



Recomendações para o monitoramento da recuperação da vegetação no Pantanal

REALIZAÇÃO



APOIO



APOIO FINANCEIRO



Subsídios ao
Pacto pela
Restauração
do Pantanal



EQUIPE EXECUTORA

CÁTIA NUNES DA CUNHA
Coordenadora Científica

JOISIANE MENDES ARAUJO
Especialista em Recuperação

EDUARDO GUIMARÃES COUTO
Especialista em Solos

JAÇANAN ELOISA FREITAS MILANI
Monitoramento

FERNANDO HENRIQUE BARBOSA DA SILVA
Monitoramento

PATRÍCIA CARLA DE OLIVEIRA
Produção de mudas e germinação

ÁUREA DA SILVA GARCIA
Mobilizadora, interlocutora com os projetos

ROSAN VALTER FERNANDES
Mobilizador e interlocutor com profissionais e projetos

DANIELE MALHADA
Logístico e administrativo

LENNON GODOI
Projeto gráfico e diagramação

JÉSSICA MELANYA SISTI DE PAIVA
Produção de mapas e infográficos

GABRIELLI DE ALMEIDA SANTOS
Apoio sobre monitoramento

MATHIAS DO NASCIMENTO AMADOR
Apoio à organização de arquivo bibliográfico

GABRIEL BAZANELA DE AGOSTINI
Apoio sobre monitoramento

PROJETO GEF TERRESTRE

ROBERTA HOLMES
Coordenadora-Geral de Sustentabilidade Financeira do
SNUC – CGSF
Departamento de Áreas Protegidas - DAP/MMA

MATEUS MOTTER DALA SENTA
Analista Ambiental
Departamento de Florestas - DFLO/MMA

LUIS HERNANDO HINTZE
Especialista Sênior - Setor de Mudanças Climáticas e
Desenvolvimento Sustentável
Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID

MARINA GHORAYEB GARCIA
Gerente de Projetos - GEF Terrestre
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO

VIVIAN SADDOCK DA SILVA
Analista de Projetos - GEF Terrestre
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DO PANTANAL

SOLANGE KIMIE IKEDA
Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)

CLOVIS VAILANT
Instituto Gaia

LETÍCIA COUTO GARCIA
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)

FOTO DA CAPA

Monitoramento de restauração na Aldeia Barro Preto
Comunidade Indígena Kadiwéu
Acervo: Fapec/UFMS
Foto: Alice Rodrigues

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Recomendações para o monitoramento da recuperação da vegetação no
Pantanal [livro eletrônico] / Cátia Nunes da Cunha ... [et al.]. -- 1. ed. --
Campo Grande, MS : MUPAN, 2025.
PDF

Outros autores: Jaçanan Eloisa Freitas Milani, Fernando Henrique
Barbosa da Silva, Joisiane Mendes Araujo, Gabrielli de Almeida Santos,
Gabriel Bazanelade Agostini, Rosan Valter Fernandes

Bibliografia

DOI: 10.5281/ZENODO.17466020

ISBN: 978-85-69786-35-1

1. Conservação da natureza 2. Gestão ambiental 3. Monitoramento
ambiental 4. Planejamento ambiental 5. Sustentabilidade ambiental 6.
Vegetação - Recuperação - Pantanal Mato-grossense (MT e MS) I. Cunha,
Cátia Nunes da. II. Milani, Jaçanan Eloisa Freitas. III. Silva, Fernando Henrique
Barbosa da. IV. Araujo, Joisiane Mendes. V. Santos, Gabrielli de Almeida. VI.
Agostini, Gabriel Bazanelade. VII. Fernandes, Rosan Valter.

25-307882.0

CDD-553.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Pantanal Mato-grossense : Monitoramento da recuperação ambiental 553.7
Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Sumário

CONTEXTUALIZAÇÃO	5
CONTEXTUALIZAÇÃO DO MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.....	8
1. CONTEXTO HISTÓRICO	8
2. ESTRUTURA DE INDICADORES PARA A RESTAURAÇÃO DE FLORESTAS E CAMPOS NO PANTANAL	11
3. TIPOS DE DISTÚRBIOS ANTRÓPICOS NO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO	24
4. OFICINA COLABORATIVA PARA A ESTRUTURAÇÃO DO MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO NO PANTANAL	27
4.1. Contribuições da Oficina Virtual.....	28
4.2. Desafios e perspectivas futuras discutidas na Oficina Virtual.....	29
5. LACUNAS.....	30
6. CONSIDERAÇÕES	32
REFERÊNCIAS	33



Montagem de exsicatas em expedição no Pantanal sul-mato-grossense.
Acervo: CNCFlora.

CONTEXTUALIZAÇÃO

Este documento integra um conjunto de três publicações resultantes de um trabalho coletivo para o “Desenvolvimento de Referencial Teórico de Princípios e Padrões para Prática de Recuperação da Vegetação e Recomendações para o Monitoramento da Recuperação Aplicados ao Bioma Pantanal”, de forma a gerar subsídios para o Pacto pela Restauração do Pantanal, a saber:

- Referencial teórico de princípios e padrões para prática da restauração ecológica aplicados ao bioma Pantanal.
- Recomendações para o monitoramento da recuperação da vegetação no Pantanal.
- Recuperação do Pantanal: um guia prático para a restauração ecológica.

Ressalta-se que a terceira publicação, no formato de um guia para a restauração ecológica, tem como conteúdo uma síntese das publicações anteriores, o referencial teórico para a restauração do Pantanal e o monitoramento da restauração, as quais tratam estes temas em detalhes e de forma mais extensa.

Para a etapa de elaboração deste volume, que trata do monitoramento da restauração do Pantanal, foram realizadas análise comparativa e integração de dados secundários extraídos de metodologias similares de restauração no Pantanal, notadamente dos sete projetos de diferentes instituições, apoiados pelo GEF Terrestre Pantanal e elencados no Quadro 1, levantados e organizados anteriormente, para a elaboração da primeira publicação “Referencial teórico de princípios e padrões para prática da restauração ecológica aplicados ao bioma Pantanal”, bem como de artigos científicos, publicações técnicas e relatórios de projetos que tratam sobre o monitoramento da recuperação ecológica de áreas úmidas no Brasil e em todo o mundo. Ressalta-se que o conteúdo apresentado neste documento compõe o Produto 4 desta consultoria, que integrará o conteúdo sumarizado dos Produtos 2 e 3.

Projetos de restauração do Pantanal e instituições executoras, com apoio do GEF Terrestre, entre 2020 e 2024, com dados analisados.

Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura (Fapec)	Estado de conservação, restauração ecológica e cadeia produtiva de espécies vegetais nativas de interesse indígena no Pantanal
Instituto Homem Pantaneiro (IHP)	Mitigação dos Efeitos dos Incêndios de 2020 e Prevenção Contra Novos Incêndios na Serra do Amolar, Pantanal
Instituto Gaia	Projeto de Restauração da Biodiversidade, Conservação das Águas e Prevenção dos Incêndios das Áreas Úmidas do Pantanal – Estação Ecológica de Taiamã
Fundação Neotrópica do Brasil (Neotrópica)	Recuperação de Áreas Degradadas na Reserva Biológica Marechal Cândido Mariano Rondon e Formação de Brigadas Comunitárias – Miranda, MS
Mupan - Mulheres em Ação no Pantanal e Wetlands International Brasil	Recuperação de florestas ribeirinhas pantaneiras: beneficiando água, solo, peixes e populações do entorno da RPPN Sesc Pantanal
Ecoa - Ecologia e Ação	Restauração estratégica e participativa no Pantanal: APA Baía Negra
Fundação Pró-Natureza (Funatura)	RPPN Sesc Pantanal – Recuperando e Protegendo

Para o incremento da base de informações e dados, após as análises dos artigos, relatórios e demais publicações, foi realizada uma oficina que tratou especificamente do monitoramento de áreas de recuperação ambiental, com os gestores dos projetos supracitados, representantes de instituições de pesquisa e extensão, agências financiadoras, órgãos ambientais e demais, com registros de contribuições fundamentais destes especialistas em restauração do bioma, contando com dinâmicas interativas e participativas na forma de grupos de trabalho de três a cinco participantes, em diferentes composições. As contribuições foram incorporadas aos resultados das análises das publicações e dos dados sobre monitoramento dos relatórios dos projetos de restauração no Pantanal, resultando na presente publicação.

Lista de participantes e ausências justificadas na Oficina sobre Referencial Teórico da Restauração no Pantanal, realizada de forma virtual, em 31/10/2024.

N	NOME	REPRESENTAÇÃO
01	Ana Paula Lopes	Wetlands International Brasil
02	Áurea da Silva Garcia	Mupan - Mulheres em Ação no Pantanal e Wetlands International Brasil
03	Cátia Nunes da Cunha	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
04	Clovis Vailant	Instituto Gaia e Pacto Pantanal
05	Cristiane Brigitti dos Santos	Instituto Homem Pantaneiro (IHP)
06	Danúbia da Silva Leão	Instituto Gaia
07	Edmundo Dantez Costa Neto	Wetlands International Brasil
08	Eduardo Guimarães Couto	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
09	Ellen Cristina Magalhães Nacanishi	Instituto Gaia

N	NOME	REPRESENTAÇÃO
10	Fernando Henrique Barbosa da Silva	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
11	Grasiela Porfírio	Instituto Homem Pantaneiro (IHP)
12	Jaçanan Milani	Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
13	Jéssica Melanya Sisti de Paiva	Oriente
14	Joari Costa de Arruda	Ecopantanal
15	Joisiane Karoline Mendes Araújo	Mupan - Mulheres em Ação no Pantanal
16	Lennon Godoi	Mupan - Mulheres em Ação no Pantanal e Wetlands International Brasil
17	Letícia Couto Garcia	Laboratório Ecologia da Intervenção (LEI/UFMS)
18	Letícia Reis	Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura (Fapec)
19	Lilian Pereira	Wetlands International Brasil
20	Mateus Motter Dala Senta	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) e GEF Terrestre
21	Nilo Sander	Regenera Soluções Ambientais
22	Rafaela Nicola	Wetlands International Brasil
23	Rosan Valter Fernandes	Mupan - Mulheres em Ação no Pantanal e Wetlands International Brasil
24	Sandra Aparecida Santos	Embrapa Pantanal
25	Solange Kimie Ikeda	Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat)
26	Suelma Ribeiro Silva	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) – Universidade de Brasília (UnB) – CBC
27	Verônica Maioli	WWF
28	Vivian Saddock	Fundo Brasileiro para a Diversidade (Funbio) e GEF Terrestre
Equipe de Moderação		
29	Bia Vollet	LanternaLab
30	Tiago Sartori	LanternaLab

Ainda, justificaram ausência na oficina os seguintes convidados e suas representações:

1. Clovis Vailant – Reesolbio e Pacto pela Restauração do Pantanal
2. Eduardo Guimarães Couto - Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)

O trabalho de “Desenvolvimento de Referencial Teórico de Princípios e Padrões de Práticas de Recuperação da Vegetação e Recomendações para o Monitoramento da Recuperação Aplicados ao Bioma Pantanal” foi executado pela Mupan – Mulheres em Ação no Pantanal e pela Wetlands International Brasil, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INAU) e a Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), sendo apoiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), por meio do Projeto Estratégias de Conservação, Recuperação e Manejo para a Biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal (GEF Terrestre), coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA), com as agências Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), como implementadora, e o Fundo Brasileiro de Biodiversidade (FUNBIO), como executor, destinando-se como subsídio para o Pacto pela Restauração do Pantanal.

