



PLANEJAMENTO ESPACIAL

para Restauração das
Cabeceiras do Pantanal com
foco em Recursos Hídricos



DESTAQUES

FOI UTILIZADO O MODELO RIOS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA INTERVENÇÃO NA PAISAGEM

EM COMPARAÇÃO, PARA QUE HAJA AUMENTO NA QUANTIDADE DE ÁGUA, É NECESSÁRIA IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES SUSTENTÁVEIS EM, PELO MENOS, 20 A 25% DA ÁREA TOTAL DA PAISAGEM

A MELHORIA NA QUALIDADE DE ÁGUA COMEÇA A SER PERCEBIDA A PARTIR DOS CENÁRIOS ONDE 5% DA PAISAGEM ESTÃO COM IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORES PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS E RESTAURAÇÃO

FORAM REALIZADAS ANÁLISES UTILIZANDO O INVEST E AVALIAÇÕES DE *TRADE-OFF* COM FOCO EM DOIS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: CONTROLE DA EROSÃO E REGULAÇÃO HÍDRICA

PARALELAMENTE, FOI REALIZADA UMA ANÁLISE DO SISTEMA DE GOVERNANÇA HÍDRICA NAS SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS

A AVALIAÇÃO DO *ALLIANCE FOR WATER STEWARDSHIP* (AWS) INDICOU PROBLEMAS NA GOVERNANÇA HÍDRICA DAS SUB-BACIAS JAURU E MIRANDA, COMO A FALTA DE RECURSOS FINANCEIROS E HUMANOS PARA PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS, ESTUDOS E/OU AÇÕES. ENQUANTO A MICROBACIA DO CÓRREGO DO GUARIROBA FOI MAIS BEM AVALIADA PELO HISTÓRICO DE AÇÕES DE RESTAURAÇÃO E REABILITAÇÃO DE PASTAGENS DURANTE OS ÚLTIMOS ANOS

A IMPLEMENTAÇÃO DE RESTAURAÇÃO TEVE RESULTADOS POSITIVOS A LONGO PRAZO EM RELAÇÃO AO AUMENTO DE QUANTIDADE DE ÁGUA, VISTO QUE ESSA ATIVIDADE TEM CAPACIDADE DE ALTERAR O BALANÇO HÍDRICO LOCAL. ENQUANTO A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORES PRÁTICAS AGROPECUÁRIAS TEVE IMPACTO DIRETO A CURTO PRAZO NA MELHORIA DA QUALIDADE DE ÁGUA, POIS REDUZ A PERDA DE SOLO E PROCESSOS EROSIVOS QUE TRANSPORTAM SEDIMENTOS ATÉ OS RIOS E CÓRREGOS

OS CENÁRIOS DE PRIORIZAÇÃO DE 1% DA PAISAGEM INDICAM AS ÁREAS MAIS ESSENCIAIS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE RESTAURAÇÃO E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS. ESTES CENÁRIOS SÃO OS MAIS INDICADOS EM CASO DE RESTRIÇÃO DE RECURSO E TEMPO, PORÉM TÊM UM RETORNO REDUZIDO EM TERMOS DE QUANTIDADE E QUALIDADE DE ÁGUA

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

A Bacia do Alto Paraguai (BAP) tem aproximadamente 36 milhões de hectares em território brasileiro e ocupa 4,3% do país. E, há cerca de uma década, é considerada uma área prioritária para o WWF-Brasil. Pouco mais de 58% da BAP é formada pela região de planalto que chamamos de Cabeceiras do Pantanal, englobando parte dos estados de Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS), e apresenta 84% de cobertura de Cerrado e 16% de Floresta Amazônica (**Figura 1**).

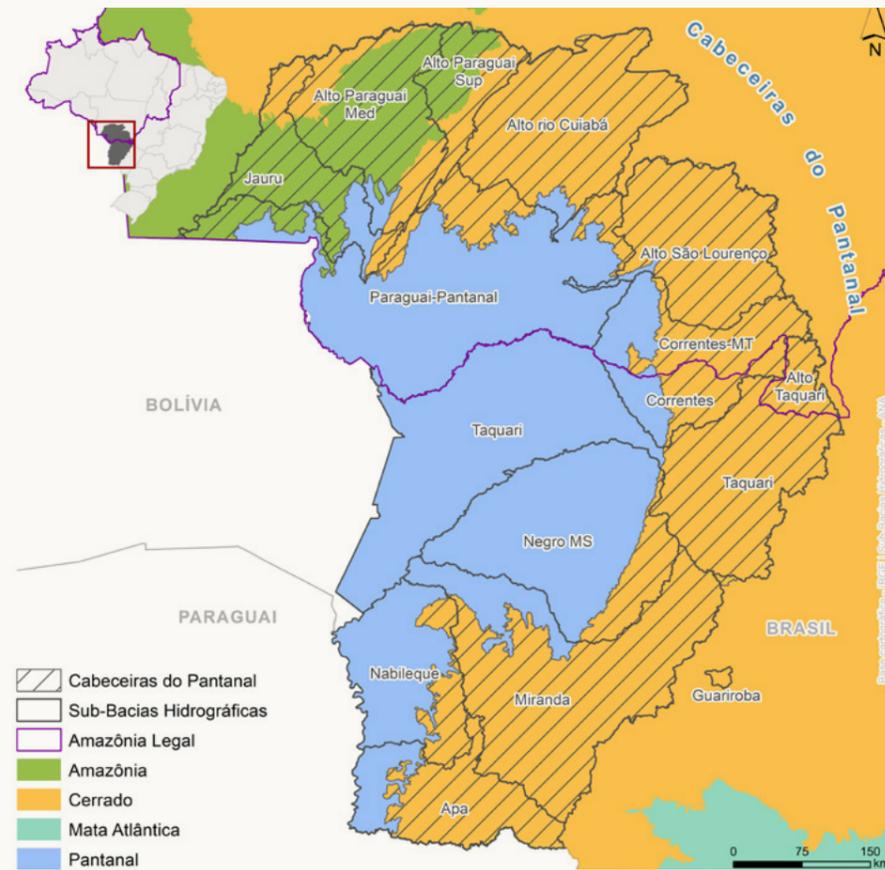
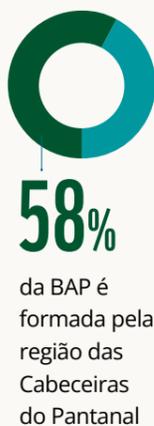


Figura 1. Bacia do Alto Rio Paraguai englobando o Pantanal e Cabeceiras do Pantanal, com destaque aos biomas Cerrado e Amazônia.

BACIA DO ALTO PARAGUAI

36 milhões de hectares em território brasileiro



A região das Cabeceiras do Pantanal é provedora de 80% do fluxo de água que alimenta os pulsos de inundação do Pantanal. Essa paisagem tão importante para o balanço hídrico do bioma é, também, alvo de uma rápida antropização, nome dado à ação de uso indevido da terra pelo ser humano. **Dos quase 22 milhões de hectares das Cabeceiras, cerca de 58% da área foi convertida, sendo 42% apenas em pastagens. A falta de manutenção ou a degradação de Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo de cursos d'água e o inadequado manejo das pastagens, impactam negativamente os recursos hídricos na paisagem.** A cobertura vegetal de APP hídricas (vegetação ripária que inclui matas ciliares, matas de galeria e veredas, por exemplo) funciona como um cinturão protetor dos rios, pois as raízes da vegetação retêm grande parte dos sedimentos que seriam escoados pelas águas, e aumentam a infiltração e percolação de água no solo. Além disso, a manutenção das matas ciliares é imprescindível para a preservação da estrutura física dos córregos. Por exemplo, o cercamento das APP evita a erosão provocada pelo pisoteio do gado.

A preservação e recomposição da integridade dos corpos hídricos e matas ciliares é de suma importância para a segurança hídrica, que é o acesso sustentável à água por todos os elementos da paisagem – tanto para a produtividade agropecuária e conservação dos ecossistemas naturais, quanto para o bem-estar das populações locais e regionais.

O WWF-Brasil, em parceria com a empresa de saneamento AEGEA e outros colaboradores, tem desenvolvido o projeto “Água Para Todos”, elaborando estudos sobre os recursos hídricos das Cabeceiras do Pantanal e de sub-bacias prioritizadas, para implementação de ações de conservação e restauração da paisagem. **Este documento apresenta os principais resultados obtidos pelas avaliações de serviços ecossistêmicos relacionados ao aumento da qualidade e quantidade de água.** Tais resultados englobam o diagnóstico da paisagem, a elaboração de cenários com áreas prioritárias, assim como a indicação das melhores atividades a serem implementadas em cada local, trazendo o balanço entre custo e benefício entre atividades.

2. ESCOPO GEOGRÁFICO: Cabeceiras do Pantanal e sub-bacias prioritárias

As Cabeceiras do Pantanal são compostas por 16 sub-bacias hidrográficas, 85 municípios dentro de parte do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, com cerca de 3,6 milhões de habitantes (IBGE, 2021). Nos últimos 10 anos (2012-2021), houve uma diminuição de mais de 26% das áreas úmidas mapeadas nas Cabeceiras (MapBiomias, 2021).

O WWF-Brasil e a AEGEA selecionaram três sub-bacias prioritárias para ações do projeto (Jauru, Miranda e Guariroba) com base nas suas contribuições hídricas e riscos ecológicos (TNC & WWF, 2011), somado aos locais de captação e/ou tratamento de água (ETA) e esgoto (ETE) da AEGEA (Figura 2). A sub-bacia do Rio Guariroba, embora esteja tecnicamente fora das Cabeceiras, foi selecionada como prioritária devido ao histórico de implementação de boas práticas agropecuárias e ambientais pelo WWF-Brasil, além de ser o principal manancial que abastece a populosa cidade de Campo Grande. Além das três sub-bacias prioritárias, a microbacia de Poconé foi inserida em parte das análise a pedido da AEGEA, devido às graves crise hídricas nos últimos anos.

