

Proposta de Projeto de Gestão de Queimadas de Savana

Relatório de Avaliação de Viabilidade

ECODATAGEO

2025-02-17

Índice

1	Introdução	2
1.1	Créditos de Biodiversidade	2
1.1.1	Padrões de certificação aplicáveis:	2
1.1.2	Metodologias aplicáveis:	3
1.2	Créditos Baseados em Manejo Integrado do Fogo	3
1.2.1	Padrões de certificação aplicáveis:	3
1.2.2	Metodologias aplicáveis:	3
1.3	Conservação e Restauração de Savanas Naturais	3
1.3.1	Padrões de certificação aplicáveis:	3
1.3.2	Metodologias aplicáveis:	4
1.4	Conservação e Restauração de Zonas Úmidas Continentais	4
1.4.1	Padrões de certificação aplicáveis:	4
1.4.2	Metodologias aplicáveis:	4
2	Objetivos	4
3	LOCAL PROPOSTO	4
3.1	LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL	4
3.2	CLIMA E VEGETAÇÃO	5
3.3	REGIME DE INCÊNDIOS PREDOMINANTE	7
3.3.1	Fogo por estação	7
3.3.2	Fogo por local do PEST do Rio Negro	9
3.3.3	Fogo por classe de vegetação	13
4	METODOLOGIA PROPOSTA	13
4.1	METODOLOGIA ISFM	13
4.2	REGIME DE COMÉRCIO DE CARBONO	15
5	ATIVIDADES DO PROJETO	15
5.1	DESENVOLVIMENTO E REGISTO	15
5.2	OPERAÇÕES DE GESTÃO DE INCÊNDIOS	15
5.3	ACOMPANHAMENTO, INFORMAÇÃO E VERIFICAÇÃO	16
6	POTENCIAIS CRÉDITOS DE CARBONO	17
6.1	TIPOS DE COMBUSTÍVEL DA VEGETAÇÃO	17
6.2	POTENCIAL DE REDUÇÃO / PREVENÇÃO DE EMISSÕES	17

6.3	AUMENTO DA SEQUESTRO / REMOÇÃO DE CARBONO	19
6.3.1	Coleta de Informações GIS e Desenvolvimento de Mapas	20
6.3.2	Atualização dos cálculos de emissões de referência	20
6.3.3	Apoio ao Processo de Triagem e Aprovação do Projeto	20
7	MODELO FINANCEIRO PROPOSTO	20
	RECOMENDAÇÕES	21

1 Introdução

Os incêndios no Pantanal têm causado prejuízos significativos à fauna e flora locais. O aumento na frequência e na intensidade de incêndios tem sido apontado como causa de declínio de populações de diversos organismos (ver, p. ex., Abreu et al. (2004), Valencia-Zuleta et al. (2024)).

A gestão do regime do fogo no Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro requer ações integradas e contínuas, combinando ciência, políticas públicas e participação comunitária. A implementação de práticas como o Manejo Integrado do Fogo e a elaboração de planos específicos são essenciais para preservar este ecossistema único e vital, garantindo a sustentabilidade ambiental e a proteção da biodiversidade local.

1.1 Créditos de Biodiversidade

Os créditos de biodiversidade são instrumentos financeiros destinados a incentivar a conservação e restauração da biodiversidade. Esses créditos representam ações mensuráveis que contribuem para a proteção de habitats, espécies ameaçadas e serviços ecossistêmicos. Eles funcionam de forma semelhante aos créditos de carbono, permitindo que empresas, governos e outras partes interessadas compensem seu impacto ambiental investindo em projetos certificados de biodiversidade (B. C. Standard 2023; Areas 2019).

Os créditos de biodiversidade são utilizados como uma ferramenta de mercado, para financiar iniciativas de conservação e restauração ecológica. Seus principais objetivos incluem:

- **Incentivar a conservação da biodiversidade:** Os créditos tornam a conservação uma alternativa viável economicamente, através da valoração da proteção de ecossistemas (Vivo 2021).
- **Restaurar habitats degradados:** Projetos de créditos de biodiversidade frequentemente envolvem atividades como reflorestamento, recuperação de áreas úmidas e manejo sustentável da terra (Registry 2022).
- **Criar incentivos financeiros para comunidades locais:** De modo geral os programas de créditos integram comunidades indígenas e rurais, garantindo benefícios econômicos por meio da conservação (Vivo 2021).
- **Apoiar a conformidade ambiental e metas corporativas:** As empresas podem utilizar créditos de biodiversidade para mitigar seus impactos ambientais, atendendo as legislações (B. C. Standard 2023).

1.1.1 Padrões de certificação aplicáveis:

- **Biodiversity Credit Standard (BCS):** Um padrão emergente para certificação de créditos de biodiversidade, focado na conservação de habitats e na medição de impactos positivos para espécies e ecossistemas. Este padrão visa fornecer incentivos financeiros para práticas que protejam e restaurem a biodiversidade (B. C. Standard 2023).
- **Verified Conservation Areas (VCA):** Um sistema de certificação baseado na garantia de longo prazo para áreas protegidas privadas e comunitárias, assegurando práticas sustentáveis e monitoramento contínuo (Areas 2019).

- **Plan Vivo:** Um dos padrões mais reconhecidos globalmente para projetos de uso sustentável da terra, incluindo conservação de biodiversidade, reflorestamento e agroflorestas (Vivo 2021).
- **BioCarbonStandards (BCR):** Certificação para projetos que combinam conservação da biodiversidade e remoção de carbono, garantindo práticas robustas de monitoramento e transparência (Registry 2022).

1.1.2 Metodologias aplicáveis:

- Monitoramento de indicadores de biodiversidade.
- Avaliação da recuperação de habitats e espécies-chave.
- Estabelecimento de métricas para quantificação da conservação e restauração.
- Modelagem ecológica para estimativa de impactos positivos na biodiversidade.

1.2 Créditos Baseados em Manejo Integrado do Fogo

Os créditos baseados em manejo integrado do fogo são mecanismos de compensação que incentivam a implementação de práticas sustentáveis de manejo do fogo para reduzir emissões de gases de efeito estufa e conservar ecossistemas vulneráveis. Esses créditos são gerados por atividades como queimadas prescritas, prevenção de incêndios descontrolados e uso de conhecimentos tradicionais para o manejo do fogo (Government 2018; V. C. Standard 2021).

Os créditos de manejo integrado do fogo tem como principais finalidades:

- **Redução de emissões de GEE:** Reduzir a liberação de CO₂ e outros gases de efeito estufa, incentivando a adoção de técnicas mais apropriadas ao manejo do fogo (Government 2018).
- **Conservação de ecossistemas vulneráveis:** Incentivar a prevenção de incêndios descontrolados, evitando perda de biodiversidade (V. C. Standard 2021).
- **Práticas tradicionais e indígenas:** Incentivar o uso dos saberes tradicionais de comunidades locais para um manejo eficiente do fogo, promovendo inclusão e sustentabilidade (Government 2018).
- **Apoio a estratégias de adaptação climática:** O manejo adequado do fogo reduz os impactos de eventos climáticos extremos, aumentando a resiliência das paisagens naturais (V. C. Standard 2021).

1.2.1 Padrões de certificação aplicáveis:

- **Australian Savanna Burning Methodology:** Metodologia baseada no conhecimento tradicional indígena da Austrália para o manejo do fogo, reduzindo emissões de gases de efeito estufa e melhorando a resiliência ecológica (Government 2018).
- **VCS (Verified Carbon Standard – Metodologias para Manejo do Fogo):** Framework de certificação internacionalmente aceito para contabilização de emissões evitadas e removidas por práticas de manejo do fogo em ecossistemas vulneráveis (V. C. Standard 2021).

1.2.2 Metodologias aplicáveis:

- Implementação de queimadas prescritas para mitigação de incêndios descontrolados.
- Monitoramento de redução de emissões de GEE por manejo do fogo.
- Uso de técnicas indígenas e conhecimento tradicional na gestão do fogo.

1.3 Conservação e Restauração de Savanas Naturais

1.3.1 Padrões de certificação aplicáveis:

- **BioCarbon Registry – Natural Savannas (BCR0005):** Padrão voltado para a certificação de projetos de conservação e restauração de savanas naturais, assegurando práticas sustentáveis de manejo

e proteção contra incêndios descontrolados (Registry 2020).

1.3.2 Metodologias aplicáveis:

- Proteção contra incêndios descontrolados e práticas sustentáveis de manejo.
- Restauração ecológica e monitoramento da regeneração natural.
- Estabelecimento de métricas de estoque de carbono e biodiversidade em savanas.

1.4 Conservação e Restauração de Zonas Úmidas Continentais

1.4.1 Padrões de certificação aplicáveis:

- **BioCarbon Registry – Conservation and Restoration of Natural Continental Wetlands (BCR0007):** Certificação específica para projetos de restauração de zonas úmidas continentais, com foco na captura de carbono, proteção de habitats e serviços ecossistêmicos (Registry 2021).

1.4.2 Metodologias aplicáveis:

- Avaliação e monitoramento de áreas úmidas degradadas.
- Implementação de práticas de restauração para aumento da captura de carbono.
- Estabelecimento de métricas para biodiversidade e qualidade da água.
- Proteção de serviços ecossistêmicos associados às zonas úmidas.