CONTEXTUALIZAÇÃO DO MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

1. Contexto histórico

Monitoramento de
restauração na Aldeia
Barro Preto - Comunidade
Indígena Kadiwéu
Acervo: Fapec/UFMS.
Foto: Alicce Rodrigues.

Desde 1980, a Convenção de Ramsar tem promovido encontros trienais com o objetivo de estabelecer diretrizes e recomendações para a ciência e a gestão de áreas úmidas, incluindo temas relacionados à restauração ecológica (ver Produto 2). Embora o incentivo à restauração tenha iniciado em 1999, o termo “monitoramento” não figurava nas recomendações formais da Convenção.

Foi apenas em 2002 que os signatários da Convenção foram formalmente incentivados a adotar os “Princípios e Orientações para a Restauração de Áreas Úmidas”, representando um marco na abordagem da restauração.



Esse documento destacou o monitoramento como uma peça central do manejo adaptativo, enfatizando a importância de avaliar continuamente os resultados das intervenções e de ajustar estratégias conforme necessário. Além disso, forneceu uma estrutura conceitual para a concepção de programas de monitoramento em áreas úmidas.

No contexto da restauração do Pantanal, os indicadores de monitoramento devem capturar a complexidade das interações entre a vegetação e o ambiente, refletindo as particularidades do bioma e assegurando uma avaliação do progresso das ações e dos impactos das intervenções. Este documento apresenta recomendações técnicas que contemplam diferentes objetivos, escalas locais e capacidades técnicas, permitindo que o monitoramento de indicadores ecológicos e socioeconômicos demonstre como a restauração contribui para mitigar as mudanças climáticas, conservar a biodiversidade e promover qualidade de vida, trabalho e renda.

É pertinente ressaltar que a abordagem referente à restauração e ao monitoramento deve contemplar duas escalas distintas:

1. Escala de Tomadas de Decisão: Esta escala envolve a análise da totalidade do Pantanal, bem como das diretrizes políticas que regulam as ações de restauração.
2. Escala Pontual: Esta escala concentra-se nas áreas específicas onde a restauração ecológica será implementada.

O monitoramento é um trabalho essencial para o desenvolvimento de ações em nível local. Portanto, é de suma importância que todas as singularidades e características diferenciadas, tanto dos macro-habitats, quanto de suas localizações na extensão do Pantanal, sejam consideradas, respeitando a divisão deste em função dos processos hidro-sedimentológicos.

Destacamos que o roteiro é aplicável em qualquer região do Pantanal, assim como em outras paisagens úmidas do Brasil. É fundamental observar que, mesmo dentro das categorias da classificação de macro-habitat, a composição florística pode apresentar variações em relação a fatores como posição geográfica e qualidade do solo. Assim, a realização de inventários torna-se indispensável para a identificação das espécies características de cada área em específico.



Casal de tucanuços (*Ramphastos toco*) - Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Sesc Pantanal (Barão de Melgaço, MT). Acervo: GEF Terrestre Pantanal.



Vista área da RPPN Sesc Pantanal com equipe em campo.
Foto: Jeferson Prado.

Monitoramento de mudas plantadas em área de restauração na RPPN Sesc Pantanal.
Acrevo: AquaREla Pantanal



2. Estrutura de indicadores para a restauração de florestas e campos no Pantanal

O monitoramento da trajetória da restauração ecológica requer o uso de indicadores simples e práticos, capazes de captar processos ecológicos fundamentais. Esses permitem ajustar o planejamento e a execução do projeto, conforme necessário. Os indicadores são ferramentas que, além de monitorar o progresso, permitem calibrar as ações de manejo, avaliando mudanças nos padrões ecológicos e conectando a ciência à política ambiental (Herba & Finlayson, 2023). Além disso, a estrutura de indicadores funciona como um instrumento de governança, facilitando o acompanhamento das metas de restauração.

De acordo com a Instrução Normativa do Ibama nº 14, de 01 de julho de 2024, os indicadores ecológicos são definidos como *'variáveis utilizadas para o monitoramento das alterações na estrutura e sustentabilidade do ecossistema em recuperação, ao longo de sua trajetória em direção à condição não degradada'*. Uma estrutura bem definida de indicadores facilita o acompanhamento das metas de restauração e a identificação de fatores que influenciam a trajetória pós-plantio ou da regeneração natural.

Entre os principais objetivos do monitoramento da restauração estão:

1. Fornecer evidências sobre o progresso da restauração em comparação aos padrões estabelecidos (ecossistema de referência - Box 1);

Medida de altura de mudas plantadas em área de restauração na RPPN Sesc Pantanal.
Acrevo: AquaREla Pantanal



2. Comunicar resultados positivos e recomendar intervenções a partir dos resultados negativos (manejo adaptativo - Box 2), para garantir a replicação e transferência de conhecimento;
3. Dar suporte e orientação à implementação de projetos de restauração, incluindo aprendizado contínuo e coletivo;
4. Avaliar o alcance das metas relacionadas aos benefícios ambientais, como a regulação do clima, regulação hidrológica, sequestro de carbono, manutenção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Box 1. ECOSSISTEMA DE REFERÊNCIA é o modelo baseado nas condições originais do ecossistema, servindo como base para o planejamento e a execução de projetos de restauração ecológica.	Box 2. MANEJO ADAPTATIVO é uma abordagem de decisão intencional sobre intervenções no ecossistema, com base no resultado do monitoramento ao longo do tempo. Pode ser entendido como aplicação contínua de aprendizado e ajustes nas estratégias de restauração, permitindo a adoção de medidas a partir de novas informações e dados coletados.
--	---

Os indicadores de monitoramento orientam a tomada de decisão sobre a necessidade do manejo adaptativo para cada área. Medidas de manejo adaptativo podem incluir replantios, enriquecimento, desbaste, adubação, entre outras ações deliberadas, para que a área siga na trajetória desejada. É recomendável que a escolha dos indicadores esteja alinhada aos objetivos específicos do projeto, priorizando a geração de conjuntos de dados que orientem tanto o planejamento quanto a execução de futuras iniciativas de restauração. Esses indicadores podem ser classificados em qualitativos e/ou quantitativos, dependendo da fase do processo e da disponibilidade de recursos (Lima et al., 2015).

Indicadores qualitativos: obtidos de forma descritiva, são avaliados por métodos hierárquicos que facilitam a definição de prioridades de maneira prática. Alguns exemplos, registrados em formulários específicos, incluem:

- A área foi isolada?
- Os fatores de degradação foram minimizados?
- Há problemas visíveis de conservação do solo, como erosão ou compactação?
- Existem espécies exóticas invasoras na área?
- A regeneração natural está ocorrendo?
- As espécies escolhidas foram adequadas para a área?
- As espécies plantadas estão se desenvolvendo bem?

Indicadores quantitativos: mensuráveis e ajustados às diferentes fases da restauração, podem ser incluídos em categorias, como descrito no Quadro 1, as quais fornecem dados sobre:

Quadro 1. Categorias de indicadores quantitativos para o monitoramento da restauração ecológica no Pantanal.

Categorias de indicadores	Descrição	Objetivo
Estrutura da Comunidade Vegetal	Refere-se à organização horizontal e vertical da vegetação, abrangendo sua distribuição espacial e estratificação.	Compreender o desenvolvimento e o funcionamento da vegetação, além de avaliar a qualidade e a recuperação do ambiente.
Composição da Comunidade	Refere-se à diversidade de espécies presentes, incluindo a riqueza (número de espécies) e a abundância relativa, e avalia a distribuição de espécies vegetais, animais e microorganismos.	Avaliar o sucesso da restauração e a recuperação da funcionalidade ecológica do ambiente.
Processos Ecológicos	Refere-se às interações naturais, como herbivoria, polinização, dispersão de sementes e ciclagem de nutrientes, potencial de regeneração.	Garantir a recuperação e manutenção das funções ambientais, promovendo o equilíbrio e a resiliência ecológica.
Função Social	Refere-se aos benefícios que a recuperação dos ecossistemas proporciona às comunidades humanas, como a melhoria da qualidade de vida, geração de empregos e a inclusão de minorias.	Integrar os valores sociais nas ações de restauração, visando atender simultaneamente à conservação ambiental e ao desenvolvimento social.
Mudanças climáticas e regime hidrológico	Engloba variáveis relacionadas ao regime de chuvas, temperatura, umidade do solo, disponibilidade hídrica e padrões de fluxo de água em uma paisagem restaurada.	Avaliar a resiliência do ecossistema e sua capacidade de manter os serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo hidrológico e a mitigação/adaptação de eventos climáticos extremos.

Os indicadores dos processos de restauração podem ser monitorados em diferentes fases (Rodrigues et al., 2009):

- i) **Fase de Implantação (Curto Prazo - 1 a 12 meses):** avaliação inicial do sucesso ou falha espacial da restauração, fase que exige rápida tomada de decisão.
- ii) **Fase de Pós-implantação (Médio Prazo - 12 a 36 meses):** monitoramento da dinâmica das comunidades de plantas e animais, considerando mudanças sazonais.
- iii) **Fase de Pós-implantação (Longo Prazo - a partir de 4 anos):** monitoramento das mudanças no funcionamento do ecossistema, incluindo os serviços ecossistêmicos e os benefícios para a sociedade.

Além da temporalidade, é importante considerar fatores como o grau de dificuldade na coleta dos dados, a análise e interpretação dos resultados, bem como sua aplicabilidade nos métodos de restauração (Quadro 2).