CABECEIRAS DO PANTANAL

85

municípios

16

sub-bacias hidrográficas

3,6

milhões de habitantes

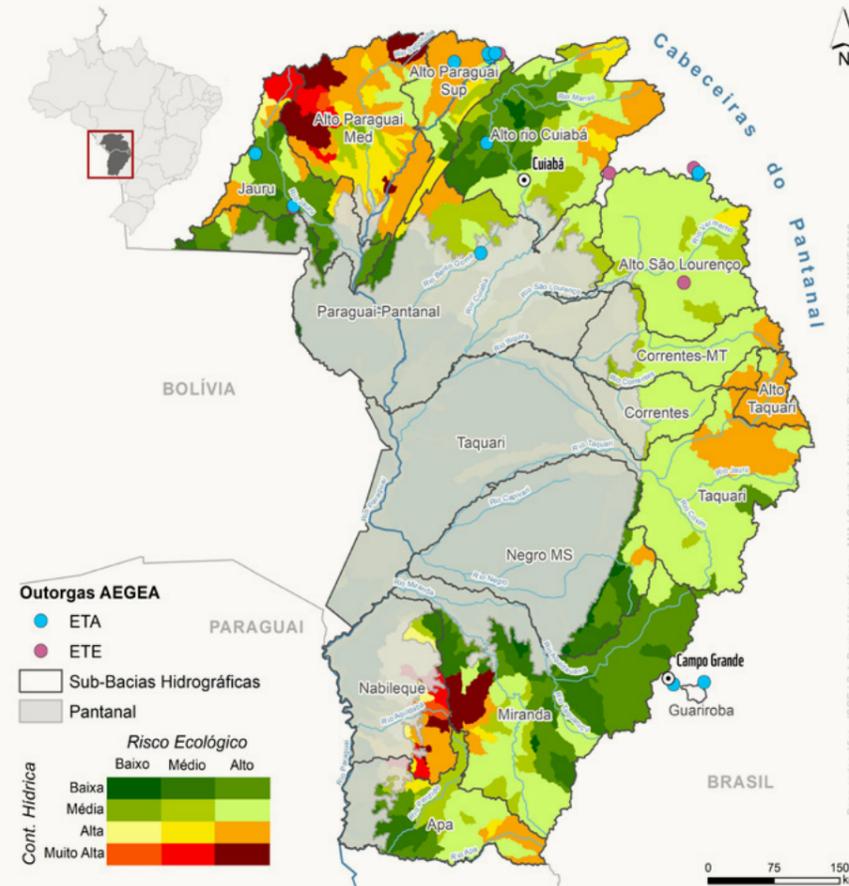


Figura 2. Estudo de contribuição hídrica (runoff) X Risco Ecológico (ERI) das sub-bacias das Cabeceiras do Pantanal, cruzando com os pontos de tratamento de água e esgoto da AEGEA.



3. AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Serviços Ecosistêmicos (SE) são benefícios provenientes da natureza e essenciais para o bem-estar e sobrevivência da sociedade e da biodiversidade. Podem ser divididos em quatro categorias: **serviços de provisão, de regulação, de suporte e cultural** (MEA, 2005). A água, como elemento básico para a vida, está presente em todos eles.

A quantificação e valoração dos SE são importantes medidas para identificar áreas em que há redução de recursos ofertados e que necessitam de intervenção. Para restauração e implementação de ações de conservação do solo, ter essas medidas e identificar os locais com maior perda de água e de solo, é fundamental para orientar a tomada de decisão e o planejamento estratégico para direcionamento de recursos (materiais, humanos e financeiros) focando em locais onde os retornos ecosistêmicos (**controle de erosão e regulação hídrica**) sejam maiores.



PROVISÃO

(água, matéria-prima, agricultura, recursos genéticos...)



REGULAÇÃO

(sequestro de carbono, adaptação climática, regulação hídrica...)



SUPORTE

(ciclo da água e nutrientes, purificação do ar, controle de erosão...)



CULTURAL

(turismo, recreação, expressão espiritual...)

Para estimar o impacto das atividades nas Cabeceiras, foi utilizado o software livre InVEST, ferramenta desenhada para gerenciamento de recursos naturais, com foco na quantificação de dois SE: regulação hídrica e controle de erosão. Assim geramos o dado de regulação hídrica baseada na quantificação de vazão de base (Figura 3) e do escoamento superficial (Figura 4), enquanto o dado de controle de erosão foi baseado nas taxas de exportação de sedimentos (Figura 5) da região (para mais detalhes da metodologia consulte o QRcode).

Figura 3. Mapa indicando a quantificação da vazão de base por microbacia nas Cabeceiras do Pantanal.

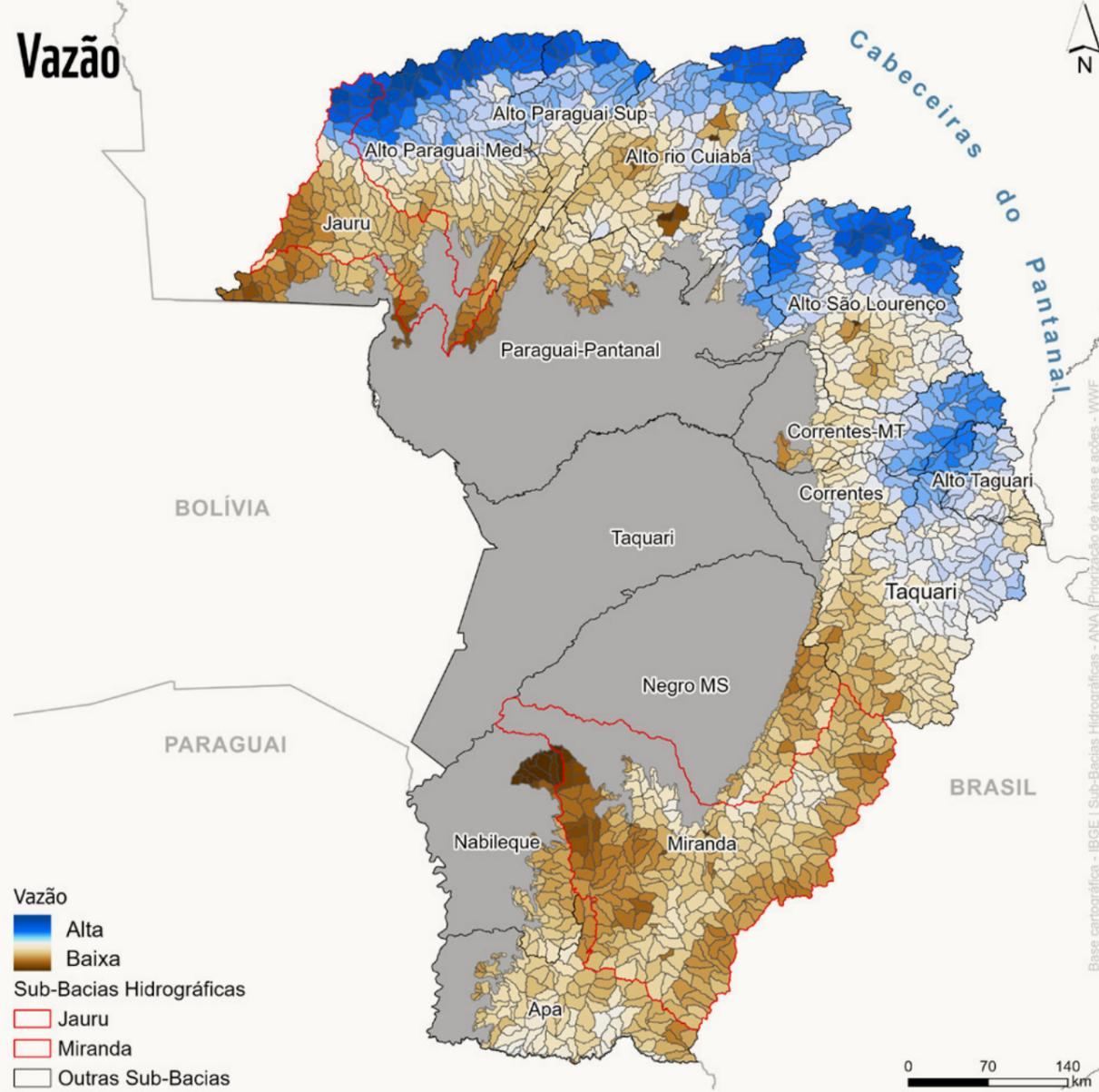


Figura 4. Mapa indicando a quantificação do escoamento superficial de água por microbacia nas Cabeceiras do Pantanal.

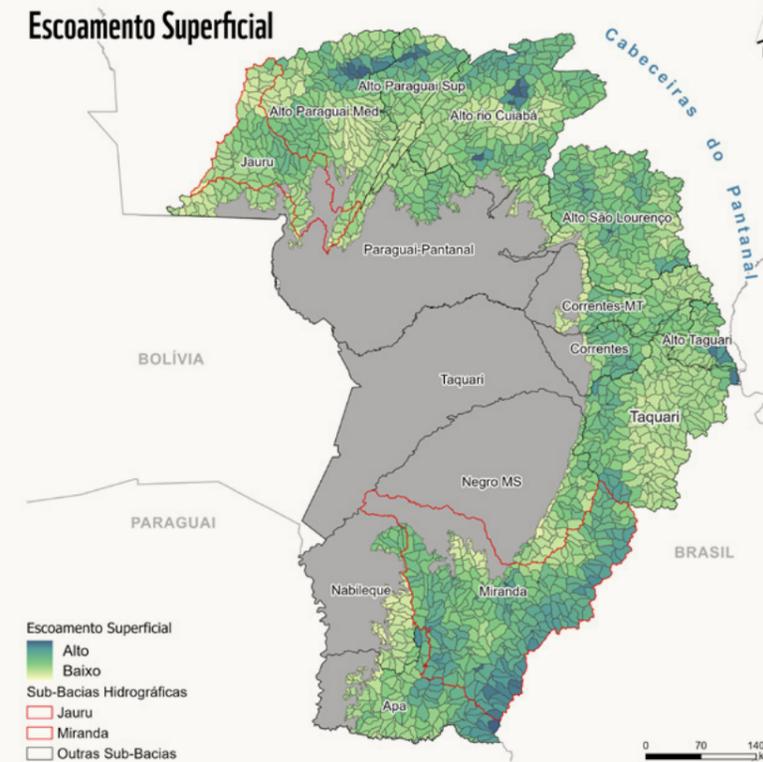
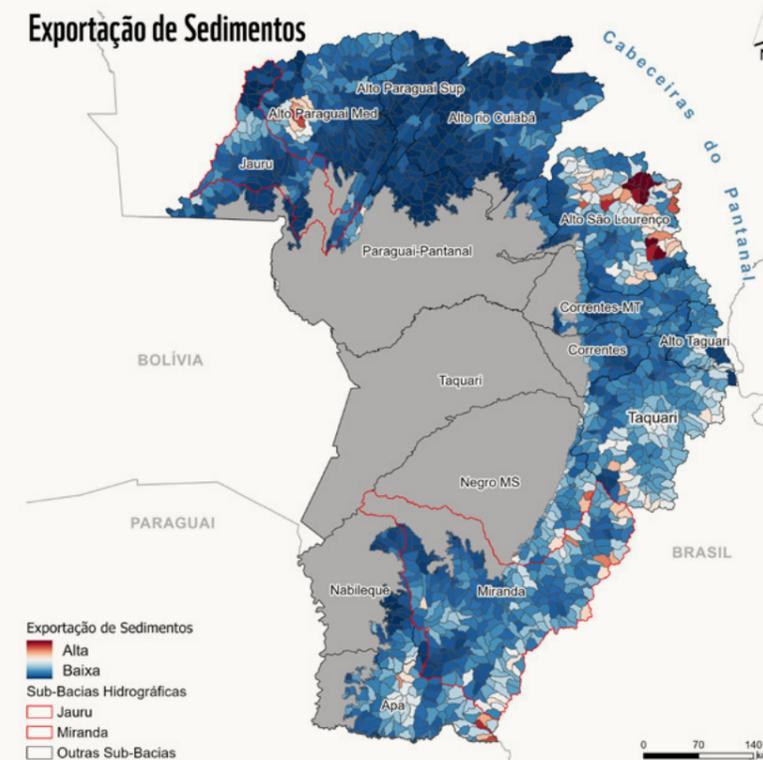