2 Objetivos

Avaliar a viabilidade do local proposto para desenvolver um projeto SFM (Gestão do Fogo na Savana), incluindo

1. Determinar a adequação do sítio em termos de clima, vegetação e regime de incêndios prevalecente
2. Propor uma metodologia e um esquema para o Projeto e a elegibilidade dos Créditos de Carbono gerados no mercado voluntário de carbono
3. Efetuar cálculos preliminares sobre os potenciais Créditos de Carbono e receitas que podem ser gerados pelo Projeto
4. Propor um modelo financeiro para a realização do Projeto e os custos e despesas previstos
5. Fornecer recomendações sobre a próxima etapa para o desenvolvimento do Projeto SFM.

3 LOCAL PROPOSTO

3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DO LOCAL

O Pantanal se formou no período Quaternário com o aporte de sedimentos siltsos da Serra da Bodoquena ao sul e arenosos da região da Nhecolândia ao norte. Como a área do Parque é uma zona de transição podemos encontrar vegetação e fitofisionomia dos pantanais arenosos e argilosos (Torrecilha e Mauro 2008).

O Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro (PEST do Rio Negro) foi criado através do Decreto Estadual Nº 9.941 de 5 de Junho de 2000, do Estado de Mato Grosso do Sul. Possui uma área de 342.233,35 ha e seu território abrange os municípios de Corumbá e Aquidauana. Seu principal objetivo é de preservar amostras de ecossistemas do Pantanal, espécies da flora e fauna nele associadas, a manutenção do regime hidrológico garantindo a sua sazonalidade, a valorização do patrimônio paisagístico e cultural da região, objetivando sua utilização para fins de pesquisa científica, educação ambiental, recreação e turismo em contato com a natureza. A área engloba grande parte de um extenso sistema de irrigação: o brejão do rio Negro, lagoas

permanentes e cordões de matas que funcionam como refúgio e alimento da fauna silvestre local, além de ser considerado como um berçário de peixes do Pantanal (Torrecilha e Mauro 2008).

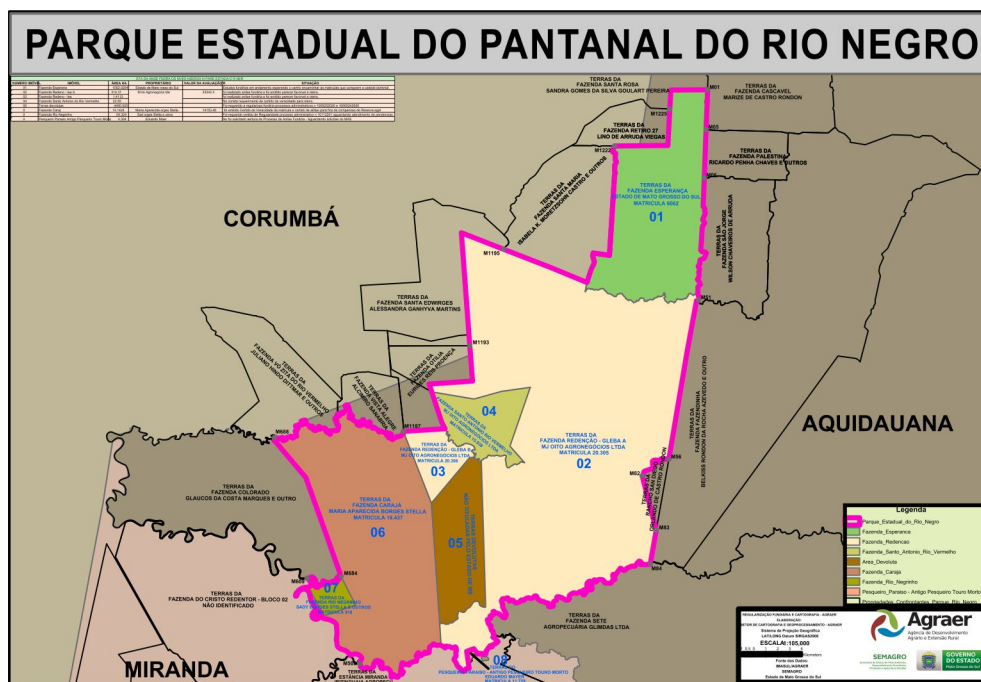


Figura 1: Área da Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro. Fonte: IMASUL (2022)

3.2 CLIMA E VEGETAÇÃO

O clima do Pantanal é tropical subúmido (Aw), com estações sazonais chuvosas (novembro a março) e secas (abril a outubro) bem distintas, que transformam a planície em uma grande área inundada durante o período chuvoso. O sistema hidrográfico do Pantanal é formado pelo rio Paraguai e seus afluentes e um complexo de corpos d'água permanentes e temporários. As áreas próximas aos canais principais são fortemente influenciadas pelas águas e sedimentos transportados pelos rios, enquanto que as áreas mais distantes dos canais principais são inundadas pela chuva local. Além do comportamento sazonal das inundações, o fenômeno das enchentes apresenta uma flutuação plurianual, com alternância de períodos de seca e de cheia (Torrecilha e Mauro (2008).

A paisagem da região do Parque é dominada por baías e corixos onde são encontradas espécies de plantas aquáticas como o camalote (*Eichornia spp.*), a vitória-régia (*Victoria amazonica*), o alface d'água (*Pistia stratiotes*) e a orelha de onça (*Salvinia auriculata*). Áreas abertas cobertas de gramíneas nativas, como o capim-mimoso (*Axonopus purpusii*, *Reimarochloa spp*, *Paratheria prostrata*), formam os chamados campos limpos. Essas áreas são comuns em partes mais baixas do Pantanal que sofrem inundações a cada estação de cheia e são conhecidas como vazantes. Entre as vazantes e as áreas mais altas com predomínio de arbóreas temos uma formação com vegetação de cerrado, com árvores de porte médio como lixeira (*Curatella americana*), canjiqueira (*Byrsonima spp*) e entremeadas de arbustos e plantas rasteiras como araticum (*Anona coriacea*). Essas áreas possuem espécies de bordas de cordilheiras e capões, e servem como refúgio para o gado e animais silvestres durante a cheia (Torrecilha e Mauro 2008, Figura 2).

As cordilheiras e capões, caracterizadas por áreas mais elevadas em relação ao perfil fitofisionômico (> 2 metros) possuem árvores como a aroeira (*Astronium spp.*), o ipê-roxo ou piúva (*Tabebuia spp.*), o an-