Quadro 2. Indicadores sugeridos para avaliação da restauração, descrevendo o que medir, como medir, a interpretação dos resultados, para que serve, método de restauração (restauração ativa  ; restauração passiva ) , temporalidade (curto  , médio  e longo prazo ), fitofisionomias.

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Taxa de sobrevivência 	O número de indivíduos de plantas sobreviventes.	Fácil: Requer a contagem dos indivíduos.	Fácil: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Indica diretamente a previsibilidade da restauração. Uma taxa de sobrevivência alta e constante sugere maior sucesso. Plântulas com crescimento rápido e consistente tendem a ser mais previsíveis quanto à sua permanência.		Campo Savana Floresta
Densidade de plântulas nativas 	O número de indivíduos de plântulas por hectare.	Fácil: Requer a contagem dos indivíduos.	Fácil: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Indica diretamente a previsibilidade da restauração. Uma taxa de sobrevivência alta e constante sugere maior sucesso. Plântulas com crescimento rápido e consistente tendem a ser mais previsíveis quanto à sua permanência.		Campo Savana Floresta
Altura 	A distância da superfície do solo até o ponto mais alto da planta.	Fácil: Pode ser realizado por meio de avaliações visuais, aplicadas a cada estrato (herbáceo, arbustivo e arbóreo).	Fácil: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Avalia o sucesso da restauração ao refletir o crescimento das plantas, a estrutura da comunidade vegetal e a recuperação dos estratos ecológicos.	  	Campo Savana Floresta
Presença e diversidade de outras formas de vida vegetais 	O número de indivíduos em cada tipo de forma de vida (herbácea, arbustiva, arbórea, trepadeira, epífita).	Moderado: Requer a contagem dos indivíduos, a identificação das espécies e a classificação delas em classes, de acordo com sua forma de vida, com base na direção e ramificação do crescimento.	Fácil: Realiza-se por meio da comparação com a literatura e bancos de dados de flora.	Permite avaliar a dinâmica da comunidade vegetal, o estágio sucessional, a estratificação e a funcionalidade do ecossistema da área, verificando se está se aproximando de um ecossistema de referência.	  	Campo Savana Floresta
Densidade da vegetação 	Número de indivíduos por espécies por área, em indivíduos por hectare.	Moderado a difícil: Requer conhecimento para identificação das espécies e há o risco de não registrar espécies raras, especialmente em áreas amostrais muito pequenas.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Indica o estabelecimento, a interação entre as espécies, a formação de estratos da vegetação com estrutura adequada e se o projeto de restauração está atingindo as metas estabelecidas.	 	Savana Floresta
Dominância da vegetação 	O somatório da área basal de cada espécie por hectare.	Moderado a difícil: Requer conhecimento para identificação das espécies e há o risco de não registrar espécies raras, especialmente em áreas amostrais muito pequenas.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Indica o impacto de espécies predominantes, sendo útil como alerta para possíveis desequilíbrios ecológicos.	 	Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Frequência da vegetação 	Percentual das áreas amostrais em que cada espécie ocorre.	Moderado a difícil: Requer conhecimento para identificação das espécies e há o risco de não registrar espécies raras, especialmente em áreas amostradas muito pequenas.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Indica a distribuição espacial e o sucesso no estabelecimento das espécies na área.		Savana Floresta
Índice de Qualidade Florística (IQF) ou semelhantes** 	É uma métrica composta que combina a riqueza de espécies, a diversidade florística, a proporção de espécies nativas, a presença de espécies indicadoras e o estado de conservação, atribuindo pontuações que refletem a integridade ecológica do local. Quanto maior o IQF, maior a qualidade florística da área, indicando um ecossistema mais saudável e equilibrado.	Moderado a difícil: Requer inventário completo do local ou curvas espécie-área bem estabelecidas; exige capacidade de identificar as espécies.	Moderado a difícil: A dificuldade na interpretação do IQF está diretamente relacionada ao grau de degradação ou à complexidade da área estudada. Em áreas bem preservadas, a interpretação tende a ser mais direta, enquanto, em áreas degradadas, pode ser necessária uma análise mais detalhada e conhecimento especializado sobre os processos ecológicos e as espécies presentes.	Permite avaliar a qualidade ecológica de uma área com base na composição e nas características da vegetação. Ele é especialmente útil em projetos de restauração ecológica e monitoramento ambiental, pois permite verificar se a comunidade vegetal está se aproximando de um estado desejado ou de referência.		Campo Savana Floresta
Identificação taxonômica 	Classificação e reconhecimento das espécies com base em características morfológicas, como forma das folhas, estrutura das flores e outros aspectos anatômicos.	Moderado a difícil: Requer a participação de um especialista botânico ou parobotânico para a identificação das espécies.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com herbários virtuais, livros de flora regional e local, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Fornecer informações para a seleção de espécies nativas para o plantio, além de monitorar mudanças na composição e a saúde do ecossistema, quantificando as espécies que entram e saem do ecossistema em restauração.		Campo Savana Floresta
Espécies indicadoras 	São espécies cuja presença, abundância, distribuição ou comportamento exercem funções ecológicas fundamentais no ecossistema.	Fácil a moderado: Simplifica a avaliação da composição de espécies ao concentrar-se em um pequeno conjunto de espécies.	Moderado a difícil: Requer amostragem inicial em diversos locais para identificar as espécies mais responsivas aos tipos de macro-habitats.	Fornecer, por meio da presença ou ausência, informações sobre se o ambiente está evoluindo conforme o esperado, refletindo melhorias ou degradação nos aspectos ambientais e ecológicos da área restaurada.		Campo Savana Floresta
Cobertura vegetal 	É a proporção da superfície do solo coberta por plantas.	Fácil a difícil: Pode ser realizado por meio de avaliações visuais, utilizando métodos de interceptação, quadrados, fotografias ou imagens.	Moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Permite indicar a estrutura e o progresso da trajetória da restauração.		Campo Savana Floresta
Cobertura vegetal de exóticas invasoras e nativas indesejáveis 	Porcentagem de cobertura vegetal de espécies exóticas invasoras e nativas indesejáveis.	Moderado a difícil: Pode ser realizado por meio de avaliações visuais, utilizando métodos de interceptação e quadrados.	Moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Permite verificar a probabilidade de insegurança na restauração, apontando a necessidade de manejo.		Campo Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Riqueza de espécies 	Número de espécies em uma área amostral.	Moderado a difícil: Requer conhecimento para identificação das espécies e há o risco de não registrar espécies raras, especialmente em áreas amostrais muito pequenas. Deve-se considerar o tipo de macro-habitat e a forma de vida dominante.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Permite medir a biodiversidade, refletindo o equilíbrio e a funcionalidade da comunidade.		Campo Savana Floresta
Diversidade de espécies 	Um indicador composto que considera o número de espécies e a abundância de indivíduos.	Moderado a difícil: Requer conhecimento para identificação das espécies e há o risco de não registrar espécies raras, especialmente em áreas amostrais muito pequenas.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Permite medir a biodiversidade, refletindo se a área está se aproximando do seu estado de referência.		Campo Savana Floresta
Composição funcional 	A distribuição de características funcionais entre as espécies presentes.	Moderado a difícil: Requer conhecimento para identificação das espécies, e de parâmetros e métricas funcionais de cada grupo.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com valores de referência de áreas similares e bancos de dados.	Permite assegurar que as funções sejam bem representadas por diversas espécies, o ecossistema se torna mais resiliente, tornando-se menos vulnerável a alterações climáticas, distúrbios e eventos extremos.		Campo Savana Floresta
Chuva de sementes 	A abundância e a riqueza de espécies que colonizam uma área por meio da dispersão natural.	Moderado: Instalação de coletores, bandejas ou redes para captura das sementes que caem naturalmente, distribuídos na área do projeto, considerando as bordas e o interior dos fragmentos.	Moderado: Pode ser comparado com áreas de referência, bancos de dados ou inventários realizados em anos anteriores.	Permite analisar a quantidade e a diversidade de sementes disponíveis indicam a capacidade de regeneração passiva do ecossistema, e são essenciais para avaliar o potencial de regeneração natural da vegetação.		Campo Savana Floresta
Banco de sementes 	A abundância e a riqueza de espécies presentes no banco de sementes do solo de uma determinada área.	Moderado: Inicialmente, é necessário coletar e transportar amostras de solo. As sementes podem ser separadas por peneiração, identificadas e quantificadas. Além disso, pode-se montar um experimento em casa de vegetação, com monitoramento contínuo.	Moderado: A quantificação e identificação taxonômica das sementes dependerá de um especialista botânico ou de referências atualizadas. O experimento em casa de vegetação pode quantificar as espécies-chave no processo de restauração, conforme indicadas por referências de anos anteriores.	Permite estimar a quantidade e a diversidade de sementes disponíveis, que indicam a capacidade de regeneração passiva do ecossistema e são fundamentais para avaliar o potencial de regeneração natural da vegetação.		Campo Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Biomassa acima do solo 	A quantidade de matéria orgânica produzida pelas plantas em uma área específica.	Fácil a difícil: Depende do método escolhido (equação alométrica, peso seco, sensoriamento remoto com uso de imagens de satélites, drones ou sensores) e forma de vida dominante.	Fácil a moderado: Pode ser comparado com valores de referência, bancos de dados ou inventários anteriores.	Permite estimar a produtividade da área em trajetória de restauração, assim como o balanço de carbono do ecossistema, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas.		Campo Savana Floresta
Material combustível 	A quantidade de matéria orgânica seca disponível na área.	Fácil a moderado: Depende do método escolhido, seja a avaliação visual ou uso de imagens de satélites, drones ou sensores.	Fácil: Aferição simples, rápida e facilmente comparável.	Permite auxiliar no planejamento de ações de manejo para a prevenção e o combate a incêndios.		Campo Savana Floresta
Presença de pragas e doenças 	O registro da presença de pragas e doenças.	Fácil a Moderado: A avaliação pode ser realizada por análise visual, identificando sinais de deformações ou estresse nas plantas.	Moderado a difícil: A avaliação pode ser feita por meio de observações visuais e/ou testes laboratoriais, dependendo da complexidade do problema.	Permite obter informações para as práticas de manejo adaptativo, sobre as interações ecológicas, sendo essencial para direcionar intervenções precoces e garantir o adequado desenvolvimento do ecossistema.		Campo Savana Floresta
Fenologia reprodutiva 	Presença e ausência de floração e frutificação.	Fácil: Requer avaliações visuais.	Fácil: Comparativo com dados da literatura, conhecimentos tradicionais e informações obtidas por meio de calendários fenológicos.	Fornecer informações sobre a floração e a frutificação, eventos-chave para a manutenção da biodiversidade, pois influenciam a alimentação de polinizadores, dispersores de sementes e outras espécies da fauna. A fenologia dessas fases pode indicar a adaptação das espécies ao novo ambiente e o sucesso da restauração.		Campo Savana Floresta
Carbono do solo 	Estoque de carbono.	Fácil: Requer coleta e transporte de amostras de solo, estas geralmente de baixo custo e acessíveis.	Moderado: Requer conhecimento especializado.	Representa os ciclos ecológicos e o estoque de carbono no solo.		Campo Savana Floresta
Nitrogênio do solo 	Estoque de nitrogênio.	Fácil: Baixo custo e acessíveis.	Moderado: Requer conhecimento especializado.	Permite indicar a produtividade e a fertilidade do solo. Além disso, a relação Carbono/Nitrogênio é importante para estimar a produtividade primária dos ecossistemas.		Campo Savana Floresta
Fósforo do solo 	Estoque de Fósforo	Fácil: Baixo custo e acessíveis.	Moderado: Requer conhecimento especializado.	Permite identificar um elemento-chave em ecossistemas tropicais para a fertilidade do solo.		Campo Savana Floresta
Potássio do solo 	Estoque de Potássio	Fácil: Baixo custo e acessíveis.	Moderado: Requer conhecimento especializado.	Permite identificar um elemento importante para a nutrição das plantas, especialmente em ecossistemas tropicais.		Campo Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
pH do solo 	pH	Fácil: Baixo custo e acessíveis.	Moderado: Requer conhecimento especializado.	Permite identificar um elemento importante por afetar a disponibilidade de nutrientes e a atividade microbiana.		Campo Savana Floresta
Textura do solo 	Textura do solo	Fácil: Baixo custo.	Fácil: Requer uma análise simples da granulometria do solo.	Auxilia na determinação das propriedades básicas do solo, como a retenção de água e a capacidade de filtração.		Campo Savana Floresta
Densidade do solo 	Densidade do solo	Moderado: Requer habilidade do coletor.	Fácil: Requer uma análise simples da granulometria do solo.	Auxilia na avaliação da compactação, que pode limitar o crescimento radicular e a infiltração de água.		Campo Savana Floresta
Retenção de água do solo 	Retenção de água	Difícil: Requer um especialista para elaborar a curva de retenção.	Moderado a difícil: Requer habilidade do especialista para interpretar os resultados.	Verifica a influência direta na produtividade das plantas.		Campo Savana Floresta
Estabilidade de agregados do solo 	Estabilidade de agregados	Moderado: Requer treinamento para realizar a análise.	Moderado a difícil: Requer habilidade do especialista para interpretar os resultados.	Permite entender a resistência do solo a processos erosivos.		Campo Savana Floresta
Saúde do solo 	Diversidade de invertebrados (riqueza e abundância)	Difícil: Requer especialista.	Difícil: Requer conhecimento especializado.	Permite identificar problemas como compactação, erosão ou baixa fertilidade. Solos saudáveis são mais resilientes a distúrbios, como secas, erosão ou mudanças do clima, sendo fundamentais para a estabilidade dos ecossistemas restaurados.		Campo Savana Floresta
Biomassa microbiana 	Biomassa microbiana do carbono	Fácil: Requer análises laboratoriais.	Fácil: Comparativo com base de dados.	Permite avaliar a recuperação dos processos biológicos do solo. Os microrganismos desempenham papéis essenciais nos processos do solo, como decomposição, ciclagem de nutrientes e formação de agregados.		Campo Savana Floresta
Respiração do solo 	Respiração do solo	Moderado: Requer análises laboratoriais.	Fácil: Comparativo com base de dados.	Permite avaliar a recuperação da atividade microbiana e da matéria orgânica. A respiração do solo é um indicador da atividade microbiana e reflete a taxa de decomposição da matéria orgânica e a liberação de CO ₂ .		Campo Savana Floresta
Atividade enzimática do solo 	Atividade enzimática do solo	Difícil: Procedimento analítico complexo.	Fácil: Comparativo com base de dados.	Permite avaliar processos bioquímicos e a ciclagem de nutrientes. As enzimas do solo estão diretamente envolvidas na decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e manutenção da fertilidade do solo.		Campo Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Presença de animais 	Registro da presença de animais por meio de vestígios, observação visual, vocalização, e outros sinais, como fezes, pegadas ou ninhos.	Fácil a moderado: Depende do método escolhido e do conhecimento especializado sobre a fauna.	Moderado: Comparativo com informações disponíveis e obtidas em áreas próximas.	Proporciona o conhecimento da fauna presente na comunidade vegetal durante a trajetória de restauração ecológica é fundamental para avaliar a eficácia e o sucesso da restauração, além de orientar as estratégias de manejo. A fauna desempenha um papel na dinâmica do ecossistema, e sua presença ou ausência pode ser um indicativo do estágio de recuperação da área.		Campo Savana Floresta
Potencial de regeneração da vegetação 	Classificação de microbacias quanto ao potencial de recuperação e regeneração natural (Vide Pott et al 2018).	Moderado a difícil: Combina medidas de cobertura de vegetação nativa, de agricultura, pastagens, declividade, conectividade, produtividade e uso da terra para classificar as microbacias do Pantanal quanto ao potencial de regeneração.	Fácil: Comparativo com base de dados.	Fornece informações sobre a capacidade natural de recuperação, sem ou com mínima intervenção humana. Indica áreas prioritárias e eficácia das diferentes práticas (restauração ativa e passiva), refletindo a resiliência das paisagens.		Campo Savana Floresta
Conectividade ecológica 	A distância e a distribuição dos fragmentos na paisagem.	Moderado a difícil: Requer a análise de fotos aéreas ou sensoriamento remoto com uso de imagens de satélites, drones ou sensores.	Moderado: A interpretação pode ser alcançada por meio de estatísticas simples de paisagem e análises em Sistema de Informação Geográfica (GIS).	Permite que as métricas de paisagem forneçam uma compreensão detalhada da configuração e dinâmica do ecossistema em trajetória de restauração. Elas ajudam a avaliar a conectividade, a diversidade, a fragmentação e a resiliência da paisagem, além de identificar áreas prioritárias para intervenção, assegurando que os objetivos da restauração sejam atingidos de maneira eficaz.		Campo Savana Floresta
Qualidade do habitat 	A qualidade do habitat é avaliada em termos de diversidade e abundância de espécies nativas, usando métricas espaciais.	Moderado a difícil: A análise de fotos aéreas e sensoriamento remoto é uma opção de baixo custo, mas exige verificação de campo e correção para efeitos atmosféricos, níveis de água e sensibilidade à resolução dos conjuntos de dados.	Moderado: Pode ser alcançado por meio de estatísticas simples de paisagem e análises em Sistema de Informação Geográfica (GIS).	Permite avaliar a capacidade de um ambiente de sustentar populações de espécies e manter processos ecológicos essenciais. Assegura que a trajetória da recuperação seja em direção a ecossistemas funcionais, resilientes e sustentáveis, beneficiando tanto a natureza quanto as comunidades humanas.		Campo Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Frequência e tipo de distúrbios antrópicos 	Número de ocorrências, classificadas por tipo de distúrbio.	Fácil a moderado: Requer avaliações visuais e análise de sensoriamento remoto com uso de imagens de satélites, drones ou sensores.	Fácil: Aferição simples e comparável.	Permite monitorar a ocorrência e os tipos de distúrbios, como a presença não planejada de gado, incêndios, proliferação de lenhosas, trepadeiras estranguladoras e invasão por espécies exóticas.		Campo Savana Floresta
Geração de renda para a economia local 	Número de pessoas beneficiadas pelas ações de restauração e o salário médio pago aos beneficiários.	Fácil: Requer a contagem das pessoas beneficiadas e a análise de seus respectivos salários.	Fácil: Comparação entre as ações de diferentes projetos de restauração.	Possibilita benefícios socioeconômicos ao incrementar a renda das pessoas envolvidas na cadeia de restauração.		Campo Savana Floresta
Benefícios gerados para pessoas em situação de vulnerabilidade social 	Número ou percentual de beneficiários pertencentes a grupos em situação de vulnerabilidade social.	Fácil: Requer levantamento de dados socioeconômicos dos beneficiários antes, durante e após a implementação das ações de restauração ecológica.	Fácil: Análise dos dados demográficos dos beneficiários.	Avalia o impacto das ações de restauração na melhoria das condições de vida de pessoas em situações de vulnerabilidade social, com ênfase em mulheres, jovens, negros e pessoas com deficiência.		Campo Savana Floresta
Trilha de regeneração 	Número de trilhas de contemplação na área em restauração.	Fácil: Requer a identificação das trilhas na área.	Fácil: Comparação entre as ações de diferentes projetos de restauração.	Oferece aos visitantes a oportunidade de contemplar a fauna e a flora em diferentes estágios da trajetória de restauração. Ao longo do percurso, os visitantes podem registrar suas observações e descobertas, promovendo uma conexão mais profunda com o ambiente restaurado e incentivando a conscientização sobre a importância da recuperação dos ecossistemas.		Campo Savana Floresta
Nível da Inundação 	A altura atingida pela lâmina de água.	Fácil: Requer análise de sensoriamento remoto com uso de imagens de satélites, drones ou sensores, além de mensuração com réguas fixas ou estimativas por marcas em troncos de árvores e cupinzeiros.	Fácil: Aferição simples e comparável.	Permite identificar áreas em risco de inundação, ajudando a prevenir e reduzir os impactos das inundações em locais em processo de restauração.		Campo Savana Floresta
Nível Médio dos Rios 	A altura média do leito de um rio é calculada em relação a um ponto fixo, como o nível do mar ou uma estação de monitoramento.	Fácil a moderado: Depende da acessibilidade, disponibilidade de tecnologias e da frequência das observações.	Fácil: Aferição simples e comparável.	Permite identificar áreas sob risco de inundação, prevenir e reduzir seus impactos em áreas em processo de restauração, além de indicar a necessidade de ajustes nas atividades de replantio, remoção ou adaptação do fluxo de água, facilitando a recuperação de ecossistemas que dependem diretamente dos níveis hídricos.		Campo Savana Floresta