Figura 5. Mapa indicando a quantificação da exportação de sedimentos por microbacia nas Cabeceiras do Pantanal.



4. CENÁRIOS DE PRIORIZAÇÃO DE ÁREAS E AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO

A partir dos dados gerados pelo InVEST, utilizou-se o software RIOS para manejo de bacias hidrográficas, a fim de gerar cenários de áreas prioritárias, tendo como foco a otimização de recursos e maximização de retornos ecossistêmicos. Como input dos modelos, utilizou-se o mapeamento de uso do solo mais recente do MapBiomas (2021), com resolução de 90m para processamento de toda as Cabeceiras. Esse modelo prevê a priorização de áreas que mais necessitam de intervenção para



i) maximizar a redução de exportação de sedimentos, controlando assim os processos de erosão, e



ii) maximizar o incremento na vazão de base, com a diminuição do escoamento superficial, e aumento da infiltração de água no solo.

Por fim, o RIOS simula a modificação de cada pixel (90 m x 90 m) de acordo com a melhor atividade de intervenção, visando o maior retorno potencial dos serviços ecossistêmicos.

Para permitir a exploração de diferentes possibilidades de atuação, foram gerados cinco cenários variando a meta de área a ser implementada em 1%, 2,5%, 5%, 10% e 20% da toda a área de estudo, considerando a paisagem das Cabeceiras como um todo e, também, as sub-bacias prioritárias separadamente. Os cenários também variaram na inclusão de somente aspectos biofísicos ou com a consideração adicional da população humana e sua distribuição geográfica.

A seleção de áreas pelo RIOS se baseia no cruzamento de mapeamentos da área (por exemplo: uso do solo, quantificações resultantes do InVEST e informações hidrológicas) e a rede hidrográfica. Devido a importância ecológica, as áreas degradadas de APP hídricas foram definidas com prioridade máxima de seleção. Assim, durante a construção são adicionadas sequencialmente áreas com maior contribuição para os retornos de SE, iniciando pelas APP degradadas e depois seguindo para outras áreas até alcançar a meta estipulada por cada cenário de priorização.

Para cada área selecionada no modelo, a ferramenta RIOS indica uma de três atividades possíveis para intervenção em seu portfólio: **conservação**, **melhores práticas agropecuárias (MPA)** e **restauração**, e para cada tipo de uso do solo, há uma atividade a ser implementada de forma exclusiva.

As áreas cobertas por vegetação natural são direcionadas à conservação. Áreas de cultivos de alto valor, como soja, são direcionadas à adoção de MPA, mantendo o uso atual, porém sugerindo medidas de controle da erosão, escoamento superficial e incremento de infiltração de água no solo, como terraceamento e curvas de nível. Outras áreas antropizadas, como pastagens, áreas não vegetadas ou áreas de mineração, são destinadas para restauração.

Neste documento são apresentados três cenários para as Cabeceiras: implementação em 1% da paisagem (Figura 6), 20% da paisagem (Figura 7) e outro cenário de 20%, porém considerando a densidade demográfica (Figura 8).



Figura 6. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 1% da área das Cabeceiras do Pantanal.

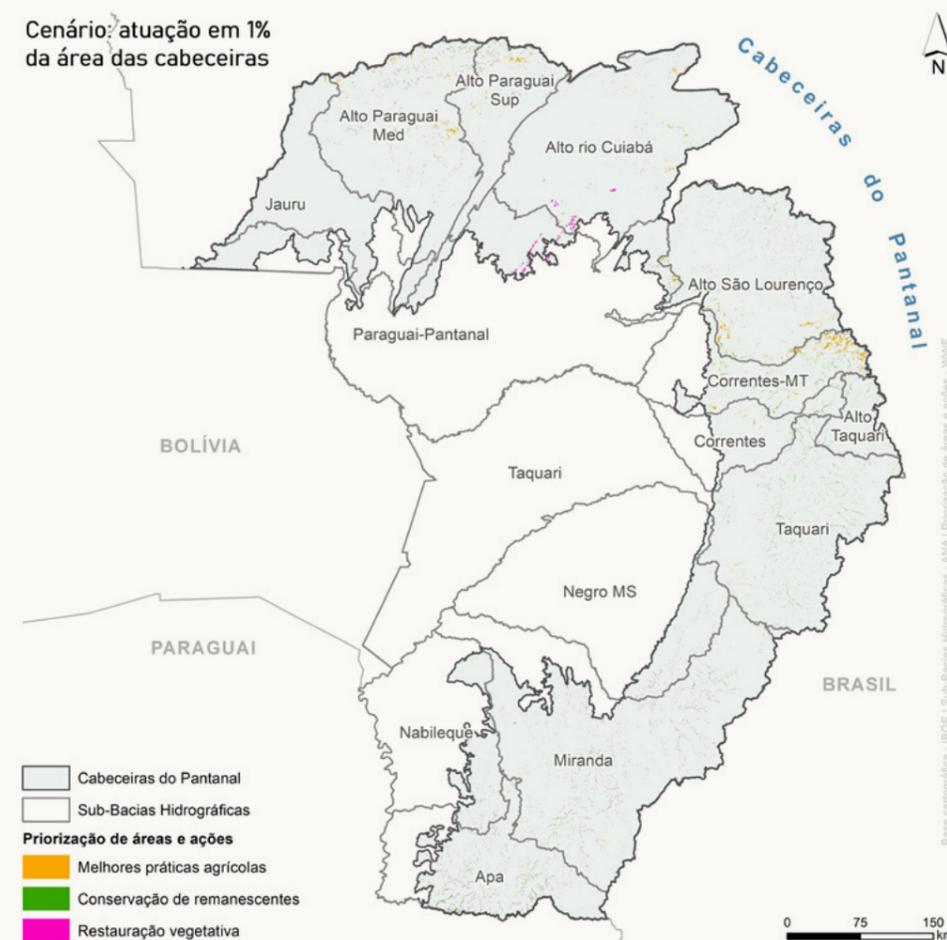


Figura 7. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 20% da área das Cabeceiras do Pantanal.

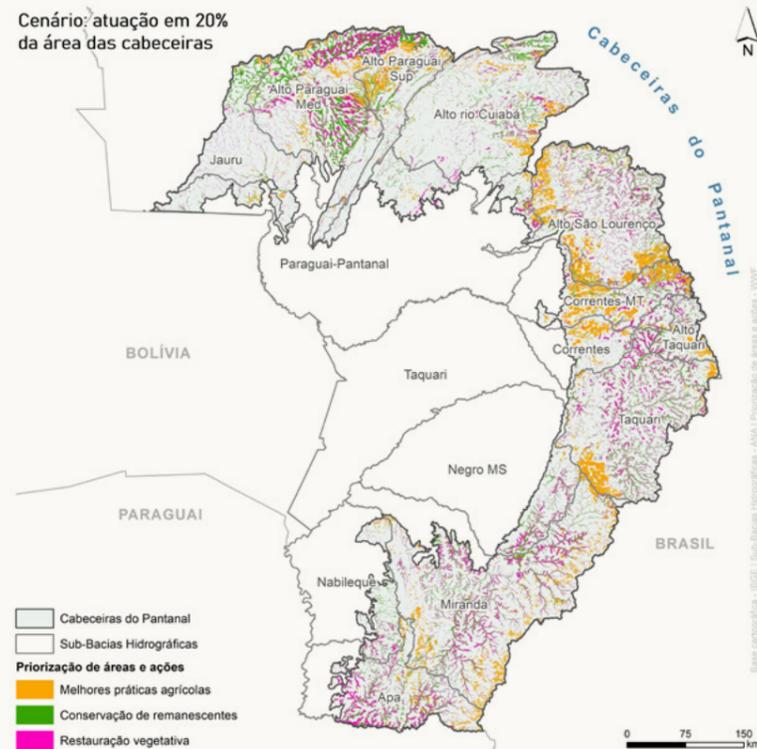
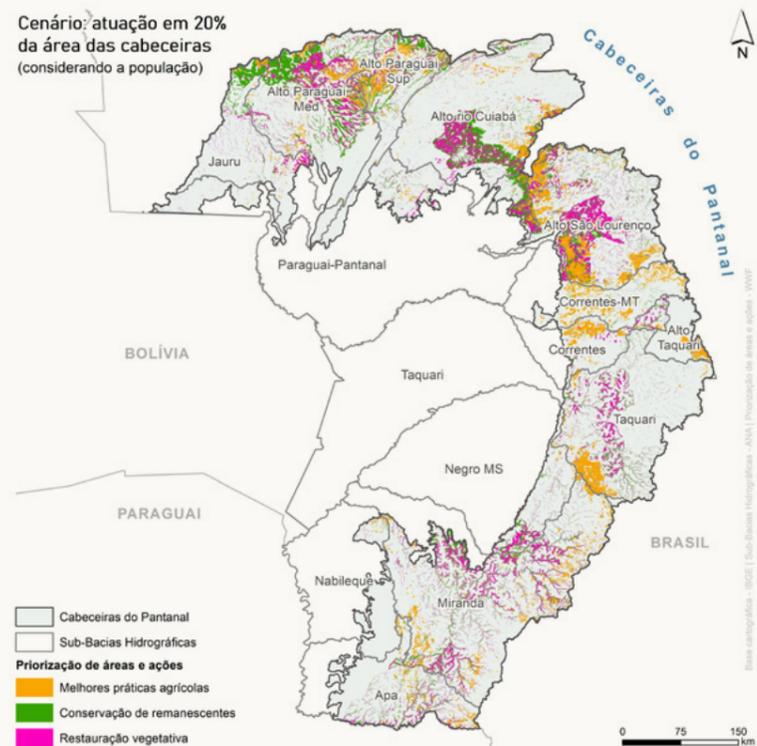