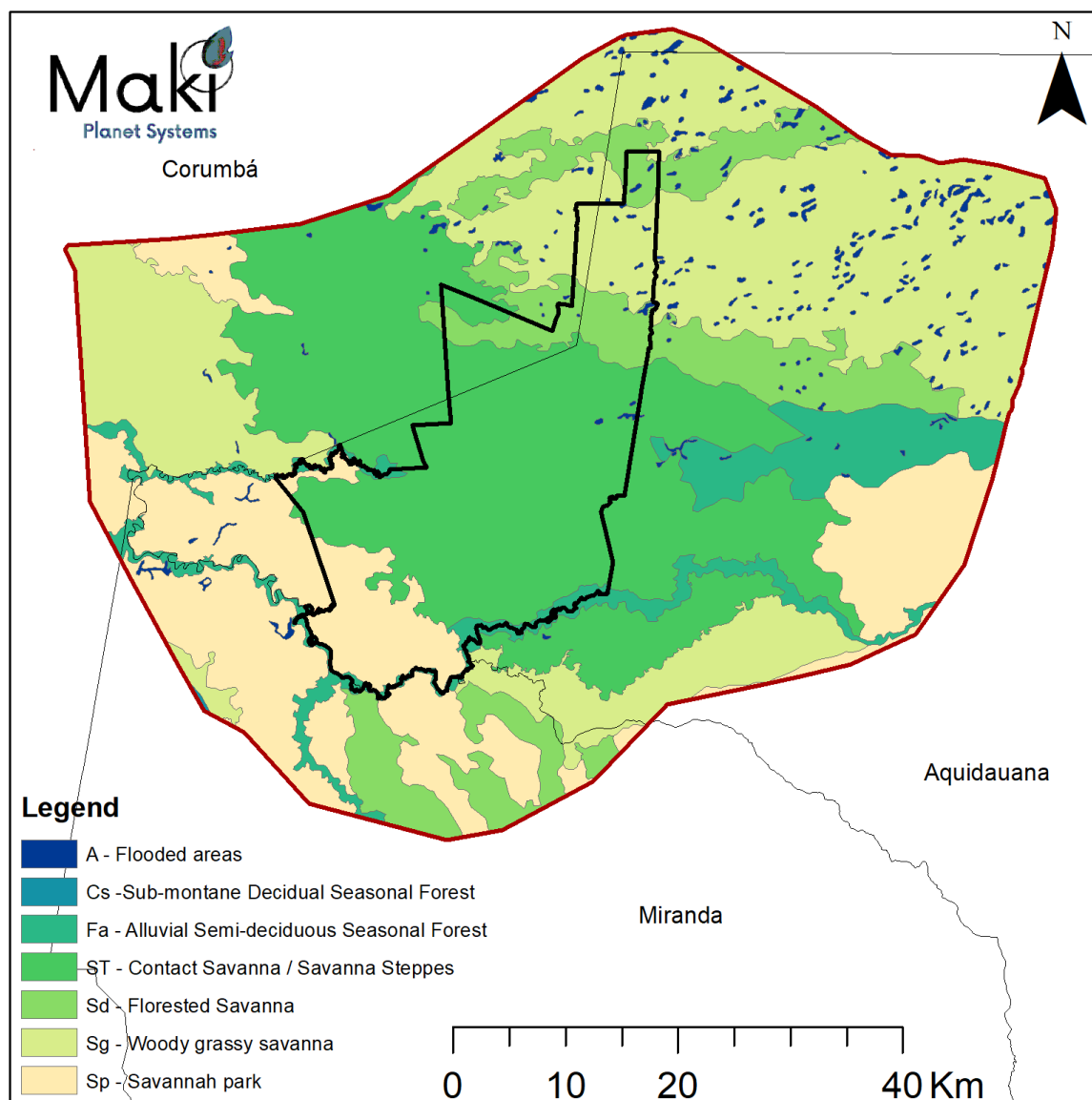


Figura 2: PEST do Rio Negro - Mapa de Vegetação

gico vermelho (*Anadenanthera colubrina*), o manduvi (*Sterculia apetala*) e o ipê-amarelo (*Tabebuia aurea*) (Torrecilha e Mauro 2008).

3.3 REGIME DE INCÊNDIOS PREDOMINANTE

A ocorrência de incêndios no Pantanal está frequentemente associada a variáveis meteorológicas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta radiação solar. Esses fatores criam condições propícias para a propagação do fogo, especialmente durante a estação seca. Modelagens preditivas utilizando técnicas de análise multivariada demonstraram que há correlação dos fatores meteorológicos com o número de focos, mostrando que essas variáveis guardam uma importante relação com as condições da vegetação do Pantanal de Corumbá-MS e afetam diretamente a ocorrência de focos de queimadas e incêndios, onde se destacaram a radiação solar, a umidade relativa e a temperatura (Viganó et al. 2018).

Nos últimos anos, o parque tem enfrentado desafios significativos relacionados aos incêndios florestais. A combinação de mudanças climáticas, que resultam em períodos de seca mais intensos, e práticas humanas inadequadas aumentaram a frequência e a intensidade desses incêndios. Em resposta, diversas iniciativas foram implementadas para prevenir e combater o fogo na região (IMASUL 2024).

Uma das principais estratégias adotadas é o Manejo Integrado do Fogo (MIF), que inclui a realização de queimas prescritas. Essa técnica consiste em queimar controladamente áreas específicas durante períodos seguros, reduzindo o acúmulo de material combustível e, consequentemente, o risco de incêndios descontrolados durante a estação seca. Em 2023, o Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro passou por uma queima prescrita no final de maio como medida preventiva (IMASUL 2024).

Além das queimas prescritas, a elaboração de Planos de Manejo Integrado do Fogo (PMIF) tem sido fundamental. Esses planos são desenvolvidos com base em dados científicos e informações atualizadas, visando estabelecer estratégias eficazes de prevenção e combate aos incêndios florestais. A colaboração entre instituições governamentais, organizações não governamentais e comunidades locais tem sido essencial para o sucesso dessas iniciativas (IMASUL 2024; Viganó et al. 2018).

Apesar dos esforços, os desafios persistem. Eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, têm intensificado as condições propícias para incêndios. Estudos indicam que as mudanças climáticas aumentaram em 40% a intensidade de calor e seca durante os incêndios no Pantanal em junho de 2024, tornando as condições para o fogo quatro a cinco vezes mais prováveis (El País América Futura 2024).

3.3.1 Fogo por estação

O PEST do Rio Negro é dominado por um regime de fogo LDS (“Late Dry Season”, Final de estação seca) frequente com a maioria dos incêndios e área queimada, e a área queimada aumentou significativamente partir de 2022, sendo setembro, outubro e novembro os meses com aumento consistente das áreas queimadas (ver Figura 3, Tabela 1, Figura 4).

Tabela 1: PEST do Rio Negro mean burned area 2014-2024. “Early Dry Season”, Início da Estação Seca. “Late Dry Season”, Final de estação seca.

Época de incêndio	Área (ha)	% Total Área
Early Dry Season	5.328	8%
Late Dry Season	60.702	92%

A partir da análise da Figura 3 e da Tabela 1 pode-se verificar que há uma clara variação na área queimada ao longo dos meses, destacando a influência da sazonalidade do fogo no Parque Estadual do Pantanal do Rio

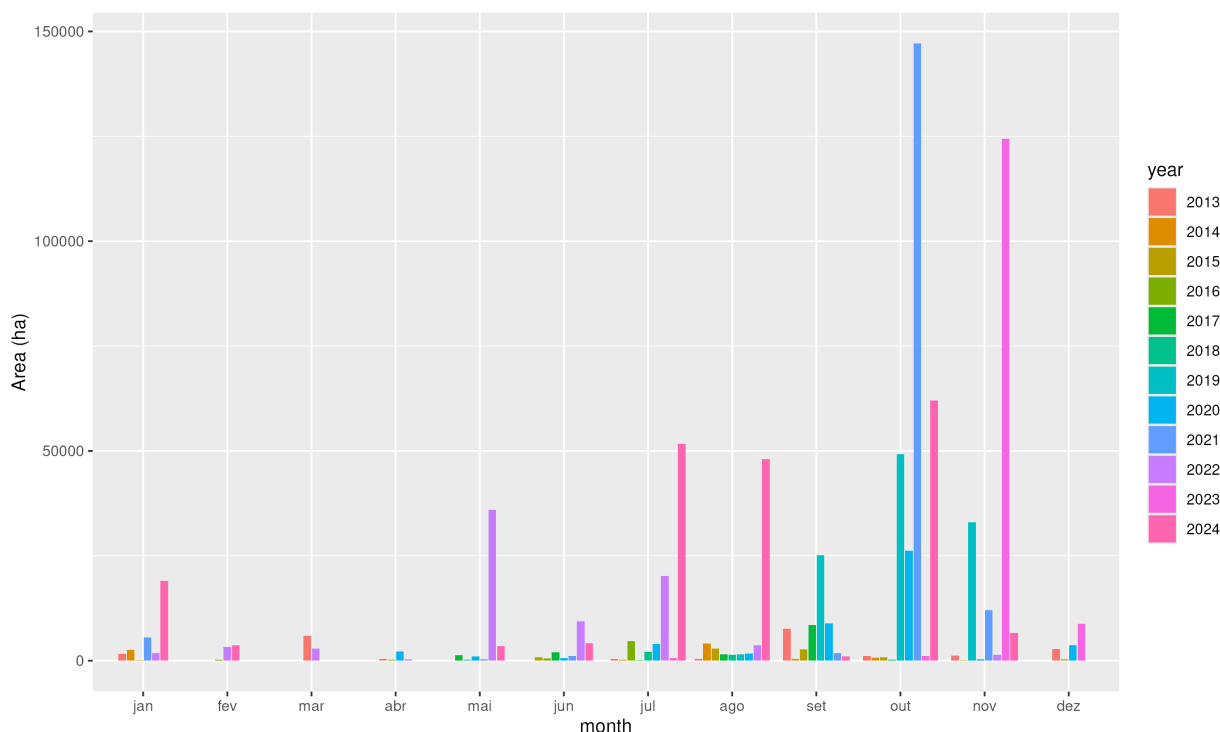


Figura 3: PEST do Rio Negro burned area time series between 2013-2024

Negro. Há meses com picos evidentes de queimadas e outros com pouca ou nenhuma atividade. Também é possível se observar um aumento considerável da área queimada ao longo dos anos.

É possível identificar que outubro apresentou o maior pico de área queimada, especialmente em 2020. Novembro também possui valores elevados, especialmente em 2023. Agosto e setembro mostram valores significativos de área queimada, entretanto mais baixos que os meses subsequentes. Maio a julho, mostraram picos menores em comparação com os meses citados anteriormente, mas ainda assim possuem registros consideráveis de fogo, principalmente em 2022 e 2023 (Tabela 2). Assim, como esperado, os meses mais secos geralmente concentram os picos de queimadas.

Tabela 2: PEST do Rio Negro - Área de fogo por ano.

Ano	Área (ha)	% Área total
2013	21761.399	2.720
2014	8030.472	1.004
2015	7818.546	0.977
2016	5690.267	0.711
2017	13709.144	1.713
2018	3717.425	0.465
2019	108926.193	13.613
2020	48694.458	6.085
2021	168100.914	21.008
2022	78952.656	9.867
2023	134940.441	16.864

Tabela 2: PEST do Rio Negro - Área de fogo por ano.