INDICADOR	O QUE MEDIR	COMO MEDIR?	INTERPRETAÇÃO	PARA QUE SERVE	TEMPORALIDADE	FITOFISIONOMIAS
Registro das temperaturas máximas extremas 	O número de dias durante o período de um ano com ocorrência de temperaturas máximas extremas.	Fácil a moderado: Pode envolver análise local por meio de estações meteorológicas ou análises remotas com transferência de dados via satélite.	Fácil: Aferição simples e comparável.	Permite compreender e reagir aos desafios climáticos, avaliar o impacto ambiental e auxiliar na adoção de políticas eficazes para mitigar os riscos de temperaturas extremas. Além disso, pode ser utilizado como informação para o manejo adaptativo das espécies empregadas na restauração.		Campo Savana Floresta
Frequência de Eventos Extremos 	Contagem de eventos climáticos extremos (enchentes, secas, ondas de calor, tempestades fortes e incêndios florestais) ocorridos em um intervalo de tempo específico	Fácil a moderado: Pode envolver análise local por meio de estações meteorológicas ou análises remotas com transferência de dados via satélite.	Fácil: Aferição simples e comparável.	Permite compreender e reagir aos desafios climáticos, avaliar o impacto ambiental e auxiliar na adoção de políticas eficazes para mitigar os riscos de temperaturas extremas. Além disso, pode ser utilizado como informação para o manejo adaptativo das espécies empregadas na restauração.		Campo Savana Floresta
Duração da Estação Seca 	O número de meses consecutivos com valores de precipitação inferiores a 60 mm.	Fácil a moderado: Pode envolver análise local por meio de estações meteorológicas ou análises remotas com transferência de dados via satélite.	Fácil: Aferição simples e comparável.	Permite compreender e reagir aos desafios climáticos, avaliar o impacto ambiental e auxiliar na adoção de políticas eficazes para mitigar os riscos de temperaturas extremas. Além disso, pode ser utilizado como informação para o manejo adaptativo das espécies empregadas na restauração.		Campo Savana Floresta
Duração de Incêndios 	O número de dias com ocorrência de incêndios em uma área específica durante um período de 1 ano.	Fácil: Pode ser medido por meio de dados de satélite, sensores remotos, bases de dados e relatórios de campo.	Fácil a moderado: Varia conforme os métodos utilizados, as condições locais e a disponibilidade de infraestrutura.	Permite resposta mais rápida e prevenção mais eficaz dos incêndios nas áreas em trajetória de restauração.		Campo Savana Floresta