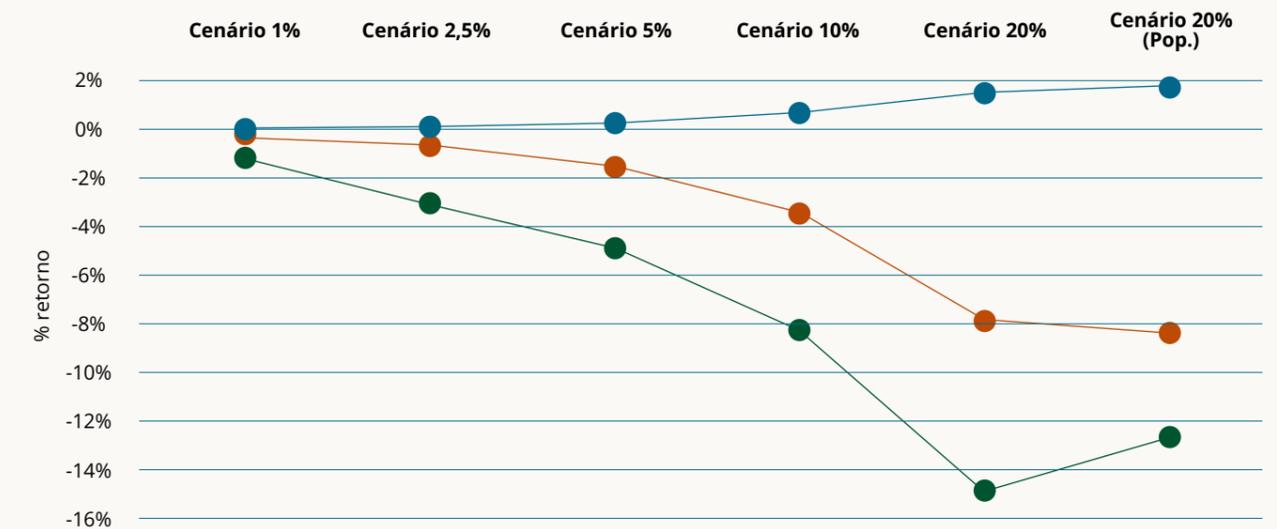
Figura 8. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 20% da área das Cabeceiras do Pantanal considerando a densidade demográfica.



O cenário de 1% nas Cabeceiras do Pantanal considera a implementação em 210.384 hectares, valor superior ao débito de APP hídricas degradadas mapeadas na paisagem, que somam quase 141 mil hectares (FBDS e MapBiomias 2021).

Os dois cenários de atuação em 20% da paisagem (somente efeitos biofísicos e efeitos biofísicos + população) tiveram resultados semelhantes ao comparar o retorno dos SE. Entretanto, na solução considerando a população humana, há um número maior de hectares selecionados em regiões mais densamente povoadas, como Alto Rio Cuiabá e Alto São Lourenço, em detrimento daquelas com menor densidade, como Nabileque (a fração territorial que está nas Cabeceiras), Guariroba e Alto Taquari.

Figura 9. Gráfico mostrando o comportamento do retorno dos parâmetros dos serviços ecossistêmicos estudados de acordo com cenários.



Com relação às respostas dos serviços ecossistêmicos associados aos cenários para as Cabeceiras e considerando a implementação das atividades indicadas, **o controle de erosão (sedimentos exportados) foi o que obteve maior variação e resposta, mostrando-se sensível às intervenções locais e distribuição geográfica das áreas (Figura 9)**. Isso significa que a implementação de ações de restauração ou MPA em pequena escala, já proporcionaria uma melhora na qualidade de água local.

Para a regulação hídrica, o incremento da vazão e redução do escoamento superficial têm retornos mais significativos a partir da implementação de ações em 20% da paisagem, considerando ou não a população. Somente a partir desse ponto tem-se a capacidade de modificar positivamente em 10% o balanço hídrico da região. Ao contrário do controle de erosão, os resultados mostram que o serviço de regulação hídrica não é muito sensível a mudanças locais, e que intervenções em grande escala são necessárias para obter impactos positivos nos SE.

- Exportação de sedimentos
- Escoamento Superficial
- Vazão de base

Importante ressaltar que os esforços de intervenção das atividades na paisagem (MPA, restauração) não são diretamente relacionados ao tamanho da área analisada, o que significa que o custo-benefício das intervenções na paisagem não é linear (1:1 ou 1:2) e pode variar entre os cenários.

Ou seja, a cada 1% de atividade implementada, não haverá necessariamente 1% de retorno de SE. O modelo indica cenários onde o trade-off é maior em termos de custo-benefício: menor esforço de intervenção com maior retorno de benefícios de SE.



5. REGIONALIZAÇÃO DAS ANÁLISES PARA AS SUB-BACIAS PRIORITÁRIAS

Para obter resultados em escala local, a nível de propriedade, será necessário adaptar as análises realizadas previamente a nível de paisagem (Cabeceiras do Pantanal) para um recorte em sub-bacias prioritárias para o projeto (Jauru, Poconé, Miranda e Guariroba). Além do aumento da resolução espacial das análises de 90 para 30 m, a delimitação das sub-bacias passou a obedecer às áreas de captação das ETAs da AEGEA. Para resultados mais específicos, estabelecemos que:

- 1** as atividades de implementação se reduzem a MPA e restauração (retirando conservação);
- 2** todos os cenários devem apresentar resultados com e sem a consideração da densidade demográfica;
- 3** as áreas de mineração, antes indicadas para restauração, foram retiradas do processamento, enquanto as áreas de pastagem foram incluídas como sendo passíveis de MPA ou, ainda, restauração; e
- 4** inclusão de um cenário de 25% do território priorizado.



Assim como para as análises das Cabeceiras, nas sub-bacias os cenários de 1-10% apresentaram o melhor *trade-off* entre custo-benefício para o controle de erosão (qualidade de água), enquanto os cenários 20-25% foram melhores para a regulação hídrica (quantidade de água). O total das áreas priorizadas correspondente aos cenários analisados podem ser vistas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Quantidade de área considerada em cada cenário de priorização por sub-bacia.

Paisagem	Área total a ser implementada por cenário (ha)			
	1%	5%	10%	25%
Microbacia Jauru (Jauru)	14	70	140	350
Microbacia Porto Esperidião (Jauru)	5.633	28.166	56.332	140.831
Sub-bacia Poconé	2.737	13.683	27.366	68.415
Sub-bacia Miranda	36.337	181.683	363.366	908.415
Microbacia Guariroba	357	1.787	3.575	8.936

5.1 JAURU - MATO GROSSO

A sub-bacia hidrográfica do rio Jauru tem 85% de sua área dentro das Cabeceiras (cerca de 1.235.000 hectares) e possui um terço de seu território coberto por vegetação natural, contendo fitofisionomias de Floresta Amazônica e de Cerrado. Apesar da paisagem diversa, 73% da bacia apresenta alto risco ecológico (TNC & WWF, 2011) e teve um aumento de 40% na área de plantio de soja nos últimos dez anos (MapBiomas, 2021). **Das Cabeceiras, Jauru é a quinta bacia com a maior área de APP hídrica degradada (cerca de 15.450 hectares) e, das 100 nascentes mapeadas, apenas cinco estão em processo de recuperação (comunicação direta com o comitê de bacias).**

As análises realizadas foram focadas exclusivamente nas microbacias de captação das ETA da AEGEA em Jauru (1.400 hectares) e Porto Esperidião (563.323 hectares), justamente as áreas mais populosas da região. Por conta disso, os resultados entre os cenários, considerando ou não a população, não diferiram muito. De todas as sub-bacias analisadas para as Cabeceiras, a do Rio Jauru foi a que apresentou maior resposta em relação à implementação de MPA e restauração para o aumento na qualidade de água (redução da perda de solo). Os cenários com os melhores *trade-offs* em termos de custo-benefício para controle de erosão, foi o de 5% para a microbacia de Jauru, e 1% para a microbacia de Porto Esperidião (**Figura 12**).

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAURU

85%
de sua área dentro das Cabeceiras

73%
apresenta alto risco ecológico

Aumento de **40%**
na área de plantio de soja nos últimos dez anos

Figura 10. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 1% da área da sub-bacia de Jauru/MT.