Ano	Área (ha)	% Área total
2024	199834.371	24.974

A Tabela 3 apresenta a distribuição das áreas afetadas por queimadas de diferentes intensidades no PEST do Rio Negro. Nota-se que a maior parte da área foi queimada pelo menos duas ou três vezes no período analisado. Especificamente:

- **35,43% da área total** (283.505 ha) foi queimada duas vezes;
- **34,67% da área total** (277.379 ha) foi queimada três vezes;
- **16,51% da área total** (132.126 ha) sofreu queimadas apenas uma vez;
- **10,87% da área total** (86.953 ha) registrou quatro eventos de queimada;
- **2,36% da área total** (18.891 ha) teve cinco ocorrências;
- Apenas **0,165% da área total** (1.319 ha) foi queimada seis vezes.

A Figura 5 ilustra a distribuição espacial das queimadas no parque. As áreas com maior número de queimadas (representadas em tons de laranja e vermelho) estão concentradas no setor sul do parque. A porção central e norte do parque apresenta predominância de áreas queimadas entre uma e três vezes (tons de verde e amarelo). Algumas áreas mantiveram-se sem registro de queimadas durante o período analisado, indicando possíveis zonas de menor suscetibilidade ao fogo.

A maior parte do parque foi afetada pelo fogo múltiplas vezes ao longo do período analisado, evidenciando um padrão recorrente de queimadas que pode estar associado a fatores climáticos, atividade humana e regeneração da vegetação.

Tabela 3: PEST do Rio Negro - Número de queimadas 2013-2024.

Número de Queimadas	Área (ha)	% Área total
1	132126.308	16.512
2	283505.479	35.430
3	277379.466	34.665
4	86953.927	10.867
5	18891.908	2.361
6	1319.198	0.165

3.3.2 Fogo por local do PEST do Rio Negro

A análise dos dados sobre a área queimada no Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro (PEST do Rio Negro) revela padrões importantes ao longo dos anos e em relação às diferentes regiões do parque.

A Tabela 4 evidencia que, no total, a área queimada na ZA representa 75,279% do total de queimadas registradas no PEST do Rio Negro, enquanto o interior do parque (PEPRN) concentra 24,721% da área queimada. Isso reforça a importância das ações de monitoramento e prevenção do fogo na zona de amortecimento, visando reduzir os impactos sobre a biodiversidade e os ecossistemas do Pantanal.

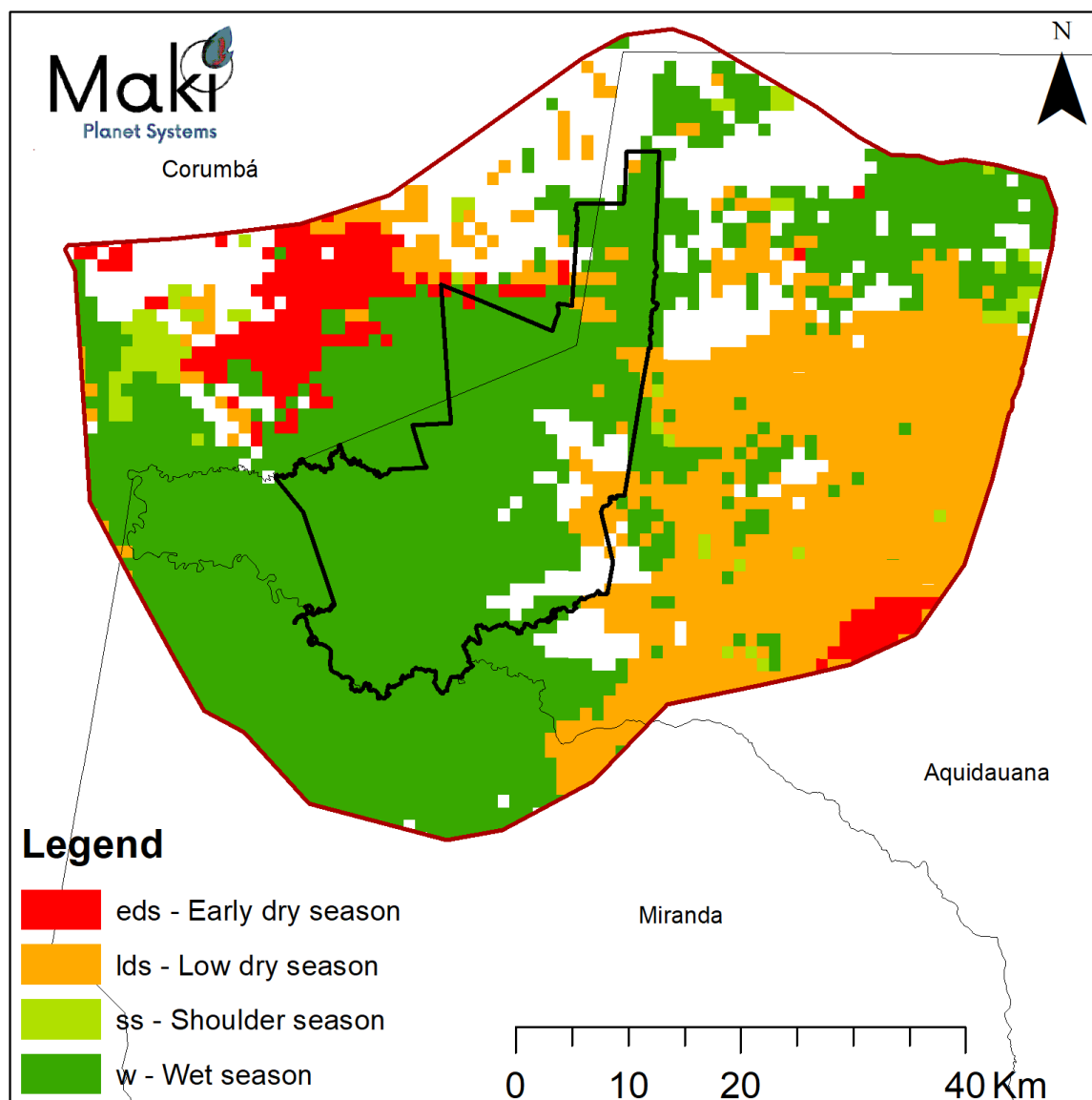


Figura 4: PEST do Rio Negro - Regime do fogo

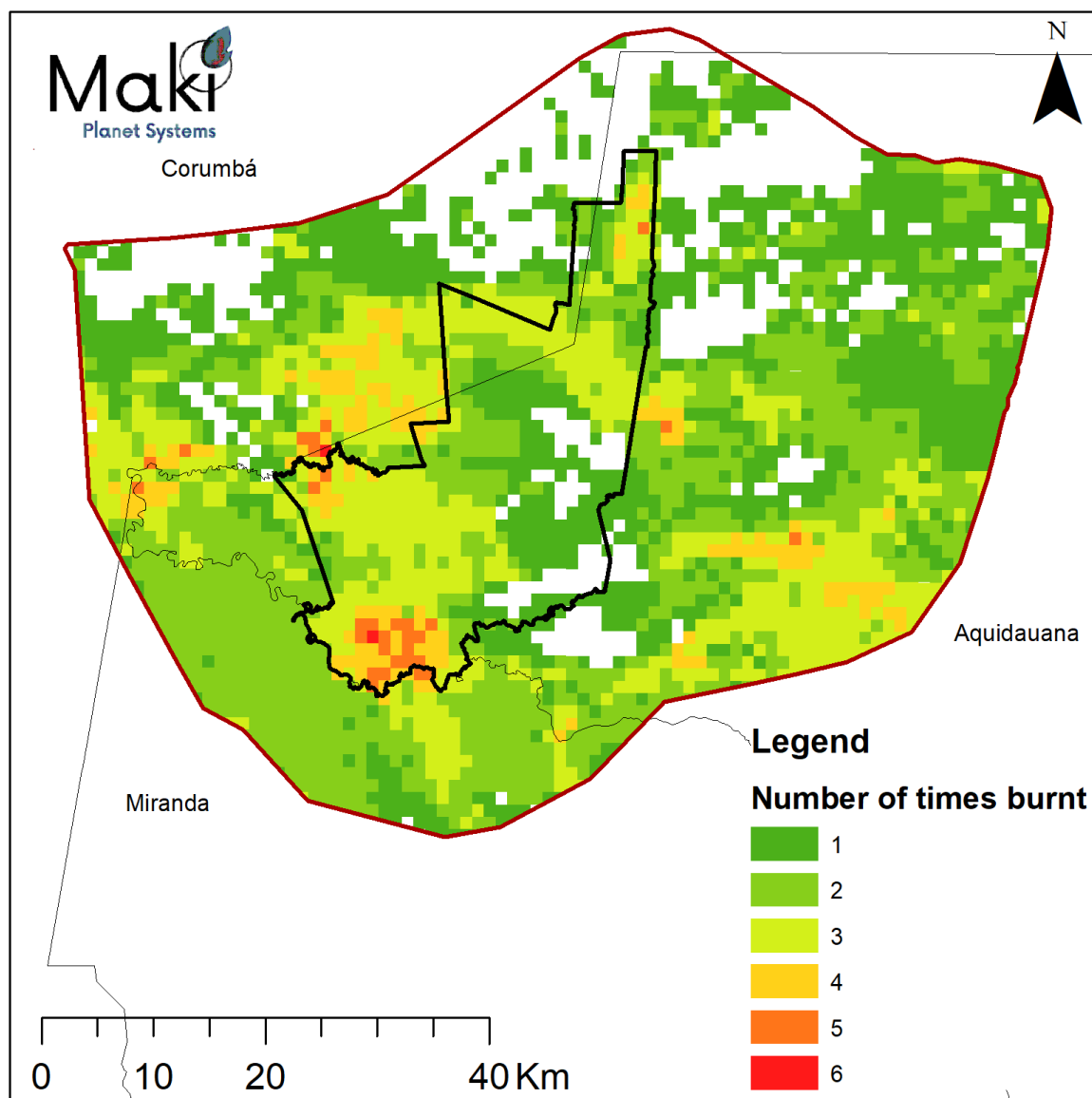


Figura 5: PEST do Rio Negro - Classes de frequência de fogo 2014-2024. Área do PEST do Rio Negro 342.233,35 ha

Tabela 4: PEST do Rio Negro - Área queimada por local.