* As cores nas linhas da Tabela 1 refletem as categorias dos indicadores, conforme legenda abaixo.

** Índice de Qualidade Florística (IQF). Taddeo, S. & Dronova, I. (2018). Indicators of vegetation development in restored wetlands, Ecological Indicators, 94: 454-467. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.010>

** Avaliação da Qualidade Florística (FQA) Nunes da Cunha, C. et al. (em submissão). Avaliação da integridade ecológica - FQA da vegetação nativa como indicador de conservação.

Legenda de cores para grupo de indicadores:

Estrutura da Comunidade Vegetal	Composição da comunidade	Processos ecológicos	Função social	Mudanças climáticas e regime hidrológico
---------------------------------	--------------------------	----------------------	---------------	--

Quadro 3. Sugestão de indicadores mínimos e valores de referência para avaliação da restauração ecológica no Pantanal.

Indicadores mínimos	Valores de referência		
	Campo	Savana	Floresta
Altura	O estrato herbáceo varia entre 0,1 a 1,5 metros (Barbosa da Silva et al., 2020).	O estrato herbáceo varia entre 0,1 e 1,5 metros (Barbosa da Silva et al. 2020); O estrato arbóreo varia entre 3 e 8 metros (Oliveira-Filho & Ratter 2002).	Entre 6 e 8 metros (Damasceno-Junior et al., 2005; Wittmann et al., 2008).
Densidade da vegetação	Não se aplica ao estrato herbáceo.	Entre 1650 e 3622 ind./ha (Nascimento & Saddi, 1992; Borges & Shepherd, 2005; Lehn et al., 2008).	Entre 570 e 830 ind./ha (Arieira & Nunes da Cunha, 2006; Damasceno-Junior et al., 2005; Salis et al., 2006).
Identificação taxonômica	Registrar a ocorrência de espécies graminóides dos gêneros <i>Andropogon</i> , <i>Axonopus</i> , <i>Paspalum</i> , <i>Echinodorus</i> , <i>Rhynchospora</i> e táxons com distribuição preferencial em campos (Pott et al., 2011; Barbosa da Silva et al., 2020; Silva et al. 2021).	Registrar a ocorrência de espécies dos gêneros <i>Annona</i> , <i>Eugenia</i> , <i>Alibertia</i> , <i>Byrsonima</i> , <i>Chomelia</i> , <i>Heteropterys</i> , <i>Qualea</i> e de espécies típicas de fitofisionomias de cerrado <i>sensu lato</i> como <i>Curatella americana</i> , <i>Tabebuia aurea</i> (Borges & Shepherd, 2005; Silva et al. 2021).	Registrar a ocorrência de <i>Mendoncia puberula</i> , <i>Psychotria</i> spp., <i>Desmoncus</i> spp., <i>Bactris</i> spp., e outros táxons com distribuição preferencial em florestas, nos diferentes estratos verticais (Pott et al., 2011; Silva et al. 2021).
Cobertura vegetal	Estrato herbáceo com valores acima de 80% no início da estação chuvosa (Barbosa da Silva et al., 2020).	Estrato herbáceo com valores acima de 80% no início da estação chuvosa (Barbosa da Silva et al., 2020).	Não é frequentemente utilizado para estrato arbóreo.
Riqueza de espécies	Entre 15 e 27 espécies (Barbosa da Silva et al., 2020).	Entre 27 e 34 espécies (Lehn et al., 2008; Costa et al., 2010; Morais et., 2013).	Entre 16 e 38 espécies (Morais et., 2013)
Biomassa acima do solo	Cerca de 550 gDW/m ² em pastagens protegidas e cerca de 343 gDW/m ² em pastagens não protegidas (Pozer & Nogueira, 2004).	Cerca de 58 Mg/ha (Fernandes et al., 2008).	Entre 97 e 362 Mg/ha (Fernandes et al., 2008; Wittmann et al., 2008).
Presença de pragas e doenças	De caráter descritivo, deve ser apresentado em relatório.		
Presença de animais	Registrar a ocorrência de táxons com ocorrência preferencial em habitats campestres, como capivaras durante a estação seca e pequenos mamíferos não voadores (Alho et al., 2011; Layme et al., 2012).	Registrar a ocorrência de táxons com preferência por habitats savânicos (Alho et al., 2011).	Registrar a ocorrência de aves, <i>Philander opossum</i> , <i>Artibeus jamaicensis</i> e outros táxons preferenciais de habitat florestal (Aragona & Marinho-Filho, 2009; Teixeira et al., 2009).

Indicadores mínimos	Valores de referência		
	Campo	Savana	Floresta
Potencial de regeneração natural	Varia entre baixo e alto em diferentes microbacias (Pott et al. 2018).		
Geração de renda para a economia local	De caráter descritivo, deve ser apresentado em relatório.		
Benefícios gerados para pessoas em situação de vulnerabilidade social	De caráter descritivo, deve ser apresentado em relatório.		
Nível de inundação	Inclui campo não inundável (caronal) e campos com nível de inundação entre 0,3 e 1,5 m (Barbosa da Silva et al., 2020).	Inclui fitofisionomias em unidades permanentemente terrestres e em Áreas de Transição Aquático-Terrestre (ATTZ) com predominância da fase terrestre (Nunes da Cunha et al., 2023; Souza et al., 2021).	Inclui florestas não inundáveis e florestas com nível de inundação entre 0,5 e 1,5 m (Arieira & Nunes da Cunha, 2006; Souza et al., 2021).
Registro de temperaturas máximas extremas	Segundo CEMADEN, para o Pantanal varia entre 112 e 159 dias. (análise feita a pedido do G1 pelo Centro Nacional de Monitoramento de Desastres - Cemaden - com dados de satélite do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, acessado em https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2025/02/05/exclusivo-6-milhoes-de-brasileiros-viveram-5-meses-sob-calor-extremo-em-2024-veja-mapa.ghml)		

A metodologia de amostragem dos indicadores não será proposta de forma definitiva neste documento, pois deverá permanecer aberta a futuras discussões entre cientistas e técnicos especializados em áreas úmidas. Essa flexibilidade permitirá que o método seja definido de maneira colaborativa, considerando os objetivos de restauração, os macro-habitats do Pantanal e o período de amostragem (seca/cheia). O foco está em garantir que o processo seja participativo e adaptável, promovendo um diálogo contínuo e ajustes necessários para refletir as condições ambientais e a evolução da restauração.



Montagem de exsicatas em expedição no Pantanal sul-mato-grossense.
Acervo: CNCFlora.

3. Tipos de distúrbios antrópicos no processo de restauração

Em escala local, o processo de restauração enfrenta estressores que podem atuar como barreira, desacelerando a trajetória da restauração. Por estressor, entende-se qualquer pressão natural ou antropogênica que cause uma mudança quantificável, seja positiva ou negativa, na resposta biológica (Côté et al., 2016). Em alguns casos, esses estressores podem interagir entre si, e as associações entre múltiplos fatores estressores no ecossistema podem comprometer os processos biológicos, as funções ecológicas e a biodiversidade. Entre os estressores comuns em processos de restauração, destacam-se:

- *Mudanças climáticas e pressões antrópicas no Pantanal*: impactam a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. O aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como secas prolongadas e ondas de calor, altera o regime hidrológico, afetando a manutenção dos ciclos naturais do bioma. Essas mudanças influenciam diretamente a regeneração da vegetação, a disponibilidade de recursos hídricos e a sobrevivência de espécies nativas.
- *Perturbação antrópica causada por fogo*: os incêndios florestais, intensificados pelas mudanças climáticas, representam uma ameaça constante aos projetos de restauração, agravando a degradação do solo, fragmentando habitats e reduzindo a resiliência do ecossistema. Além disso, a elevação da temperatura e alterações nos padrões de precipitação dificultam o estabelecimento de áreas restauradas, exigindo estratégias adaptativas para as ações de recuperação.
- *Espécies vegetais exóticas invasoras*: a presença dessas espécies pode atuar como um estressor, prejudicando a recuperação/restauração de uma área devido aos impactos negativos causados pela vegetação invasora.
- *Árvores caídas ou galhos quebrados*: esse fator está relacionado ao impacto causado pelos tombamentos na vegetação, retardando o crescimento e o desenvolvimento da regeneração natural ou do plantio.
- *Presença de bovinos e bubalinos*: estes animais podem causar pisoteio, compactação do solo, herbivoria e até queda de árvores.