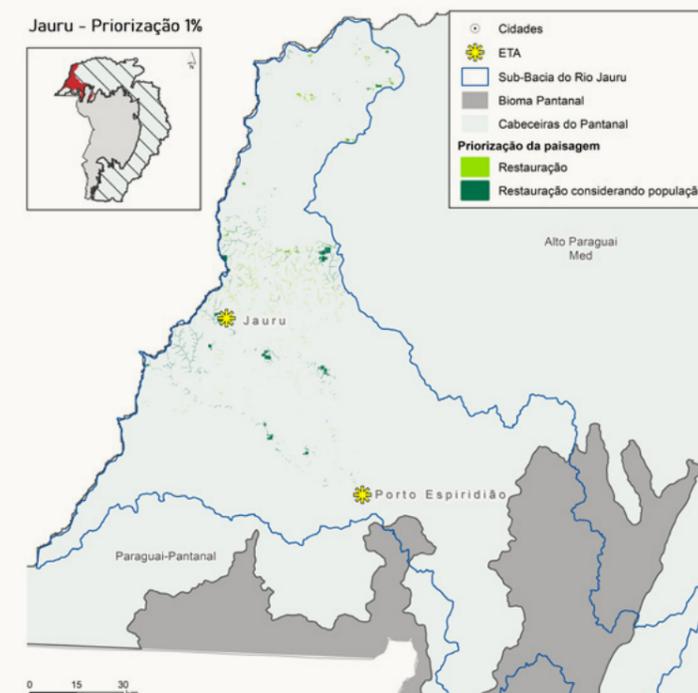
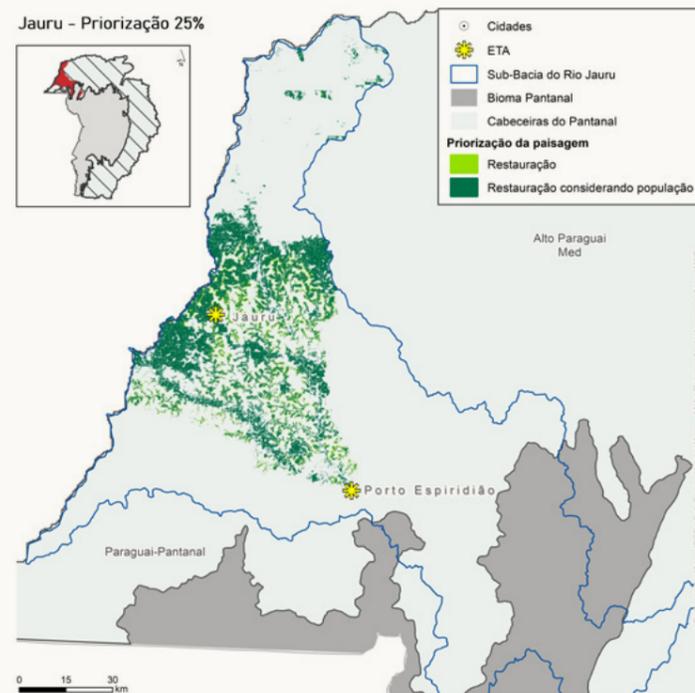
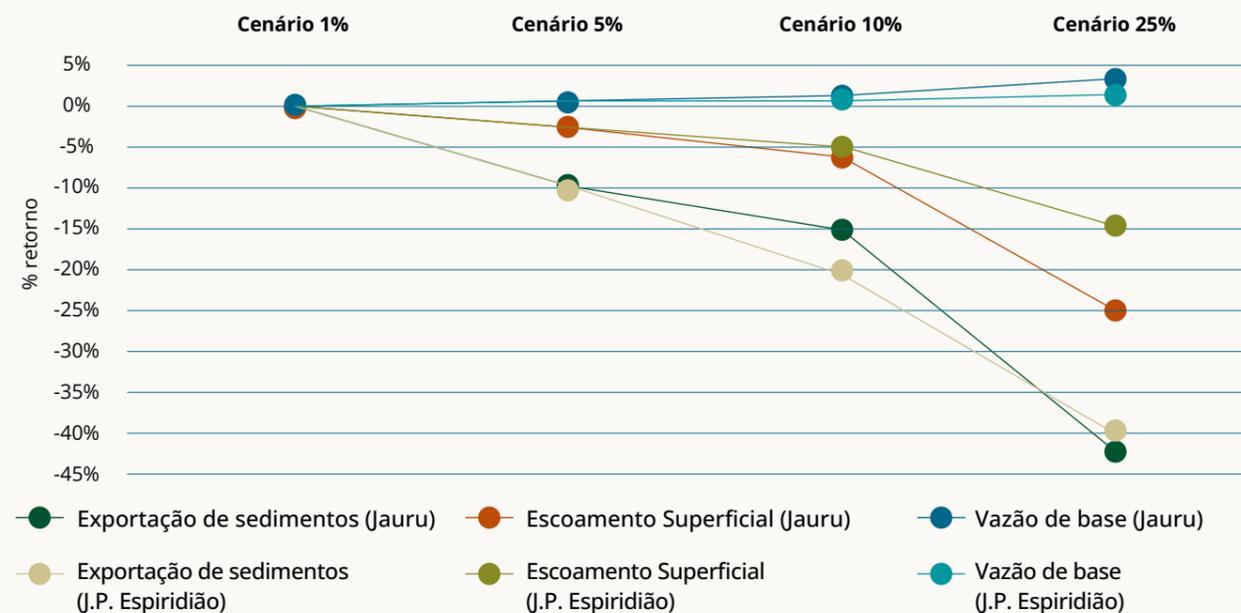


Figura 11. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 25% da área da sub-bacia de Jauru/MT.



No cenário de 25%, esta região apresentou os maiores valores de retorno em incremento de vazão de base (água disponível) e redução de escoamento superficial. Por consequência, é a bacia com a melhor resposta em relação ao SE de regulação hídrica (quantidade de água).

Figura 12. Gráfico mostrando o comportamento do retorno dos parâmetros dos serviços ecossistêmicos estudados de acordo com cenários para a sub-bacia de Jauru/MT.



5.2 POCONÉ - MATO GROSSO

A microbacia de captação da ETA Poconé tem cerca de 282 mil hectares e pertence à sub-bacia Paraguai-Pantanal. Destes, 82% estão situados nas Cabeceiras do Pantanal e, de acordo com o estudo da TNC & WWF (2011), estão classificados como médio risco ecológico e média contribuição hídrica.

Com relação às análises dos cenários, esta região apresenta retornos ecossistêmicos menores em comparação com a sub-bacia do rio Jauru. Isso pode ser devido à presença de grandes áreas de mineração e outras atividades de antropização da paisagem, que não são analisadas nesta modelagem. **Por conta do contexto do uso e ocupação dessa região, o cenário com melhor resultado em termos de custo-benefício foi o de 1%.** Neste cenário, a cada 1% da área implementada, estima-se o dobro em retenção de 2% dos sedimentos para toda a sub-bacia (2%). Relembrando que o *trade-off* entre o esforço de implementação e o retorno do benefício não é linear (1:1 ou 1:2). Por exemplo, no cenário de 10% e 25%, o retorno é de 17% e 31%, respectivamente, e não é o dobro do investido (20% e 50%, respectivamente) como no cenário de 5% (**Figura 15**).

MICROBACIA DE CAPTAÇÃO DA ETA POCONÉ

82%

de sua área dentro das Cabeceiras

Médio risco ecológico

Média contribuição hídrica

Figura 13. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 1% da área da sub-bacia de Poconé/MT.

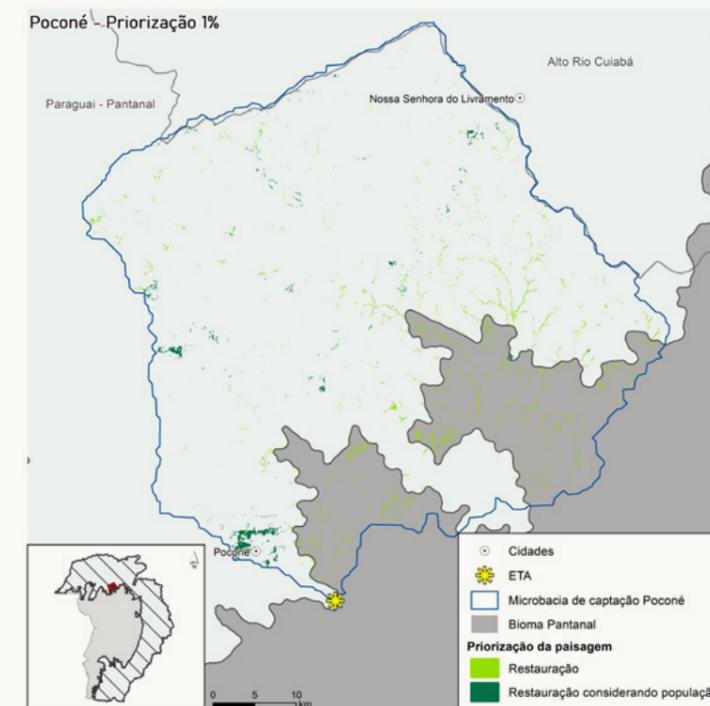
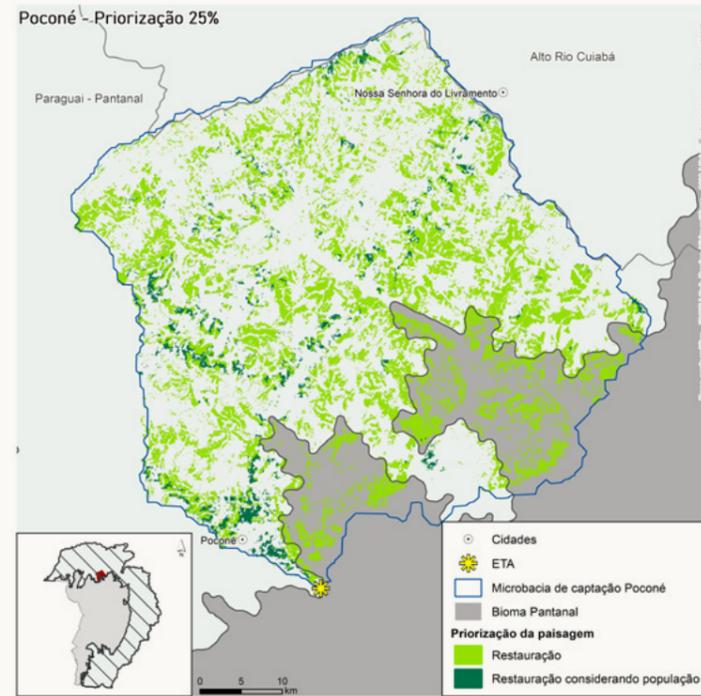
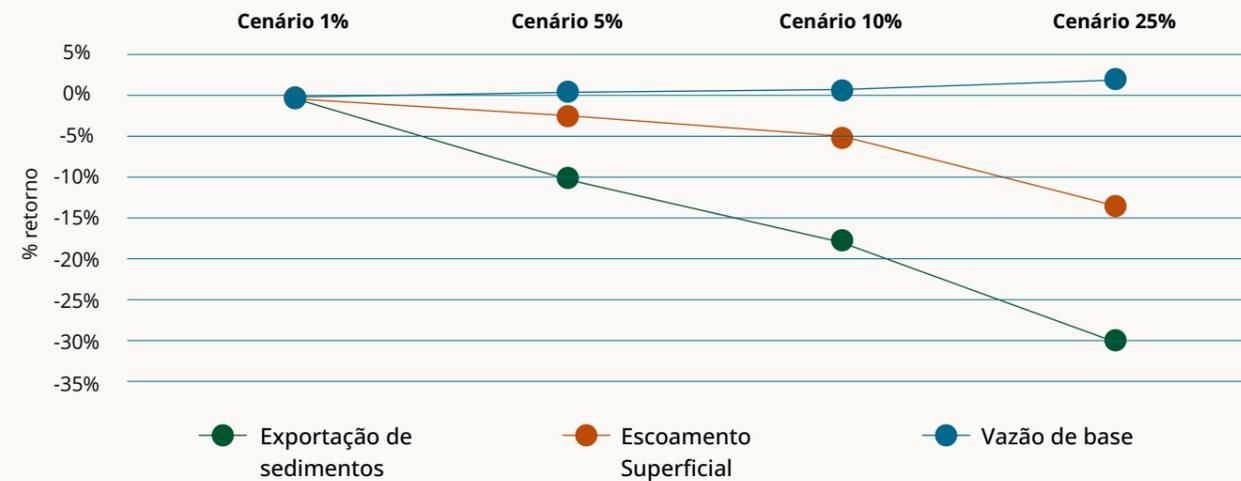


Figura 14. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 25% da área da sub-bacia de Poconé/MT.