Local	Área (ha)	% Área total
PEPRN	197813.9	24.721
ZA	602362.3	75.279

De 2013 a 2018, as áreas queimadas tanto no interior do parque (PEPRN) quanto na zona de amortecimento (ZA) foram relativamente baixas, sem grandes variações. A partir de 2019, observa-se um aumento acentuado da área queimada, especialmente na ZA, que passou de aproximadamente 9.770 ha (12,21% da área total queimada) em 2019 para um pico de 142.201 ha (17,77%) em 2024. O PEPRN também teve um aumento significativo, atingindo seu maior valor em 2024, com 57.633 ha, 7,203% da área total queimada (Tabela 5).

Em todos os anos analisados, a área queimada na ZA foi superior àquela no PEPRN, indicando que as regiões externas ao parque são mais suscetíveis ao fogo. O ano de 2021 se destacou como um dos piores anos, com a ZA registrando 121.764 ha queimados (15,217%) e o PEPRN 46.336 ha (5,791%) (Tabela 5). A proporção total de área queimada confirma essa diferença: 75,279% das queimadas ocorreram na ZA, enquanto apenas 24,721% ocorreram no PEPRN (Tabela 4, Figura 5).

Tabela 5: PEST do Rio Negro - Área queimada X local X ano.

Ano	Local	Área (ha)	% Área total
2013	PEPRN	1605.863	0.201
2013	ZA	20155.536	2.519
2014	PEPRN	1980.284	0.247
2014	ZA	6050.188	0.756
2015	PEPRN	1452.580	0.182
2015	ZA	6365.966	0.796
2016	PEPRN	447.871	0.056
2016	ZA	5242.396	0.655
2017	PEPRN	6523.691	0.815
2017	ZA	7185.453	0.898
2018	PEPRN	501.628	0.063
2018	ZA	3215.797	0.402
2019	PEPRN	11217.023	1.402
2019	ZA	97709.171	12.211
2020	PEPRN	11445.475	1.430
2020	ZA	37248.984	4.655
2021	PEPRN	46336.773	5.791
2021	ZA	121764.141	15.217
2022	PEPRN	17842.573	2.230
2022	ZA	61110.082	7.637
2023	PEPRN	40826.992	5.102
2023	ZA	94113.449	11.762
2024	PEPRN	57633.186	7.203
2024	ZA	142201.186	17.771

3.3.3 Fogo por classe de vegetação

O mapa da Figura 6 exibe a distribuição espacial das diferentes classes de vegetação. As áreas são representadas por cores distintas, conforme indicado na legenda. Destacam-se grandes áreas de Savana Contato (ST), Savana Gramíneo-Lenhosa (Sg) e Parque de Savana (Sp), que juntas representam a maior parte da cobertura vegetal.

A Tabela 6 apresenta a área total ocupada por cada classe de vegetação e sua proporção em relação à área total atingida pelo fogo.

Tabela 6: PEST do Rio Negro - Área queimada por classe de vegetação.

Classe de Vegetação	Área (ha)	% Área total
A	7813.924	0.977
Cs	216.715	0.027
Fa	55150.647	6.892
ST	309237.962	38.646
Sd	70288.906	8.784
Sg	168572.028	21.067
Sp	188896.104	23.607

A Savana Contato (ST) é a classe dominante, cobrindo aproximadamente **38,65%** da área total. Em seguida, a Savana Parque (Sp) e a Savana Gramíneo-Lenhosa (Sg) representam **23,61%** e **21,07%**, respectivamente. As Florestas Estacionais Semidecíduais Aluviais (Fa) ocupam cerca de **6,89%**, enquanto a Savana Florestada (Sd) ocupa **8,78%**. As áreas alagadas (A) e a Floresta Decidual Submontana (Cs) representam as menores proporções, com **0,98%** e **0,03%**, respectivamente.

Este padrão de distribuição é característico de ambientes com regimes de fogo e sazonalidade hídrica marcante (Furley 2006; Parr et al. 2009; Bond e Parr 2010).

4 METODOLOGIA PROPOSTA

4.1 METODOLOGIA ISFM

A metodologia proposta é a Gestão Internacional do Fogo na Savana (ISFM, na sigla em inglês). Uma metodologia globalmente aplicável para a redução de emissões, e do aumento do sequestro de carbono como opção, em paisagens de savana inspirada nas práticas tradicionais de gestão do fogo.

Está atualmente a ser desenvolvida pela Maki e pelo ISFMI como Verra (Verified Carbon Standard), uma nota concetual aceite em 2023 e um projeto de metodologia a ser finalizado.

A metodologia ISFM está relacionada com a prevenção ou redução das emissões de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) nas savanas lenhosas globais, alterando a estação em que os incêndios ocorrem. O conceito ISFM incentiva a mudança da sazonalidade do fogo do final da estação seca para o início da estação seca, o que reduz a intensidade do fogo e reduz as emissões associadas aos incêndios de alta intensidade no final da estação seca em paisagens de savanas lenhosas globais.

Além disso, a metodologia também oferece um quadro opcional para permitir a contabilização de potenciais de sequestro de carbono acima da biomassa lenhosa do solo (tanto na biomassa viva como na biomassa lenhosa acima do solo (tanto na biomassa viva como nos detritos lenhosos mortos/grosseiros) que estão associados à redução dos incêndios intensos no final da estação seca, bem como os aumentos no reservatório de carbono orgânico do solo (caso existam).

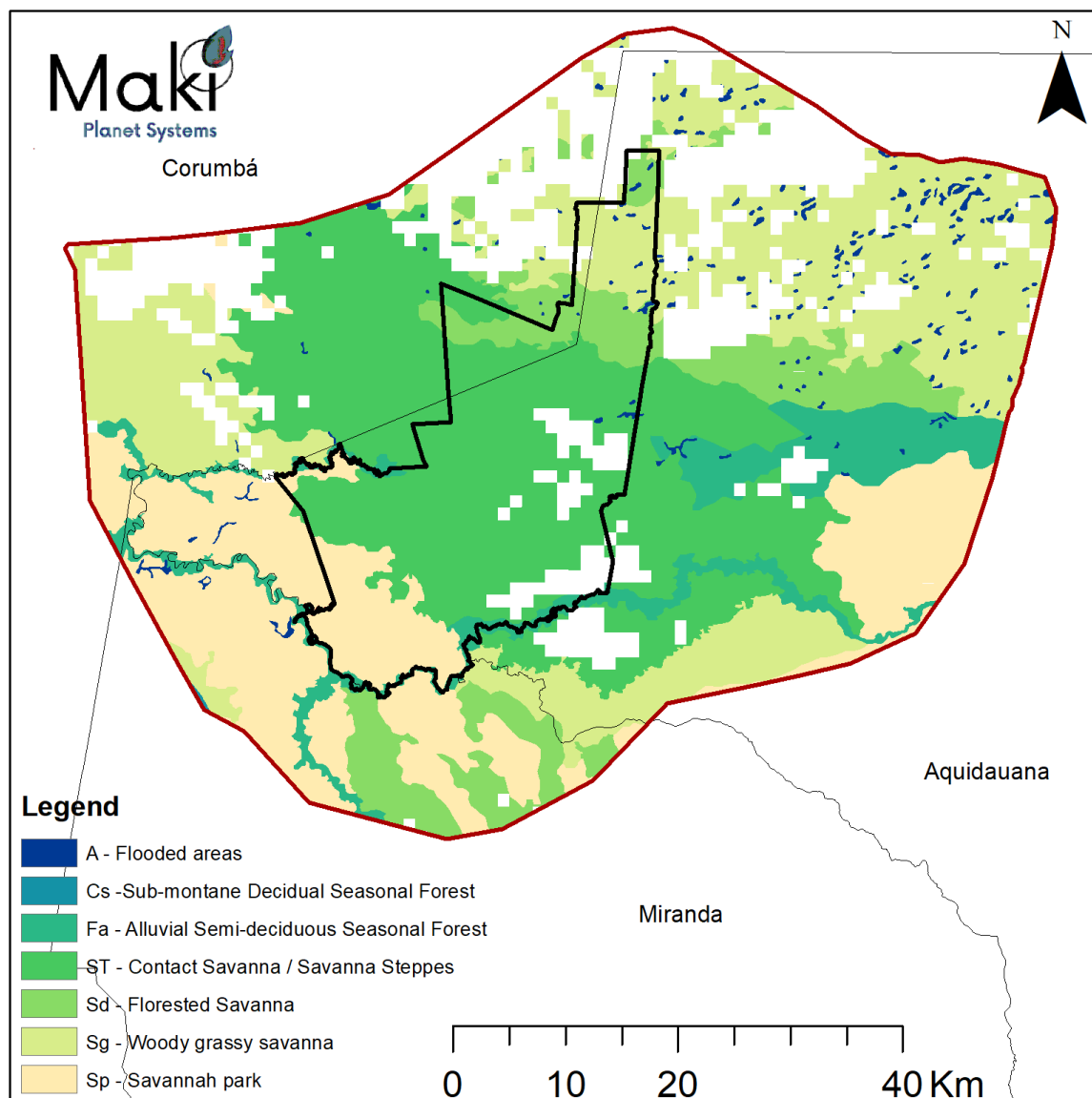


Figura 6: PEST do Rio Negro - Mapa das Áreas queimadas por classe de vegetação

A metodologia ISFM centra-se na definição de uma “estação seca precoce” e de uma “estação seca tardia”, cada uma com o seu próprio conjunto de parâmetros de cálculo para determinar as emissões líquidas de metano e de óxido nitroso.