- *Fatores ambientais*: mudança climática global, secas prolongadas e inundações decorrentes de grandes volumes e períodos de chuva.
- *Excesso de trepadeiras*: as trepadeiras se desenvolvem em abundância no período chuvoso e causam forte competição com os regenerantes. Além disso, elas constituem biomassa combustível durante o período da seca.

Combate aos incêndios pela Brigada Alto Pantanal, na Serra do Amolar, Pantanal.
Acervo: Instituto Homem Pantaneiro.

Em escala regional, o Pantanal, a maior planície de inundação contínua do mundo, enfrenta sérios desafios devido a mudança climática e pressões humanas. Modelos climáticos preveem um aumento de 5°C a 7°C na temperatura da região até o final do século XXI, intensificando secas e inundações (Marengo et al., 2016). A expansão da pecuária e projetos de infraestrutura, como a Hidrovia Paraguai-Paraná, também ameaçam a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, pois alteram o regime hidrológico e fragmentam habitats. A dinâmica do Pantanal depende das chuvas sazonais e dos ciclos de inundação, essenciais para a dispersão de nutrientes e a manutenção da biodiversidade, mas esses processos estão sendo afetados pela variabilidade climática e as ações humanas.

Além disso, o Pantanal está interligado à Floresta Amazônica, que regula a umidade e o regime de chuvas da região. O desmatamento acelerado na Amazônia pode reduzir significativamente o transporte de umidade atmosférica, impactando diretamente a segurança hídrica do Pantanal (Bergier et al., 2018). A degradação da vegetação amazônica prejudica a resiliência climática do bioma e sua interdependência com outros ecossistemas. Além das ameaças climáticas, projetos de infraestrutura de grande porte, como a Hidrovia Paraguai-Paraná, representam riscos adicionais ao equilíbrio hidrológico do Pantanal. A implementação dessa hidrovia pode modificar o fluxo natural das águas,

afetando ecossistemas ribeirinhos e resultando na perda de habitats, erosão do solo e fragmentação de áreas úmidas (Wantzen et al., 2024).

Além disso, o Pantanal desempenha uma função essencial no ciclo global do carbono, atuando como sumidouro desse elemento em sua vegetação e solos alagados. No entanto, ecossistemas de áreas úmidas tropicais não apenas capturam dióxido de carbono (CO_2), mas também emitem metano (CH_4), um gás de efeito estufa com alto potencial de aquecimento global. Estudos indicam que as emissões de metano em áreas permanentemente alagadas podem neutralizar ou até mesmo superar a capacidade de sequestro de CO_2 do Pantanal, tornando a região uma fonte líquida de aquecimento global sob determinadas condições climáticas (Dalmagro et al., 2019).

Diante desses desafios, estratégias de manejo sustentável podem desempenhar um papel fundamental na mitigação dos impactos ambientais sobre o Pantanal. Práticas como a rotação de pastagens, ajustes na dieta dos bovinos para redução da emissão de metano e a restauração de áreas degradadas representam alternativas viáveis para minimizar os danos ambientais e garantir a resiliência do bioma. Além disso, a implementação de políticas públicas voltadas à conservação dos recursos hídricos e à proteção da biodiversidade é essencial para assegurar a manutenção dos serviços ecossistêmicos do Pantanal a longo prazo.

A integridade ecológica do Pantanal depende da adoção de medidas que promovam a conservação dos seus processos naturais, conciliando o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. A implementação de estratégias baseadas em ciência e a cooperação entre diferentes setores da sociedade são fundamentais para garantir a sustentabilidade desse ecossistema singular, cuja biodiversidade e serviços ambientais são essenciais não apenas para a região, mas para todo o equilíbrio climático global.



Monitoramento de restauração ecológica na Reserva Biológica Marechal Cândido Mariano Rondon. Acervo: Fundação Neotrópica.

4. Oficina colaborativa para a estruturação do monitoramento da restauração no Pantanal

Esta seção foi elaborada com base nas discussões realizadas durante a segunda oficina com especialistas em restauração, no âmbito do desenvolvimento do referencial teórico de princípios e padrões para prática da restauração ecológica aplicados ao bioma Pantanal, designada [Oficina Virtual sobre Estrutura e Monitoramento para a restauração no Pantanal](#), realizada no dia 18 de dezembro de 2024, promovida pela Mupan – Mulheres em Ação no Pantanal e pela Wetlands International Brasil. O evento reuniu especialistas de diversas instituições, representantes de órgãos governamentais e não governamentais, além dos atores envolvidos nos projetos locais. As atividades incluíram apresentações, discussões em grupo e trocas de experiências sobre as ações de monitoramento, como indicadores, metodologias e valores de referência específicos para o Pantanal ([Link para a gravação da oficina](#)). As discussões da oficina se basearam em duas referências principais:

- i) Referências dos projetos de restauração desenvolvidos no Pantanal: a oficina destacou as experiências acumuladas por diferentes iniciativas no bioma, ressaltando os desafios que podem subsidiar a definição de indicadores e metodologias para o monitoramento da restauração.
- ii) Discussões realizadas durante a oficina “Indicadores da Vegetação para Monitoramento e Avaliação da Recuperação Ambiental”, ocorrida entre 25 e 29 de novembro de 2024, em Brasília: essa oficina, organizada com o apoio de diversas instituições de todo o Brasil, gerou um rico debate sobre indicadores específicos para o monitoramento da restauração nos diferentes biomas brasileiros, abordando a complexidade e a variabilidade dos ecossistemas locais. As sugestões pertinentes ao Pantanal foram incorporadas neste documento.



Garça-moura (*Ardea coccy*)
A maior garça brasileira,
às margens do rio
Paraguai, no Pantanal.
Foto: Karine Dias

4.1. Contribuições da Oficina Virtual

Os indicadores para o monitoramento do Pantanal foram amplamente discutidos entre os participantes, levando em consideração as especificidades ambientais e sociais da região. Atualmente, o [Protocolo de Monitoramento](#) adotado no bioma é baseado no [Decreto Estadual de Mato Grosso nº 1491 de 15 de maio de 2018](#). No entanto, esse protocolo também é compartilhado com outros biomas do estado, e suas diretrizes não contemplam plenamente as singularidades do Pantanal.

Estudos em florestas inundáveis do Pantanal demonstram variações significativas na densidade de indivíduos por hectare, influenciadas por fatores como a metodologia de amostragem e as características dos macro-habitats. Por exemplo, Pacheco (2010) registrou 900 indivíduos/hectare na floresta ciliar do rio Cuiabá, enquanto Arieira (2006) encontrou densidades variando entre 441 e 1.050 indivíduos/hectare em diferentes locais. Damasceno-Junior et al. (2004) identificaram 695 indivíduos/hectare, e Nunes da Cunha (1994) registrou densidades superiores a 2.000 indivíduos/hectare nas margens dos rios Cassange (2.202), Claro (2.175) e Bento Gomes (2.223). Essas diferenças refletem a heterogeneidade dos ambientes pantaneiros, destacando a necessidade de ajustar as densidades nos projetos de restauração com base em mais estudos locais.

Além disso, a dinâmica e a variabilidade do Pantanal, marcadas pelos ciclos anuais e plurianuais de inundação, reforçam a necessidade de considerar o contexto histórico das inundações ao definir indicadores e valores de referência. Determinar a época ideal para o monitoramento, levando em conta os períodos de cheia e seca, que influenciam diretamente os processos ecológicos e os resultados da restauração, é essencial para assegurar a efetividade das avaliações.

Na oficina, os participantes debateram valores de referência específicos para o Pantanal, destacando, contudo, que ainda são necessários estudos mais aprofundados, uma vez que a restauração no bioma é uma prática recente em comparação com outros biomas brasileiros. Esses desafios reforçam a necessidade de estudos específicos para o desenvolvimento de indicadores e valores de referência que reflitam a realidade local.

Os indicadores propostos foram organizados nas seguintes categorias:

Vegetação:

- Cobertura de espécies nativas desejáveis, com ênfase na dinâmica de trepadeiras e espécies invasoras.
- Banco de sementes como indicador do potencial regenerativo.

- Aspectos do regime hidrológico, essenciais para a recuperação das matas ciliares e para entender os impactos dos ciclos de inundação.

Fauna:

- Monitoramento de aves e pequenos mamíferos como bioindicadores da recuperação ecológica.
- Mobilidade e conectividade entre as áreas em trajetória de restauração e seus entornos.

Processos ecológicos:

- Resiliência ecológica avaliada por meio de indicadores funcionais, como a dinâmica da herbivoria e a composição de grupos funcionais.

Socioeconômicos:

- Geração de renda, inclusão de gênero e engajamento comunitário como indicadores de impacto social.
- Uso de tecnologias acessíveis, como drones e fotografias, para facilitar o monitoramento pela comunidade.

4.2. Desafios e perspectivas futuras discutidas na Oficina Virtual

Entre os principais desafios discutidos durante a oficina, destacou-se a dificuldade de definir valores de referência para períodos de 4 a 20 anos, com o objetivo de acompanhar a trajetória da restauração de uma área. Apesar da expectativa inicial, chegou-se ao consenso de que, com o conhecimento atual sobre a dinâmica ecológica do Pantanal e a prática recente de restauração no bioma, ainda não é viável estabelecer esses valores de forma confiável. Estudos futuros serão essenciais para consolidar essas referências e permitir maior previsibilidade nos projetos.

Outro desafio relevante é a presença de lianas (trepadeiras lenhosas), que dificultam o progresso da restauração e exigem um manejo efetivo. Além disso, análises via satélite no Pantanal têm baixa eficácia devido à complexidade da dinâmica da vegetação e às características ambientais específicas da região.

Esses pontos reforçam a necessidade de estudos contínuos para aprimorar as metodologias e adaptar os indicadores às condições únicas do Pantanal. Ao integrar saberes científicos, técnicos e tradicionais, o monitoramento pode não apenas superar esses desafios, mas também se consolidar como uma ferramenta essencial para a recuperação do bioma.