Para regulação hídrica (quantidade de água), assim como para todas as sub-bacias estudadas, os resultados mostram um aumento positivo quanto ao retorno do SE entre os cenários de 10 e 25%, onde há um incremento de 2,4% na vazão de base (disponibilidade de água) e redução de 13% no escoamento superficial (perda de água).

Figura 15. Gráfico mostrando o comportamento do retorno dos parâmetros dos serviços ecossistêmicos estudados de acordo com cenários da sub-bacia de Poconé/MT.



5.3 MIRANDA - MATO GROSSO DO SUL

A sub-bacia hidrográfica do Rio Miranda tem 85% da sua área total (4.295.100 hectares) inserida na região das Cabeceiras do Pantanal. Apesar da sua beleza cênica, Miranda é uma bacia com altos valores de déficit de APP (24.083 ha) equivalente a 17% do total das Cabeceiras, ameaçada pelo aumento da produção de soja (170% entre 2012 a 2021) e, hoje, possui apenas 33% do seu território das Cabeceiras com cobertura vegetal natural.

Por ser uma bacia muito grande, com distribuição populacional heterogênea e sem presença de captação AEGEA, todos os cenários de priorização de paisagem consideram a maximização de retorno de S.E. com benefício à população. Em termos de controle de erosão (qualidade de água), o cenário de 5% tem o melhor *trade-off*: quase 10% de retenção dos sedimentos gerados na sub-bacia (1:2). O impacto no balanço hídrico (quantidade de água) da sub-bacia irá requerer, no mínimo a intervenção em 25% da área total para ter 2% de incremento na vazão de base (disponibilidade de água) e redução de 8% na perda de água por escoamento superficial (**Figura 18**).

SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIRANDA

85%
de sua área dentro das Cabeceiras

33%
do seu território das cabeceiras com cobertura vegetal natural

Aumento de **170%**
na produção de soja de 2012 a 2021

Figura 16. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 1% da área da sub-bacia de Miranda/MS.

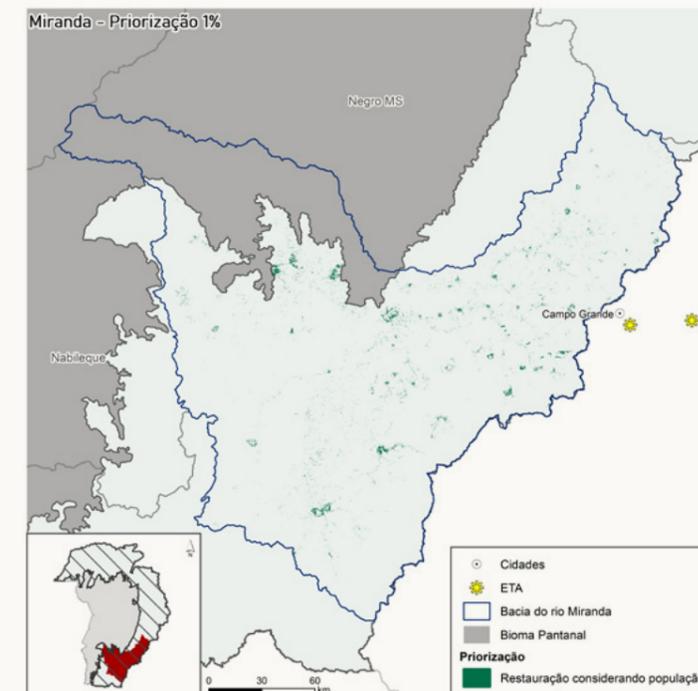


Figura 17. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 25% da área da sub-bacia de Miranda/MS.

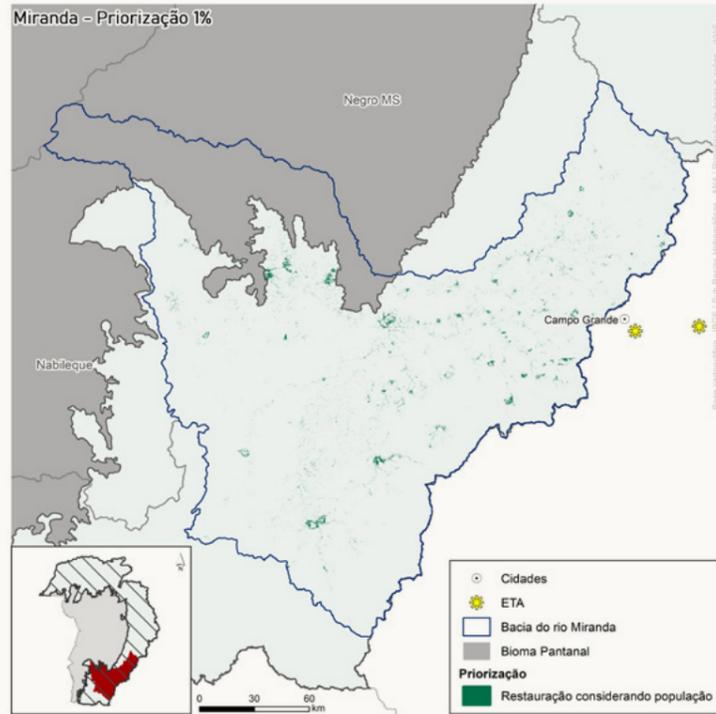
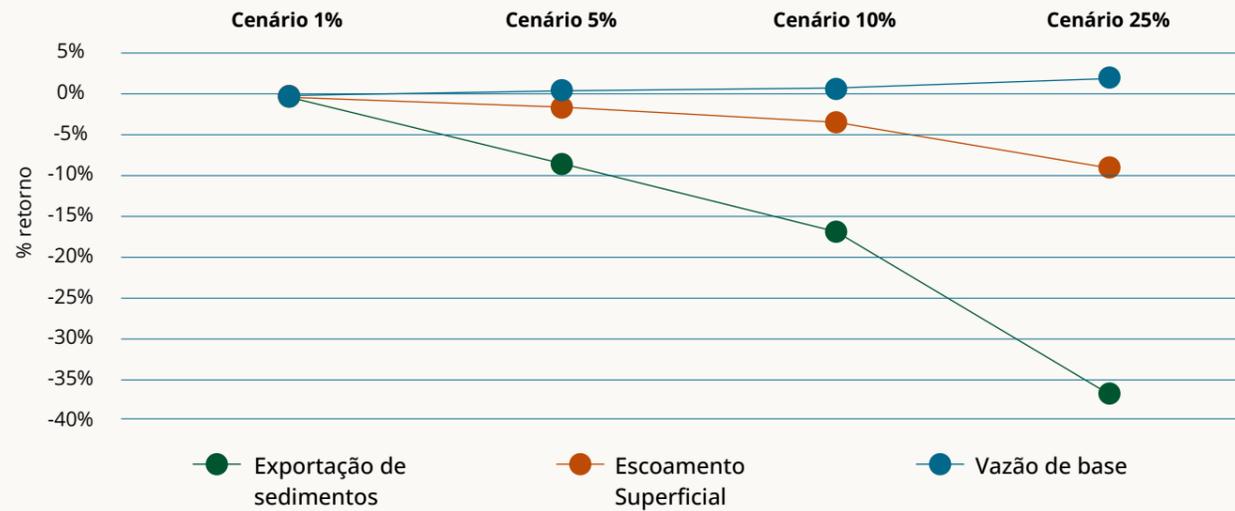


Figura 18. Gráfico mostrando o comportamento do retorno dos parâmetros dos serviços ecossistêmicos estudados de acordo com cenários para a sub-bacia de Miranda/MS.



5.4 GUARIROBA – MATO GROSSO DO SUL

A sub-bacia do córrego Guariroba tem cerca de 36.150 hectares, onde mais de 85% da área foi convertida para algum uso antrópico, sendo que 72% são de pastagens. A sub-bacia apresenta débito de APP hídrica de 683 hectares, porém diferentemente das outras sub-bacias, **esta região foi alvo de diversos projetos e estudos conservacionistas que realizaram ações de restauração em APP bem como manejo de pastagens, cercamento e outras práticas de conservação do solo.**

Por ser uma sub-bacia pequena, as análises mostraram que o retorno ecossistêmico relacionado ao controle de erosão (qualidade de água) já começa a ter bons resultados logo no cenário de 1%. Em relação à regulação hídrica, os resultados indicam que com a implementação de atividades em 25% do território, há uma melhora de apenas 15% na redução de perda de água por escoamento, e 1,7% de incremento na vazão de base (disponibilidade de água). Ou seja, menor que 1:1, o que sugere que para o aumento do *trade-off* são necessários cenários com mais de 25% de área intervenção (Figura 21). Nesse caso, o cenário de 25% indica a intervenção em 9.037,5 hectares, valor muito superior ao débito de APP hídrica da sub-bacia (683 ha).

SUB-BACIA DO CÓRREGO GUARIROBA

36.150
hectares

683
hectares de débito de APP hídrica

85%
da área foi convertida para algum uso antrópico

Figura 19. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 1% da área da microbacia de Guariroba/MS.