Os cálculos de redução das emissões de GEE calculam as emissões de metano e de óxido nitroso, mas não incluem as emissões de CO₂ porque o CO₂ não é afetado significativamente pela sazonalidade dos incêndios nas savanas. (Em savanas altamente sazonais, as diretrizes do IPCC assumem que a quantidade de CO₂ emitida durante uma estação de incêndios é equivalente à quantidade removida da atmosfera através do crescimento da vegetação na estação húmida seguinte).

4.2 REGIME DE COMÉRCIO DE CARBONO

As Unidades de Carbono Verificado (VCU), emitidas pela Verra ao abrigo da Norma Verified Carbon, representam uma redução ou remoção de uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) alcançada pelo projeto.

As VCUs geradas pelo Projeto SFM destinam-se a ser comercializadas no mercado internacional de carbono voluntário. internacional.

5 ATIVIDADES DO PROJETO

5.1 DESENVOLVIMENTO E REGISTO

As atividades necessárias para desenvolver um projeto de Manejo Florestal Sustentável (SFM) e registrá-lo no Programa VCS da Verra incluem:

- Processo de dupla diligência.
- Processo de consulta às partes interessadas e Consentimento Livre, Prévio e Informado (FPIC)
- Projeto / plano do projeto
- Mapa validado do tipo de combustível da vegetação
- Pacote de registro no VCS

5.2 OPERAÇÕES DE GESTÃO DE INCÊNDIOS

As operações de manejo do fogo envolvem a implementação estratégica de queimas prescritas em escala de paisagem durante a EDS (maio – julho) para transformar os regimes de fogo existentes de incêndios florestais descontrolados de alta intensidade na LDS em regimes de fogo de baixa intensidade.

A implementação começa com técnicas de queima no solo; no entanto, as operações de queima prescrita aérea são essenciais para estabelecer queimadas estratégicas suficientes, que atuam como aceiros para reduzir efetivamente os incêndios na LDS em paisagens remotas e inacessíveis. Cápsulas de ignição retardada são lançadas utilizando o sistema autônomo **Raindance Systems R3 Machine**, que é fixado no assento padrão de um helicóptero.

Informações de incêndios obtidas por sensoriamento remoto e mapeamento GIS são essenciais para o planejamento do **Manejo Sustentável do Fogo (SFM)**, incluindo histórico de incêndios, informações de fogo ativo em tempo quase real, imagens atualizadas do satélite **Sentinel-2** e produtos de mapeamento de carga de combustível. Sistemas de navegação em campo contendo essas informações são igualmente importantes para orientar e adaptar as atividades de implementação.

Uma pequena equipe de SFM, composta por um coordenador/gerente de incêndios e três a quatro profissionais experientes (5 a 10 anos de experiência de campo), coordena e implementa as atividades de manejo do fogo.

As operações de manejo do fogo seguem um ciclo anual de planejamento, implementação e monitoramento, conforme descrito abaixo:

1. Planejamento do SFM (abril / maio)

- + Levantamentos de campo e análise de informações sobre incêndios para avaliar os principais determinantes
- + Consultas com as partes interessadas para revisar e planejar os objetivos do manejo do fogo, avaliar a c

2. Implementação do SFM (maio a julho)

- + Queima prescrita estratégica em escala de paisagem durante a EDS para gerar incêndios autolimitantes de l
- + Implementação cuidadosa para proteger a vegetação sensível ao fogo, melhorar o funcionamento do ecossist
- + Estabelecimento de padrões de queima em mosaico rotacional para diversificar o tempo desde a última quei

3. Monitoramento do SFM (maio a novembro)

- + Monitoramento de campo e por sensoriamento remoto para avaliar a eficácia das queimas prescritas na cons
- + Consultas com as partes interessadas para avaliar o apoio de organizações parceiras e parceiros locais.

A autorização do **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)**, conforme a **LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000** e **LEI Nº 11.284, DE 2 DE MARÇO DE 2006**, e do **Serviço Florestal Brasileiro (SFB)**, conforme a **LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012**, será necessária para implementar queimas prescritas no **Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro** e nas Florestas Nacionais, respectivamente.

Além disso, será necessária autorização da **Agência Nacional de Aviação Civil (Anac)** para aprovar o uso da **R3 Machine** e a implementação de queimadas aéreas.

5.3 ACOMPANHAMENTO, INFORMAÇÃO E VERIFICAÇÃO

As atividades necessárias para a emissão de um VCU para reduções de emissões ou sequestro de carbono sob o programa Verra VCS.

O método para quantificar as reduções de emissões de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) é baseado na observação direta por sensoriamento remoto da extensão espacial e da data dos incêndios (sazonalidade dos incêndios). Essas observações são então combinadas com parâmetros que definem as cargas de combustível, a eficiência da queima, a combustão dos combustíveis e os fatores de emissão de diferentes tipos de combustível da vegetação, conforme literatura revisada por pares, derivada de medições de emissões de incêndios ocorrendo dentro de uma região específica aplicável.

Parâmetros de referência específicos para miombo, derivados da pesquisa colaborativa financiada pelo ISFMI e Maki, incluindo o DF e o DNPW da Zâmbia, ao longo dos últimos cinco anos, serão publicados em breve. O manuscrito “Framework for a savanna burning emissions abatement methodology applicable to fire-prone miombo woodlands in southern Africa” (Miombo Paper) foi recentemente submetido (dezembro de 2023) ao International Journal of Wildland Fire.

O método para quantificar o sequestro / remoção de carbono exige a incorporação de parâmetros de referência específicos para apoiar a Metodologia ISFM, que estão atualmente em fase de pesquisa (ver Seção 6.3).

Um sistema digital de monitoramento, relatório e verificação (MRV) ou uma ferramenta metodológica está atualmente em desenvolvimento para automatizar as observações diretas e os cálculos de quantificação necessários para monitorar o desempenho do projeto e facilitar os requisitos de relatório e auditoria do VCS.

6 POTENCIAIS CRÉDITOS DE CARBONO

6.1 TIPOS DE COMBUSTÍVEL DA VEGETAÇÃO

6.2 POTENCIAL DE REDUÇÃO / PREVENÇÃO DE EMISSÕES

O processo seguinte, utilizado na metodologia ISFM (ver seção Seção 4.1), foi adaptado para fornecer estimativas preliminares das emissões da linha de base e do projeto, utilizando a resolução relativamente Burned Area Product (MCD64A1) e o mapa VFT WorldCover 2021 generalizado da ESA.

Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro

A Figura 7 apresenta o histórico da área queimada e das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro (PEST do Rio Negro) ao longo do período de 2013 a 2024.

Entre 2013 e 2017, observa-se uma área queimada relativamente pequena, com emissões de GEE correspondentes também em níveis reduzidos. A partir de 2018, nota-se um crescimento acentuado na área queimada, culminando em picos nos anos de 2019, 2021 e 2024, onde as queimadas superaram 100.000 ha em cada um desses anos. Embora as emissões sigam, em geral, a tendência da área queimada, há variações significativas, possivelmente influenciadas por fatores como a intensidade do fogo e o tipo de vegetação afetada.