5. Lacunas

O desenvolvimento do plano de monitoramento de florestas e campos para o Pantanal é um grande desafio. Apesar da existência de estudos sobre a vegetação, a restauração e a indicação de áreas prioritárias para a restauração no Pantanal (vide 'Aprofunde seus conhecimentos'), ainda é necessário ampliar a abrangência para um maior número de macro-habitats e aprimorar o refinamento de escala (Pott et al., 2018). Um dos principais desafios foi estruturar um plano de monitoramento baseado em princípios de Ecologia de Áreas Úmidas, o que requer ajustes nos padrões dos modelos tradicionais de monitoramento. Isso implica a compreensão e aplicação do conceito de macro-habitat, unidade central de gestão e monitoramento de paisagens úmidas como o Pantanal. Para que o monitoramento atinja as metas desejadas, é importante que os órgãos de gestão ambiental, social e de pesquisa invistam em ações e estudos que apoiem sua implementação, tais como:

Ecológicos

- Desenvolver pesquisas futuras para identificar estratégias de manejo que aceleram o acúmulo de carbono, aproximando a regeneração natural às condições encontradas nas áreas de referência.
- Investigar o histórico de uso, a intensidade da exploração e as características do entorno na trajetória da regeneração natural, evidenciando a importância do contexto histórico, ambiental e social.
- Ampliar o conhecimento sobre espécies vegetais tolerantes a inundações e secas, orientando estratégias de manejo e proteção das espécies.
- Sistematizar dados secundários sobre florística, diversidade, estrutura da comunidade, parâmetros edáficos e outros que possam ser utilizados como indicadores no contexto de monitoramento.
- Apoiar a publicação de estudos sobre a restauração e monitoramento no Pantanal em revistas internacionais, ampliando a visibilidade e o reconhecimento das ações desenvolvidas no bioma.
- Desenvolver pesquisas para avaliar a eficácia das diferentes técnicas de restauração, visando aprimorar os métodos e maximizar os resultados.

Esses resultados evidenciam duas lacunas centrais:

- i) A regeneração de algumas áreas ainda enfrenta desafios para alcançar condições ecológicas equivalentes às da vegetação nativa das áreas de referência, como o estoque de carbono no solo e a composição florística. Isso reforça a necessidade de estudos com períodos de monitoramento mais longos.

- ii) O histórico de uso e ocupação, incluindo o tipo de manejo (ex: pastoreio de gado e uso do fogo) e as condições do entorno, afetam os resultados da regeneração natural, a definição de indicadores e valores de referência para o monitoramento.

Além disso, destacam-se outras lacunas no contexto ecológico:

- Estudos que estabeleçam valores de referência para indicadores como a distância entre macro-habitats, para avaliação da conectividade, e propriedades do solo (umidade, matéria orgânica, macro e mesofauna) em formações florestais e campestres;
- Estudos sobre a dinâmica de nutrientes no solo e na água, além do ciclo do carbono em diferentes macro-habitats;
- Estudos de fauna e vegetação em macro-habitats específicos;
- Estudos florísticos (inventários) para estabelecer valores de referência nos diferentes macro-habitats;
- Promoção do uso de índices de restauração, construídos a partir da avaliação dos indicadores do monitoramento.



Vista área da RPPN Sesc Pantanal com equipe de monitoramento em campo.
Foto: Jeferson Prado.

Infraestrutura

- Criação de plataformas digitais para compartilhamento de dados e informações de pesquisas sobre a restauração e monitoramento no Pantanal;
- Instalação de sensores de campo, como estações meteorológicas locais, considerando as diferentes regiões do Pantanal;
- Asseguramento de financiamento para o monitoramento a longo prazo de programas de restauração;
- Consolidação do uso de tecnologias avançadas para monitoramento de grandes áreas e detecção de mudanças na cobertura vegetal e na paisagem.

Social

- Incentivo à realização de estudos sobre os impactos econômicos e as percepções de engajamento da sociedade nos projetos de restauração e monitoramento no Pantanal;
- Garantia da capacitação de diferentes atores, especialmente locais, para a realização do monitoramento;
- Incentivo à capacitação dos profissionais, com foco na consolidação de conceitos indispensáveis, como pulso de inundação, macro-habitats, conectividade, entre outros.

6. Considerações

O monitoramento da restauração ecológica no Pantanal desempenha um papel estratégico para alcançar as metas desejadas, especialmente em um contexto de incertezas climáticas e dinâmicas ambientais complexas. Como uma das maiores áreas úmidas do mundo, a dinâmica do Pantanal resulta em variações extremas no regime hidrológico, como inundações, secas e incêndios. Esses fenômenos tornam indispensável a adoção de estratégias flexíveis e adaptáveis, capazes de responder às imprevisibilidades climáticas e ecológicas.

Nesse cenário, o manejo adaptativo emerge como uma abordagem essencial. Ele permite que as ações de restauração sejam continuamente ajustadas com base nos resultados obtidos e nas mudanças observadas no ambiente. Em vez de depender de estratégias rígidas e invariáveis, o manejo adaptativo integra planejamento, monitoramento e reavaliação constantes, proporcionando maior resiliência às iniciativas de restauração diante das incertezas climáticas.

Os indicadores de restauração são componentes essenciais de qualquer projeto que busque a sustentabilidade dos recursos naturais. Eles não apenas monitoram a trajetória da restauração, mas também fornecem subsídios para decisões estratégicas. Avaliar parâmetros como regeneração natural, dinâmica de espécies e funções ecológicas em diferentes fases de monitoramento — curto, médio e longo prazo — é crucial para ajustar estratégias e assegurar o sucesso das ações. No entanto, é importante reconhecer que a maioria dos estudos sobre indicadores ecológicos tem como foco outros biomas, como a Mata Atlântica. Para o Pantanal, existe uma lacuna significativa de conhecimento, o que exige maior esforço de pesquisa para compreender suas particularidades e estabelecer valores de referência confiáveis.

Monitoramento com drone em área de restauração na Reserva Biológica Marechal Cândido Mariano Rondon. Acervo: Fundação Neotrópica.



A escolha dos indicadores no Pantanal não pode ser universalizada; ela deve ser realizada caso a caso, considerando as especificidades locais. Essa abordagem personalizada é imprescindível devido à singularidade dos processos ecológicos, sociais e hidrológicos do bioma. Portanto, pesquisas voltadas à identificação de indicadores e à definição de seus valores de re-

ferência são fundamentais para orientar práticas de restauração mais efetivas e alinhadas com a realidade da região.

Além disso, a complexidade do Pantanal exige um olhar holístico e integrado. Não basta monitorar apenas os processos ecológicos; é essencial considerar também os aspectos sociais e culturais das comunidades locais. As práticas tradicionais e o conhecimento acumulado dessas populações podem enriquecer significativamente as estratégias de restauração, promovendo soluções mais adaptadas.

Por fim, o sucesso da restauração no Pantanal está diretamente ligado a uma governança colaborativa, que fomente o diálogo entre pesquisadores, gestores, comunidades e demais atores envolvidos. Alinhar ciência, políticas públicas e práticas locais por meio do manejo adaptativo é fundamental para desenvolver um modelo de restauração que vá além da recuperação de ecossistemas degradados, fortalecendo também a resiliência socioecológica da região frente às mudanças globais.

REFERÊNCIAS

Alho, C. J. R., Camargo, G., & Fischer, E. (2011). Terrestrial and aquatic mammals of the Pantanal | Mamíferos terrestres e aquáticos do Pantanal. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1 SUPPL.), 297–310.

Andy M. Herba, b and C. Max Finlaysonb, c." *Ramsar Wetlands: Values, Assessment, Management* (2023): 377.

Aragona, M., & Marinho-Filho, J. (2009). História natural e biologia reprodutiva de marsupiais no Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Zoologia (Curitiba)*, 26(2), 220–230. <https://doi.org/10.1590/S1984-46702009000200004>

Arieira, J., Cunha, C.N.D. (2006). Fitossociologia de uma floresta inundável monodominante de *Vochysia divergens* Pohl (Vochysiaceae), no Pantanal Norte, MT, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 20, 569-580.

Barbosa da Silva, F. H., Nunes da Cunha, C., & Overbeck, G. E. (2020). Seasonal Dynamics of Flooded Tropical Grassland Communities in the Pantanal Wetland. *Wetlands*, 40(5), 1257–1268. <https://doi.org/10.1007/s13157-020-01281-w>

Bazzo, J. C., Freitas, D. A. F., Silva, M. L. N., Cardos, E. L., & Santos, S. A. (2012). Aspectos geofísicos e ambientais do pantanal da Nhecolândia. *Revista de Geografia (UFPE)*, 29(1).

Bergier, I., Assine, M. L., McGlue, M. M., Alho, C. J., Silva, A., & Guerreiro, R. L. (2018). Amazon rainforest degradation and the loss of the Pantanal wetland buffer. *Environmental Research Letters*, 13(12), 124026. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaeb38>

Borges, H. B. N., & Shepherd, G. J. (2005). Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 28(2), 61–74.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Departamento de Florestas. Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa – Planaveg

2025-2028; Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Brasília, DF, 2024. Disponível em: http://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/sbio/dflo/plano-nacional-de-recuperacao-da-vegetacao-nativa-planaveg/planaveg_2025-2028_2dez2024.pdf Acesso em: 14 jun. 2025.

Castrillon, S. K. I., Silva, C. J., & Fernandez, J. R. C. (2020). Efeitos do nível de inundação sobre comunidades arbóreas em ilhas do rio Paraguai no Pantanal, Brasil. *Revista Equador*, 9(1):154-173.

Costa, C. P. da, Cunha, C. N. da, & Costa, S. C. (2010). Caracterização da flora e estrutura do estrato arbustivo-arbóreo de um cerrado no Pantanal de Poconé, MT. *Biota Neotropica*, 10(3), 61–73. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300006>

Côté, I. M., Darling, E. S., & Brown, C. J. (2016). Interactions among ecosystem stressors and their importance in conservation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1824), 20152592.

Dalmagro, H. J., Lobo, F. D. A., & Ortíz, C. E. R. (2019). Carbon balance in a seasonally flooded wetland in the Pantanal. *Science of the Total Environment*, 676, 676-686. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.128>

Damasceno-Junior, G. A., Semir, J., Santos, F. A. M. D., Leitão-Filho, H. D. F. (2004). Tree mortality in a riparian forest at Rio Paraguai, Pantanal, Brazil, after an extreme flooding. *Acta Botanica Brasilica*, 18, 839-846.

Damasceno-Junior, G. A., Semir, J., Antonio Maës Dos Santos, F., & de Freitas Leitão-Filho, H. (2005). Structure, distribution of species and inundation in a riparian forest of Rio Paraguai, Pantanal, Brazil. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200(2), 119–135. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2004.09.002>

Dronova, I., Taddeo, S., Hemes, K. S., Knox, S. H., Valach, A., Oikawa, P. Y., ... & Baldocchi, D. D. (2021). Remotely sensed phenological heterogeneity of restored wetlands: linking vegetation structure and function. *Agricultural and Forest Meteorology*, 296, 108215.