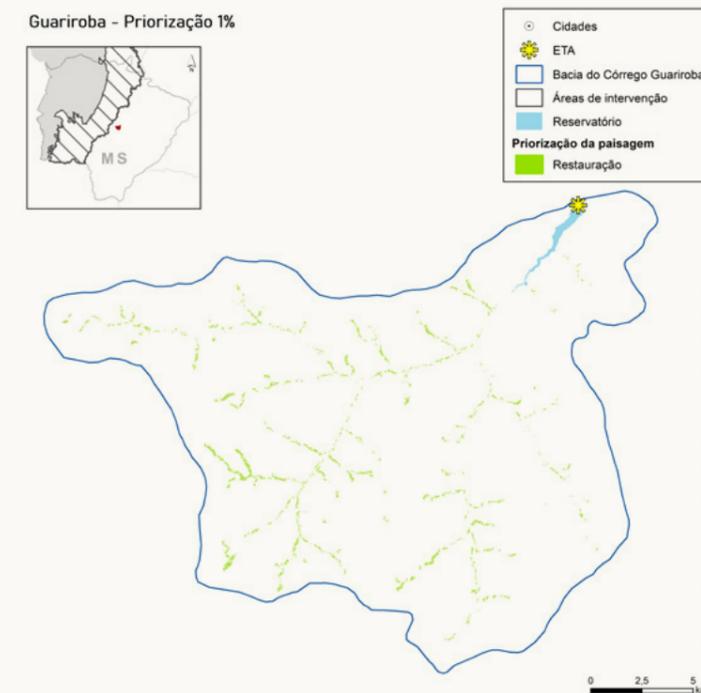


Figura 20. Priorização espacial considerando cenário de implementação em 25% da área da microbacia de Guariroba/MS.

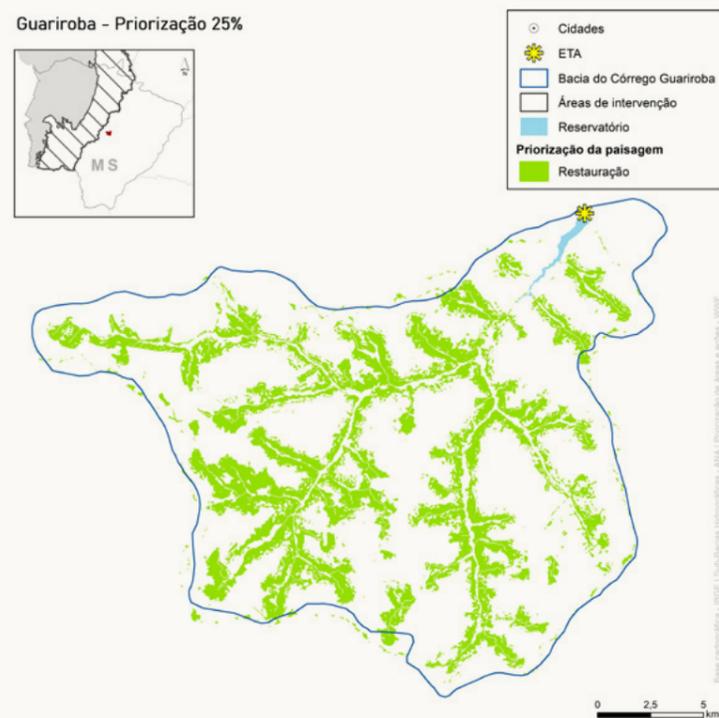
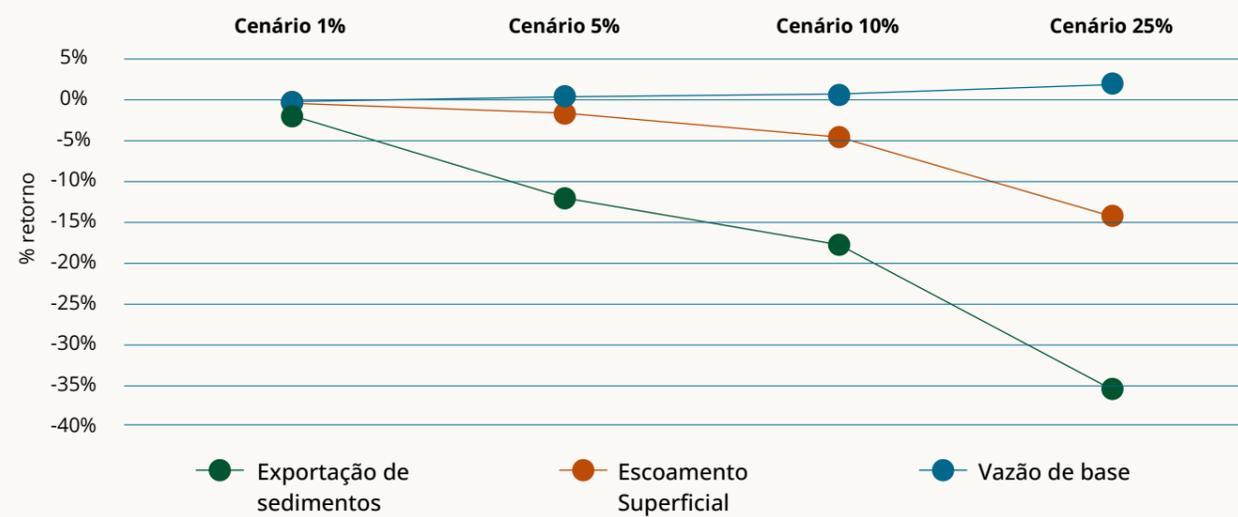


Figura 21. Gráfico mostrando o comportamento do retorno dos parâmetros dos serviços ecossistêmicos estudados de acordo com cenários da microbacia de Guariroba/MS.





© Shai Ismael / WWF-Brasil

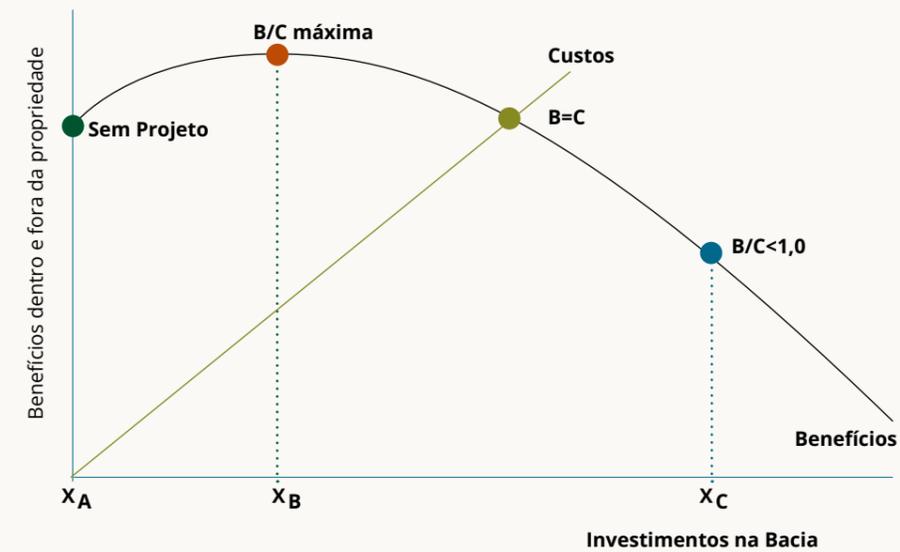
6. **TRADE-OFF DA IMPLEMENTAÇÃO DE AÇÕES DE CONSERVAÇÃO**

Pela “Lei dos Retornos Decrescentes” é possível calcular qual o melhor cenário de intervenção numa paisagem para obter a maximização da relação de custo-benefício, ou *trade-off*, de acordo com os retornos marginais* dos serviços ecossistêmicos. Essa lei explica o comportamento não linear da relação entre o investimento e benefício, diferentemente da relação entre custo e investimento, como mostra a **Figura 22**. Em dado momento, o benefício decresce, e passa a ser negativo em relação ao investimento, apesar de poder continuar em crescimento ao olharmos os valores absolutos (McNall, 1933; Brooks & Gregersen, 2014). **Esse momento é chamado de ponto de máximo retorno, ou ponto ótimo, que também representa o ponto de inflexão desta curva.** Neste caso, o investimento (eixo horizontal) é representado pela porcentagem de área implementada na paisagem (cenários), e o benefício (eixo vertical) é representado pelos valores de retorno marginal das variáveis estudadas (exportação de sedimentos, vazão de base e escoamento superficial).

O retorno marginal é a quantificação do retorno dos SE com base na adição de uma unidade de investimento.

Feita esta análise para cada paisagem estudada, identificamos o ponto ótimo de intervenção para maximização do retorno dos serviços ecossistêmicos, visando o aumento da qualidade e quantidade de água, dentre os cenários estudados (1 a 25% da paisagem). **A associação dos dados de modelagem com o cálculo do ponto ótimo, indicam o valor ideal de implementação em cada paisagem, levando em consideração o máximo de retorno de cada SE (Figura x-y).**

Figura 22. Aplicação da relação de Benefício/Custo em manejo de bacias hidrográficas. Adaptado de Brooks & Gregersen (2014).



Para entender melhor a relação entre os benefícios e beneficiados, veja Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos benefícios e beneficiários estudados.

 Resultado	 Quem se beneficia	 Benefício	 Contexto
Redução da erosão do solo	Empresa de saneamento, Setor produtivo agropecuário, biodiversidade local, população consumidora de água, turismo e atividades de lazer	Redução da perda de solo e aumento da produtividade agrícola	A implementação de ações de restauração e MPA diminui a lixiviação e a perda de solo. A vegetação do solo protege o processo de desagregação e transporte de partículas de solo pela água da chuva que, em dado momento, leva esse sedimento até o leito dos rios, causando seu assoreamento.
Aumento da quantidade de água	Empresa de saneamento, Setor produtivo agropecuário, biodiversidade local, população consumidora de água, turismo e atividades de lazer	Aumento da oferta de água, principalmente na estiagem	As ações de restauração e melhores práticas agropecuárias (MPA) de conservação de solo na bacia devem aumentar a infiltração e diminuir o escoamento de água na superfície do solo. Assim, aumenta a recarga de água subterrânea local, que altera a vazão dos rios, principalmente nos períodos de estiagem.
Melhoria da qualidade de água	Empresa de saneamento, Setor produtivo agropecuário, biodiversidade local, população consumidora de água, turismo e atividades de lazer	Redução do sedimento acumulado por erosão e diminuição dos gastos com tratamento químico da água	A melhoria da qualidade de água acontece com a diminuição da sedimentação causada pela erosão nos cursos d'água. Assim, a turbidez da água diminui, mesmo em épocas de chuva, causando menos interrupções no abastecimento e diminuindo os custos de tratamento da ETA.

