradoxes, paradigms: triangulating fire research. *International Journal of Wildland Fire* 16: 271–276.
- PYNE, S.T. (2023). Piroceno: de como a Humanidade criou um Idade do Fogo e o que virá a seguir. Livros Zigurate, Lisboa, Portugal, 199pp.
- RAIA, A. & CAVALCANTI, I.F.A. (2008). The life cycle of the South American monsoon system. *Journal of Climate* 21: 6227-6246.
- RAO, V.B., FRANCHITO, S.H., SANTO, C.M.E. & GAN, M.A. (2016). Na update on the rainfall characteristics of Brazil: seasonal variations and trends in 1979-2011. *International Journal of Climatology* 36: 291-302.
- REBOITA M.S., AMBRIZZI, T., CRESPO, M., DUTRA, L.M.M. et al. (2021). Impact of teleconnection patterns on South America climate. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1504: 116-153.
- REBOITA, M.S., FERREIRA, G.W.S., RIBEIRO, J.G.M., ROCHA, R.P. & RAO, V.B. (2023). South American monsoon lifecycle projected by statistical downscaling with CMIP6-GCMs. *Atmosphere* 14: 1380.

- REHBEIN, A., DUTRA, L.M.M., AMBRIZZI, T., ROCHA, R.P., et al. (2018). Severe weather events over southeastern Brazil during 2016 dry season. *Advances in Meteorology* 2018: 1-15.
- SÁ, C.F.C. (1993). Regeneração de um trecho de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica)/ Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SAFFORD, H.F. (2007). Brazilian Páramos IV: Phytogeography of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 34: 1701-1722.
- SÁNCHEZ-BOTERO, J.I., LEITÃO, R.P., CARAMASCHI, E.P. & GARCEZ, D.S. (2007). The aquatic macrophytes as refuge, nursery and feeding habitats for freshwater fish from Cabiúnas Lagoon, Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis* 19: 143-153.
- SANTOS, M.C. (2008). Contribuição à gestão das lagoas costeiras: conhecimento tradicional, técnico e científico associado ao manejo dos recursos naturais da Lagoa de Carapebus, Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba – RJ. Dissertação de Mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, 135p.
- SANTOS, M.H.B., VIEIRA, I.R. & BARROS, R.F.M. (2022). Ecologia, serviços ecossistêmicos e gestão da planta aquática *Typha domingensis* Pers. *Revista Brasileira de Geografia Física* 15: 535-545.
- SCARANO, F.R. (2002). Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524.
- SCARANO, F.R. (2009). Plant communities at the periphery of the Atlantic rain forest: rare-species bias and its risks for conservation. *Biological Conservation* 142: 1201-1208.
- SCHMIDT, I.B., MOURA, L.C., FERREIRA, M.C., L. ELOY, L. et al. (2018). Fire management in the Brazilian savanna: first steps and the way forward. *Journal of Applied Ecology* 55: 2094–2101.
- SCOTT, A.C., CHALONER, W.G., BELCHER, C.M. & ROOS, C.I. (2016). The interaction of fire and mankind: introduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 371: 20150162.
- SIMON M.F., R. GREETHER, L.P. QUEIROZ, C. SKEMA, R.T. et al. (2009). Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106: 20359–20364.
- VERA, C., HIGGINS, W., AMADOR, J., AMBRIZZI, T., et al. (2006). Towards a unified view of the American Monsoon Systems. *Journal of Climate* 19: 4977-5000.
- WANG, G. & CAI, W. (2013). Climate-change impact on the 20th-century relationship between the Southern Annular Mode and global mean temperature. *Scientific Reports* 3:2039.
- YU, J. Y., PAEK, H., SALTZMAN, E. S., & LEE, T. (2015). The early 1990s change in ENSO-PSA-SAM relationships and its impact on Southern Hemisphere climate. *Journal of Climate* 28: 9393–9408.
- ZALUAR, H. L. T. & SCARANO, F. R. (2000). Facilitação em restingas de moitas: um século de buscas por espécies focais. In: ESTEVES, F. A.; LACERDA, L. D. (coord.). *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. [Rio de Janeiro]: NUPEM: UFRJ, pp. 3-23.
- ZALUAR, H.L.T. (2002). Dinâmica da vegetação em restingas abertas fluminenses: uma aproximação através das interações entre plantas. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 181p.