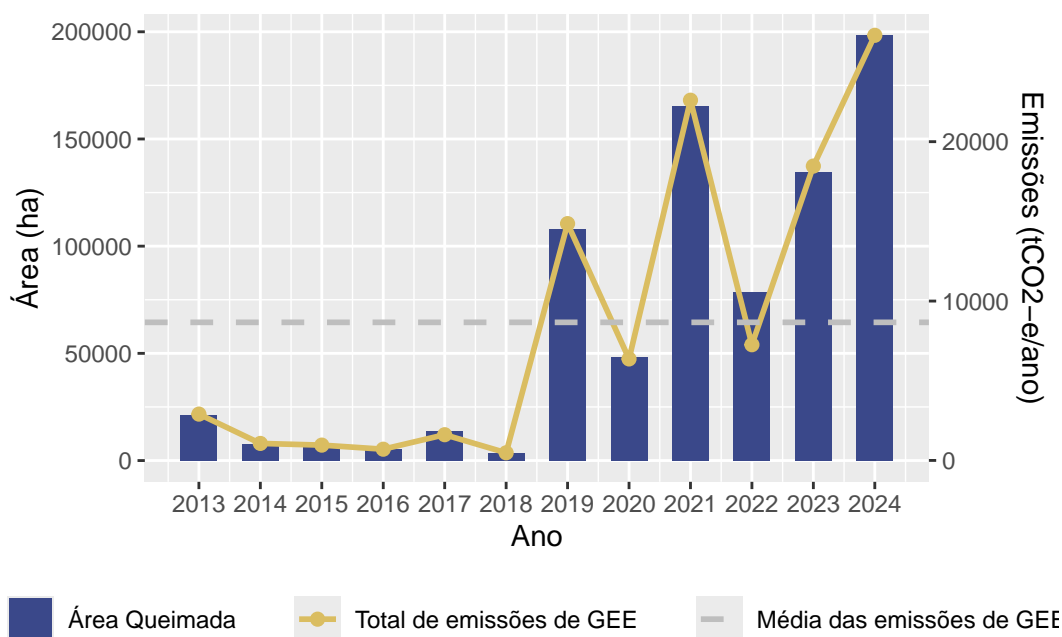


Figura 7: PEST do Rio Negro - Área queimada e emissões de GEE em VFTs elegíveis 2013-2024.

A Tabela 7 resume os valores anuais de área queimada e emissões de GEE. A média anual da área queimada no período foi de 66.030,2 ha, com a maior parte da queima concentrada na LDS (60.702,42 ha em média), representando cerca de 92% do total. Esse padrão sugere que a seca mais intensa nos meses finais da estação favorece a propagação do fogo.

A análise evidencia que as queimadas no PEST do Rio Negro são predominantemente concentradas no final da estação seca, resultando em emissões elevadas de GEE. A tendência de aumento na área queimada e nas emissões em anos recentes indica a necessidade de estratégias de gestão para reduzir os impactos ambientais

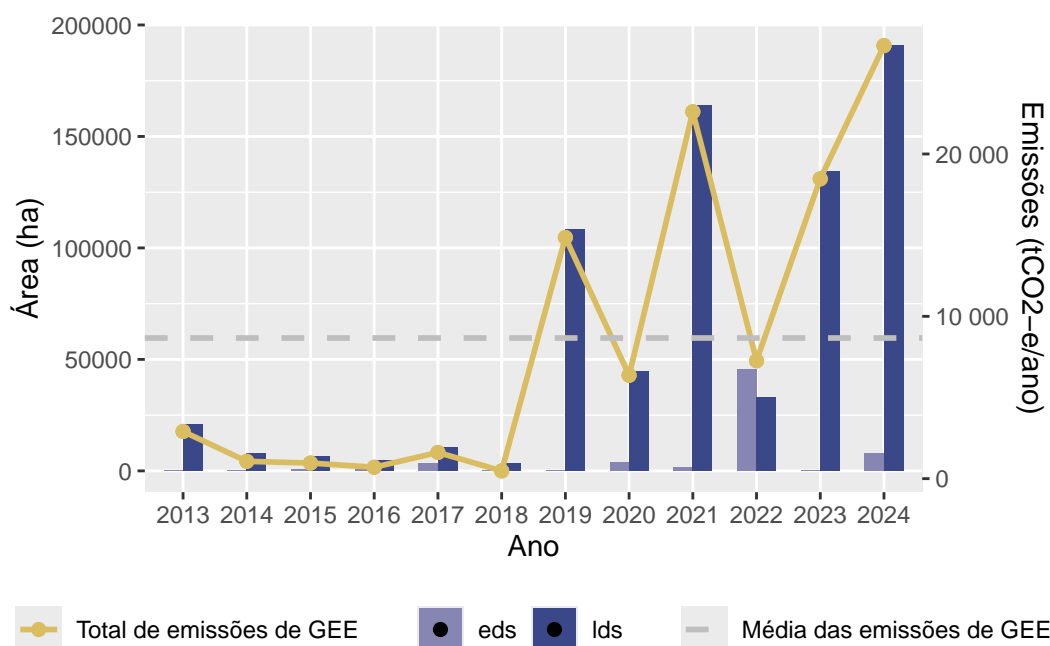


Figura 8: PEST do Rio Negro - Área queimada por estação e emissões médias de GEE 2013-2024. eds = “Early Dry Season”, Área queimada no início da estação seca. lds = “Late Dry Season”, Área queimada no final de estação seca.

das queimadas, especialmente na LDS.

Tabela 7: PEST do Rio Negro - Área queimada e emissões de GEE por estação.

Ano	Área queimada (ha)			Emissões GEE (tCO2-e/ano)		
	EDS	LDS	Total	EDS	LDS	Total
2013	424.61	20966.37	21390.98	25.53	2881.69	2907.23
2014	0.00	7764.04	7764.04	0.00	1067.12	1067.12
2015	779.77	6654.03	7433.80	46.89	914.55	961.45
2016	812.53	4770.60	5583.13	48.86	655.69	704.55
2017	3252.01	10323.29	13575.30	195.56	1418.87	1614.43
2018	232.30	3383.31	3615.61	13.97	465.01	478.98
2019	0.00	108099.71	108099.71	0.00	14857.61	14857.61
2020	3797.26	44667.65	48464.91	228.35	6139.28	6367.64
2021	1430.74	163813.08	165243.81	86.04	22515.05	22601.09
2022	45577.85	32884.47	78462.33	2740.89	4519.76	7260.65
2023	0.00	134373.11	134373.11	0.00	18468.72	18468.72
2024	7626.26	190729.37	198355.63	458.62	26214.53	26673.14
Média	5327.78	60702.42	66030.20	320.39	8343.16	8663.55

A gestão das queimadas florestais em áreas protegidas é essencial para mitigar os impactos ambientais e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). A Figura 9 ilustra a evolução da área queimada e

das emissões de GEE ao longo dos anos, destacando a redução significativa desses fatores após o início do projeto.

A partir de 2025, ano em que o projeto será implementado (marcado pela linha preta pontilhada na Figura 9), observa-se uma redução significativa tanto na área queimada quanto nas emissões de GEE.

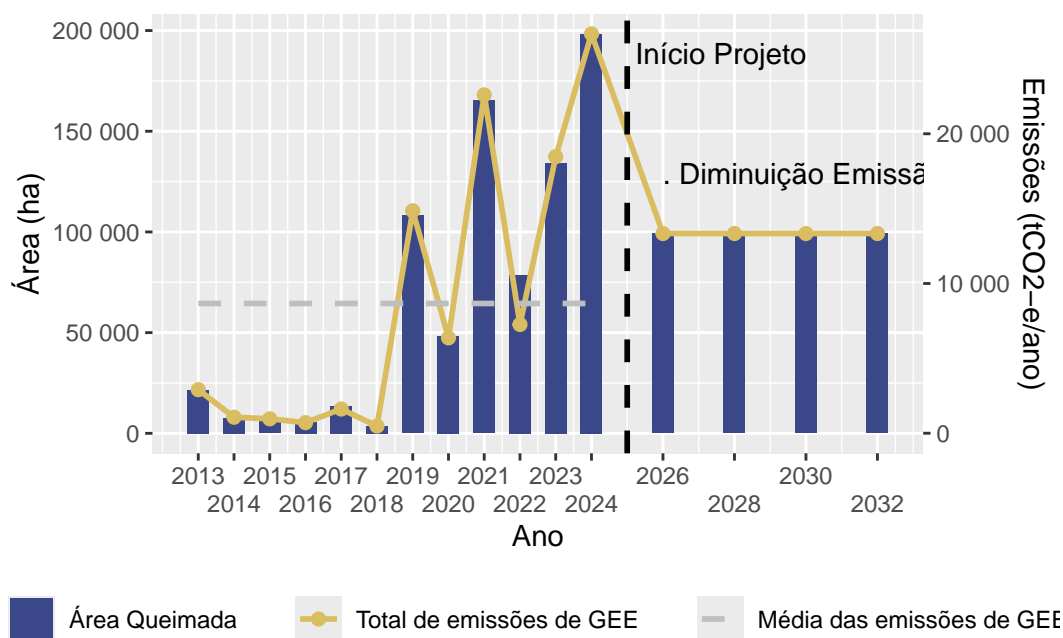


Figura 9: PEST do Rio Negro - Emissões de GEE do projeto

Espera-se que a implementação estratégica do fogo controlado à escala da paisagem reduza efetivamente os incêndios de LDS em 50%, e as potenciais reduções de emissões de GEE durante os anos do projeto são estimadas em 35% da linha de base: 3032,24 tCO2-e/ano (ver Figura 9).

6.3 AUMENTO DA SEQUESTRO / REMOÇÃO DE CARBONO

O desenvolvimento de um projeto de Manejo Sustentável da Floresta (SFM) no Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro (PEST do Rio Negro) é considerado viável, sendo a Área do Projeto apresenta potencial para a geração de créditos de carbono utilizando a Metodologia ISFM, devido à maior proporção e frequência de incêndios LDS.