Fernandes, A. H. B. M., Salis, S. M., Fernandes, F. A., & Crispim, S. M. A. (2008). Estoques de carbono do estrato arbóreo de cerrados no Pantanal da Nhecolândia. *Comunicado Técnico 68*, Embrapa Pantanal, Corumbá, MS.

Layme, V. M. G., Candelária, L. P., Santos, A. P. M. P., & da Silva, P. B. A. (2012). Estrutura da comunidade de pequenos mamíferos não voadores em campos nativos do Pantanal de Poconé. *Oecologia Australis*, 16(4), 949–957. <https://doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.16>

Lehn, C. R., Alves, F. M., & Damasceno-Junior, G. A. (2008). Florística e fitossociologia de uma área de cerrado sensu stricto na região da borda oeste do Pantanal, Corumbá, MS, Brasil. *Pesquisas, Botânica*, 59:129-142.

Lima, P.A.F., Pachêco, B. S., Sousa, S. R., Gatto, A., Aquino, F. G., & Albuquerque, L. B. (2015). Indicadores ecológicos: ferramentas para o monitoramento do processo de restauração ecológica. *Planaltina*, DF: Embrapa Cerrados.

Machado, M. P., Pires, L. R., Silva, L. T.P., Riguete, J. R., & Silva, A. G. (2012). Análise de um gradiente fitofisionômico em área de influência de inundação periódica no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, Brasil. *Natureza online*, 10(2): 65-70.

Marengo, J. A., Souza, C. M., & Alves, L. M. (2016). Mudanças climáticas e seus impactos no Pantanal brasileiro. *Climatic Change*, 139, 125-139. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1764-x>

Morais, R. F., Silva, E. C. S., Metelo, M. R. L., & Moraes, F. F. (2013). Floristic composition and structure of the plant community of different phytophysognomies in the Pantanal of Poconé, Mato Grosso. *Rodriguésia*, 64:775-790.

- Nascimento, M. T., & Saddi, Nagib. (1992). Structure and floristic composition in an area of Cerrado in Cuiabá-MT, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 15(1):47-55.
- Nunes da Cunha, C., Bergier, I., Tomas, W. M., Damasceno-Júnior, G. A., Santos, S. A., Assunção, V. A., Sartori, Â. L. B., Pott, A., Arruda, E. C. de, Garcia, Â. da S., Nicola, R. D., & Junk, W. J. (2023). Classificação dos Macrohabitat do Pantanal Brasileiro: Atualização para Políticas Públicas e Manejo de Áreas Protegidas. *Biodiversidade Brasileira - BioBrasil*, 13(1), 1–26. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v13i1.2223>
- Oliveira-Filho, A.T. & Ratter, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado biome. In: Oliveira PS & Marquis RJ (Eds), *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna*, 1st ed., New York: Columbia University Press, p. 91-120.
- Pacheco, V.P. (2010). Influência do gradiente de inundação na composição florística, estrutura fitossociológica e padrão de distribuição das espécies em floresta ripária do rio Cuiabá, Pantanal, MT. 2010. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- Pott, A., Garcia, L.C., Pereira, Z. V., Matsumoto, M. & Braga, J. V. (2018). Potencial de regeneração natural da vegetação do Pantanal. Ministério do Meio Ambiente. p.6.
- Pott, A., Oliveira, A., Damasceno-Junior, G. A., & Silva, J. (2011). Plant diversity of the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology*, 71(1 suppl 1), 265–273. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200005>
- Salis, S. M., Assis, M. A., Crispim, S. M. A., & Casagrande, J. C. (2006). Distribuição e abundância de espécies arbóreas em cerradões no Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 29: 339-352.
- Silva, J.S.V. ; POTT, A. ; CHAVES, J. V. B. . Classification and mapping of the Vegetation of the Brazilian Pantanal. In: Damasceno-Junior, G; Pott, A.. (Org.). *Flora and Vegetation of the Pantanal wetland*. 1ed.Switzerland: Springer, 2021, v. 8, p. 11-38.
- Souza, E.B., Pott, A., Wittmann, F., Parolin, P., Markus-Michadlczyk, H., Bueno, M. L., Damasceno-Junior, G. A. (2021) Composition and distribution of woody and palm vegetation in the Pantanal wetland. In: Damasceno-Junior G.A., Pott A.. (Org.). *Flora and Vegetation of the Pantanal wetland*. 1ed.Cham, Switzerland: Springer, v. 8, p. 443-469.
- Rodrigues, R. R., Brancalion, P. H. S., & Isernhagem, I. (2009). Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ.
- Teixeira, R. C., Corrêa, C. E., & Fischer, E. (2009). Frugivory by *Artibeus jamaicensis* (Phyllostomidae) bats in the Pantanal, Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 44(1), 7–15. <https://doi.org/10.1080/01650520802692283>
- Wantzen, K. M., Couto, E. G., Mundkur, T., & Junk, W. J. (2024). Environmental threats to the Pantanal wetland: Implications for conservation strategies. *Wetlands Ecology and Management*, 32(1), 45-67. <https://doi.org/10.1007/s11273-024-09978-6>
- Wittmann, F., Zorzi, B. T., Tizianel, F. A. T., Urquiza, M. V. S., Faria, R. R., e Sousa, N. M., Módena, É. de S., Gamarra, R. M., & Rosa, A. L. M. (2008). Tree species composition, structure, and aboveground wood biomass of a riparian forest of the lower miranda river, Southern Pantanal, Brazil. *Folia Geobotanica*, 43(4), 397–411. <https://doi.org/10.1007/s12224-008-9022-9>

Aprofunde seus conhecimentos

Battirola, L.D., Marques, M.I., Brescovit, A.D., Rosado Neto, G.H. & Anjos, K.C. (2010) Comunidade edáfica de Araneae (Arthropoda, Arachnida) em uma floresta sazonalmente inundável na região Norte do Pantanal de Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica*, 10: 173–183. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000200022>

Bogarín, M.R.A., Reis LK, Laura VA, Pott A, Szabo, J.K., Garcia LC. (2022) Morphological and phenological strategies for flooding tolerance in Cerrado and Pantanal trees: implications for restoration under a new legislation. *Restoration Ecology* e13660: 1-12.

Cunha Neto, F. V., de Miranda Carvalho, A. B., Valentim, S. M. S., de Sousa, J. B., Junior, E. S. O., & Castrillon, S. K. I. (2024) Crescimento e sobrevivência de *Dipteryx alata* Vogel em solo sujeito à inunda  o temporária: Aplica  es na produ  o e restaura  o ecológica. *Revista Brasileira de Geografia Física* 17.4: 2315-2331.

Ferreira-Júnior, W.G., Schaefer, C.E.G.R., Cunha, C.N., Duarte, T.G., Chieregatto, L.C. & Carmo, F.M.S. (2016) Flood regime and water table determines tree distribution in a forest-savanna gradient in the Brazilian Pantanal. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 88(suppl 1), 719–731. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150341>

Garcia, L.C., Reis, L.K., Salis, S.M., Guerra, A., Pereira, Z.V., Bogar  n, M.R.A., Pott, A. Ecological restoration of Pantanal wetlands. 2022. In: *Flora and Vegetation of the Pantanal wetland*. (Damasceno-Júnior, G.A. & Pott, A. Orgs). Ed. Springer. p. 739-766.

Guerra, A., Reis, L. K., Borges, F. L. G., Ojeda, P. T. A., Pineda, D. A. M., Miranda, C. O., Maidana, D. P. F. L., Santos, T. M. R., Shibuya, P. S., Marques, M. C. M., Laurance, S. G., & Garcia, L. C. (2020) Ecological restoration in Brazilian biomes: Identifying advances and gaps. *Forest Ecology and Management*, 458: 117802. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117802>

Morais, J.F., Lima, J.B., Barbosa da Silva, F.H. & Oliveira, P.C. (2021) Da semente    pl  ntula: fases iniciais de *Dipteryx alata* Vogel (Fabaceae) diferem na toler  ncia ao alagamento. *Biodiversidade*, 20(2), 43–53.

Pott, A., Pott, V.J. (2021) Flora of the Pantanal wetland. *Flora and Vegetation of the Pantanal wetland*. 1ed.Cham, Switzerland: Springer, v. 8, p. 39-228.

Reis, L.K.; Damasceno-Junior, G.A.; Battaglia, L.; Garcia, L.C. (2021) Can transplanting seedlings with protection against herbivory be a cost-effective restoration strategy for seasonally flooded environments? *Forest Ecology and Management*. 483, 118742

Rodrigues R.R.; Jakovac C.C.; Moraes L.F.; Vieira D.; Sampaio A.B.; Ganade G.; Garcia L.C.; Overbeck G.E. Capítulo 5: Práticas de restaura  o nos diferentes biomas brasileiros. In Crouzeilles R., Rodrigues R.R., Strassburg B.B.N (eds.) (2019). *BPBES/IIIS: Relatório Temático sobre Restaura  o de Paisagens e Ecossistemas*. Editora Cubo, São Carlos pp.77 <https://doi.org/10.4322/978-5-60064-91-5.85-60064-91-5>

Silva, J.S.V., Pott, A., Chaves, J.V.B. (2021) Classification and mapping of the Vegetation of the Brazilian Pantanal. In: Damasceno-Junior, G; Pott, A.. (Org.). *Flora and Vegetation of the Pantanal wetland*. 1ed.Switzerland: Springer, v. 8, p. 11-.

Esta publicação reúne recomendações técnicas para o monitoramento da restauração de áreas úmidas, com foco principal no Pantanal. Inspirada nas diretrizes da Convenção de Ramsar e baseada em projetos exitosos de restauração de áreas úmidas, a obra destaca o papel central do monitoramento para o manejo adaptativo, permitindo avaliar resultados e ajustar estratégias e processos ao longo da restauração dos ecossistemas. O documento apresenta orientações para a definição de indicadores ecológicos e socioeconômicos, capazes de refletir a complexidade das interações entre vegetação e ambiente, evidenciando os benefícios da restauração para a biodiversidade, o clima e a qualidade de vida das comunidades locais e a sociedade como um todo. Adaptável a diferentes escalas e contextos, o roteiro pode ser aplicado em todo o Pantanal e em outras paisagens úmidas brasileiras e mundo a fora. Para isso, são consideradas as variações de macro-habitats, que são as menores unidades da paisagem das áreas úmidas sujeitas às mesmas condições hídricas e de vegetação, bem como a importância de inventários florísticos locais e demais diagnósticos.

REALIZAÇÃO



APOIO



APOIO FINANCEIRO



Subsídios ao
**Pacto pela
Restauração
do Pantanal**



ISBN 978-85-697835-1



9 788569 786351