Como titular da terra, recomenda-se que o concessionário da GMA (ou seu representante – por exemplo, Posaidon) seja o Proponente do Projeto. Esse proponente será o responsável legal pelo projeto SFM, receberá os créditos de carbono gerados e assumirá todas as obrigações junto ao Governo do Brasil.

A Maki é recomendada como a Desenvolvedora do Projeto, encarregada da configuração e implementação do projeto. Também será responsável pelo cumprimento de todas as obrigações da Verra necessárias para a certificação dos VCUs gerados, incluindo os seguintes componentes principais do projeto:

- **Desenvolvimento e Registro** – atividades necessárias para registrar o projeto na Verra.
- **Operações de Manejo do Fogo** – planejamento, implementação e monitoramento anual das operações de manejo do fogo.

- **Monitoramento, Relatórios e Verificação** – atividades essenciais para a certificação de VCUs pela Verra.

Estima-se que o desenvolvimento completo do projeto levará de 2 a 3 anos. Em 2025, recomenda-se iniciar as seguintes atividades para familiarização, conscientização e obtenção do acordo das partes interessadas sobre o desenvolvimento do projeto:

6.3.1 Coleta de Informações GIS e Desenvolvimento de Mapas

Realizar uma visita de campo em julho para dar início às seguintes atividades:

- a. **Levantamentos de campo e validação de informações sobre incêndios** para avaliar os principais determinantes do manejo do fogo.
- b. **Consultas com partes interessadas** para avaliar objetivos de manejo do fogo, capacidade/recursos existentes e opções de design do projeto.
- c. **Demonstração de técnicas terrestres e aéreas** para a implementação em escala de paisagem da queima prescrita estratégica EDS, visando reduzir o risco de incêndios LDS.
- d. **Início da validação e refinamento do mapa VFT.**

6.3.2 Atualização dos cálculos de emissões de referência

Atualizar os cálculos de emissões de 2013 a 2024 utilizando a ferramenta automatizada de Mapeamento de Incêndios (imagens Sentinel 10m) e a Ferramenta de Cálculo de Redução de Emissões para quantificar com precisão o potencial de redução de emissões.

6.3.3 Apoio ao Processo de Triagem e Aprovação do Projeto

Apoiar o processo de triagem e aprovação do projeto junto ao Governo do Brasil.

7 MODELO FINANCEIRO PROPOSTO

Para este modelo financeiro, temos em conta as componentes de prevenção e de remoção da metodologia. Para evitar, aplicamos uma taxa de redução do projeto que atinge 35% da linha de base, aumentando para 50% da de referência, aumentando para 50% da linha de base após 10 anos de vida e maturidade do projeto. Para as remoções, consideramos uma taxa de sequestro conservadora de 0,05 t C ha⁻¹ ano⁻¹ durante todo o tempo de vida do projeto.

Os projetos SFM na Austrália são comercializados a preços premium. Para este projeto, aplicamos 20 USD como ponto de partida, aumentando 1 USD / ano após a volatilidade dos preços e a melhoria ao longo do tempo. Durante o primeiro período de crédito de 7 anos estima-se que gere 466.000 créditos de carbono com uma receita de 5,9 milhões de USD e uma margem de lucro de 2,6 milhões de USD (ver tbl-perspectiva-comercial).

2,6 milhões (ver Tabela 9). Os custos e despesas de desenvolvimento e implementação do projeto incluem:

Tabela 8: Custos e despesas da área de projeto.

Componente Principal do Projeto	Custo
Desenvolvimento e Registro	USD 190.000
Operações de Gestão de Incêndios	USD 330.000 // ano
Monitoramento, Relatório e Verificação	USD 120.000 // ano

Tabela 9: Perspectivas comerciais durante a duração do projeto.

VALORES X 1.000		ÁREA DO PROJETO 1		ÁREA DO PROJETO 2		ÁREA TOTAL
	7 ANOS	21 ANOS	7 ANOS	21 ANOS	7 ANOS	21 ANOS
PREVENÇÃO DE CO ₂ (TC/ANO)	101	395	72	301	173	696
REMOÇÃO DE CO ₂ (TC/ANO)	159	604	134	508	293	1.113
GERAÇÃO DE CO ₂ (TC/ANO)	259	999	206	809	466	1.809
VENDAS @ \$20 (+\$1/ANO)	\$5.916	\$30.008	\$4.702	\$24.360	\$11.090	\$54.402
CUSTOS TOTAIS	3.315	9.541	2.285	6.831	5.601	16.372
MARGEM	2.601	20.467	2.416	17.528	5.024	38.029

As receitas geradas anualmente pela redução/evitação de emissões, como nos projectos SFM australianos, são proporcional ao custo das operações de gestão do fogo. A contabilização do sequestro de carbono, com com o seu potencial de geração de receitas mais elevado, proporciona uma margem de lucro que pode interesses de desenvolvimento.

RECOMENDAÇÕES

- Abreu, Kauê Cachuba de, Letícia de Paulo Koproski, Ângela Márcia Kuczach, Pedro Chaves de Camargo, e Tiago Giarola Boscarato. 2004. «Grandes Felinos E O Fogo No Parque Nacional De Ilhagrande Brasil». *FLORESTA* 34 (2): 163–67. <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/16601>.
- Areas, Verified Conservation. 2019. *VCA Certification Guidelines*. VCA Initiative. <https://www.vcaguidelines.org>.
- Bond, William J., e Catherine L. Parr. 2010. «Beyond the forest edge: ecology, diversity and conservation of the grassy biomes». *Biological Conservation* 143 (10): 2395–2404.
- El País América Futura. 2024. «Las condiciones detrás de los devastadores incendios en el Pantanal sí fueron intensificadas por el cambio climático». <https://elpais.com/america-futura/2024-08-08/las-condiciones-detras-de-los-devastadores-incendios-en-el-pantanal-si-fueron-intensificadas-por-el-cambio-climatico.html>.
- Furley, Peter A. 2006. *The nature and dynamics of tropical savanna vegetation: fire, climate, and grazing interactions*. John Wiley & Sons.
- Garcia, Eduardo Alfonso Cadavid. 1984. «O clima no Pantanal Mato-Grossense». Relatório técnico. Embrapa/UEPAE de Corumbá. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/787712/o-clima-no-pantanal-mato-grossense>.

- Government, Australian. 2018. *Savanna Burning Methodology*. Australian Carbon Farming. <https://www.savannaburning.org>.
- IMASUL. 2022. «Governo publica georreferenciamento do Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro». <https://www.imasul.ms.gov.br/governo-publica-georreferenciamento-do-parque-estadual-do-pantanal-do-rio-negro/>.
- . 2024. «Ação conjunta entre governo e organizações da sociedade civil reforça infraestrutura do Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro». <https://www.imasul.ms.gov.br/acao-conjunta-entre-governo-e-organizacoes-da-sociedade-civil-reforcam-infraestrutura-do-parque-estadual-do-pantanal-do-rio-negro/>.
- Parr, Catherine L., Alan N. Andersen, Charly Chastagnol, e Richard J. Williams. 2009. «Fire as an ecosystem engineer: the impact of changes in fire regime on structure and biodiversity in savannas». *Ecography* 32 (6): 937–48.
- Registry, BioCarbon. 2020. *Natural Savannas Certification (BCR0005)*. BioCarbon Initiative. <https://www.biocarbonregistry.org/savannas>.
- . 2021. *Wetlands Conservation and Restoration (BCR0007)*. BioCarbon Initiative. <https://www.biocarbonregistry.org/wetlands>.
- . 2022. *BioCarbon Standards*. BioCarbon Initiative. <https://www.biocarbonstandards.org>.
- Standard, Biodiversity Credit. 2023. *Biodiversity Credit Standard Framework*. Biodiversity Credit Initiative. <https://www.biodiversitycredits.org>.
- Standard, Verified Carbon. 2021. *Fire Management Methodologies*. VCS Initiative. <https://www.vcsfiremanagement.org>.
- Torrecilha, Sylvia, e Rodiney de Arruda Mauro. 2008. «Plano De Manejo do Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro». Plano de Manejo. Estado do Mato Grosso do Sul.
- Valencia-Zuleta, Alejandro, Aline Richter, Gabriela do Valle Alvarenga, Flavia Regina de Queiroz Batista, Leonardo Felipe Bairos Moreira, Bruna Arbo-Meneses, Ana Paula Gomes Lustosa, Christine Strüssmann, Carlos Roberto Abrahão, e Lara Gomes Côrtes. 2024. «O fogo e a herpetofauna no Pantanal: observações durante e após os incêndios». *Biodiversidade Brasileira* 14 (4). <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i4.2556>.
- Viganó, Hevelyn Henn da Gama, Celso Correia de Souza, Marcia Ferreira Cristaldo, José Francisco dos Reis Neto, e Leandro de Jesus. 2018. «Incêndios no Pantanal de Corumbá, MS: modelagem e previsão a partir das técnicas de análise multivariada». *Revista Ambiente & Água* 13 (outubro): e2024. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2024>.
- Vivo, Plan. 2021. *Plan Vivo Standards and Requirements*. Plan Vivo Foundation. <https://www.planvivo.org>.