Tabela 3. Indicação dos cenários com maiores retorno de serviços ecossistêmicos, e o ponto ótimo de intervenção para as Cabeceiras e sub-bacias prioritárias.

	 Máximo retorno marginal para controle de erosão	 Máximo retorno marginal para regulação hídrica	 Ponto ótimo de intervenção
CABECEIRAS DO PANTANAL	cenário de 2.5%	cenário de 20%	11% da paisagem
Jauru	cenário de 5%	cenário de 25%	14% da microbacia
P. Esperidião	cenário de 1%	cenário de 25%	18% da microbacia
Guariroba	cenário de 1%	cenário de 25%	14% da microbacia
Poconé	cenário de 1%	cenário de 25%	14% da microbacia
Miranda	cenário de 5%	cenário de 25%	10% da sub-bacia



7. GOVERNANÇA HÍDRICA NAS SUB-BACIAS

Os recursos hídricos impactam diversos, se não todos, os aspectos de uma paisagem: desde a biodiversidade, a forma de ocupação humana até as atividades praticadas, por exemplo. É comum uma bacia hidrográfica estar sob diferentes jurisdições a depender de seus limites políticos (como divisões estaduais, municipais e diferentes categorias fundiárias), que nem sempre se comunicam e, portanto, tem sua gestão descentralizada.

Dessa forma, a concepção de uma gestão integrada de bacias, que chamamos de governança hídrica, é o entendimento de que todos os atores presentes na paisagem (de pequenos proprietários rurais às agências reguladoras e diferentes setores industriais) são, também, gerenciadores dos recursos dessa paisagem (Brooks et al, 2003), e por tanto, peças-chave para garantir a segurança hídrica na bacia (WWF, 2013). A competência na implementação da Política de Recursos Hídricos é do Poder Executivo que, por meio da implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, composto pela Agência Nacional das Águas (ANA), conselhos estaduais e comitês de bacia hidrográfica, por exemplo, deve promover a integração da gestão ambiental (MMA, 2006). Os comitês de bacia hidrográfica têm o dever de promover o debate, mediar conflitos, aprovar planos de ações e se responsabilizar por quaisquer alterações necessárias para a melhoria da governança hídrica.

Um levantamento feito pelo WWF-Brasil (2023) buscou identificar os principais problemas na governança hídrica a partir de pesquisas e encontros com atores relevantes das três sub-bacias prioritárias, a fim de indicar possíveis ações de mitigação de riscos hídricos.

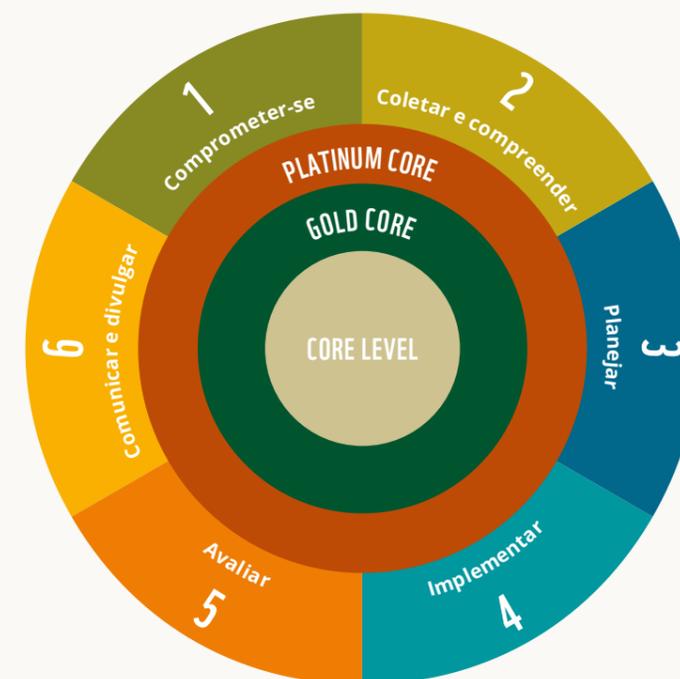
Para tal, utilizou-se a metodologia da *Alliance for Water Stewardship* (AWS), que propõe um padrão de avaliação de esforço e impacto de ações para implementação ou melhoria de um sistema de governança hídrica, e se baseia em quatro grandes resultados:

- i)**
boa governança hídrica,
- ii)**
balanço hídrico sustentável,
- iii)**
boa qualidade de água e
- iv)**
áreas de importância hídrica protegidas.

Para atingir esses resultados, a AWS dispõe de um protocolo de 6 passos (Figura 23), dos quais abordaremos apenas os dois primeiros:



Figura 23. Seis etapas da metodologia de governança hídrica *Alliance for Water Stewardship* (AWS).



O protocolo AWS fornece um questionário que deve ser aplicado aos atores relevantes ao sistema de governança hídrica de cada bacia. Assim, caso fosse de interesse do ator se comprometer com esse tema e metodologia, a partir de sua nota final ele receberia um selo indicando o esforço e impacto de suas ações na paisagem. Além disso, o protocolo pode ajudar o ator a identificar onde está o maior desafio para sua adequação à metodologia. Veja as principais informações levantadas na Tabela 3.



© Sillas Ismael / WWF-Brasil

Tabela 3. Resultado da análise utilizando a metodologia *Alliance for Water Stewardship* (AWS).

Sub-Bacia	Diagnóstico situação de governança e desafios ambientais	Ações de mitigação e melhoria de governança indicadas	Pontuação AWS
Jauru (MT)	<ul style="list-style-type: none"> Comitê de bacia inoperante; Sem registro de outros projetos financiando atividades de restauração na bacia; Falta de recurso financeiro e humano para implementação de ações de recuperação de APP hídricas; Não tem participação em projetos com retorno financeiro ao proprietário (exemplos: PSA, PRS) Sem estudos de monitoramento de qualidade ou vazão hídrica, exceto nas captações AEGEA; Sem acesso a dados hidrológicos regulares; Redução nos níveis pluviométricos entre 1971 e 2021; 	<ul style="list-style-type: none"> O comitê de bacia deve iniciar a contratação de estudos para a realização do Plano de Recuperação da Bacia; O comitê de bacia deve se comprometer a produzir, adquirir e/ou apoiar a geração de dados hidrológicos para monitoramento da bacia; Engajamento de prefeituras e SEMA para apoio e fiscalização de ações para recomposição de APP e RL; Cercamento de APP e RL; Estímulo ao plantio direto e em nível; Construção de terraços de base larga em áreas de agricultura e pecuária; 	<ul style="list-style-type: none"> Comitê de Bacia: 0 (zero) <i>O Comitê foi representado pelo atual presidente Ademir Patrick de Moura.</i>
Miranda (MS)	<ul style="list-style-type: none"> O comitê de bacia está em fase inicial de organização, ainda sem atividades implementadas porém com encontros regulares; PSA implementado e ativo na micro-bacia do Rio Mimoso, com expectativa de expansão para micro-bacia do Rio do Prata; A vistoria de propriedades participantes do PSA tem sido realizada pelo IASB, instituto que facilita o contato entre órgão estadual, municipal, viveiros, proprietários e coletores de sementes. Sem estudos de monitoramento de qualidade e vazão hídrica; Aumento de atividades agropecuárias e contaminação de corpos hídricos por produtos químicos; Redução na recarga de aquíferos por déficit na infiltração de água no solo; Redução nos níveis pluviométricos entre 2008 e 2022; 	<ul style="list-style-type: none"> O comitê de bacia deve se comprometer a produzir, adquirir e/ou apoiar a geração de dados hidrológicos para monitoramento da bacia; Engajamento de prefeituras, SEINFRA e AGRAER para implementação de ações de minimização de impacto ambiental (terraceamento, construção de curvas de nível em áreas de cultivo e manutenção de estradas rurais); Estímulo ao plantio direto e em nível; Cercamento de APP e RL; Construção de terraços de base larga em áreas de agricultura e pecuária; 	<ul style="list-style-type: none"> Comitê de Bacia: 78 (Selo Gold) <i>O Comitê foi representado pelo atual presidente Eduardo Coelho.</i>
Guariroba (MS)	<ul style="list-style-type: none"> Comitê em fase inicial de organização; Associação de Recuperação, Conservação e Preservação da APA do Guariroba (ARCP) muito ativa na implementação de restauração e MPA em propriedades associadas; Dados hidrológicos periodicamente monitorados pela UFMS; Qualidade de água e vazão do vertedouro do reservatório periodicamente monitorado pela Águas Guariroba (AEGEA); Maior parte dos proprietários de terras da bacia são engajados e têm parceria com a ARCP para restauração ou melhores práticas de manejo do solo; PSA no segundo edital Programa Água Brasil investindo em ações de conservação desde 2012; 	<ul style="list-style-type: none"> Captação de recursos por parte do corpo gestor para continuidade das ações atuais de recuperação de APP (ex.: bancos, fundações e agências ambientais) Construção de terraços nas áreas faltantes Estabelecimento de um mecanismo para perenizar o PSA junto à prefeitura de Campo Grande 	<ul style="list-style-type: none"> Associação de Recuperação, Conservação e Preservação da APA do Guariroba (ARCP): 113 (Selo Platinum) <i>A ARCP foi representada pelo atual vice-presidente Claudinei.</i> AEGEA Saneamento: <i>A AEGEA foi representada pelo Gerente de Meio Ambiente e Qualidade, Fernando Garayo.</i>

8.

MENSAGEM FINAL

- O planejamento espacial e a priorização de áreas auxiliam os tomadores de decisão a direcionar as implementações de atividades sustentáveis para onde são necessárias, e onde o custo-benefício será maior.
- Com a escassez de tempo e recursos (humanos e financeiros) tomadores de decisão podem focar ações nos cenários de 1%, pois são as áreas mais prioritárias para a maximização do retorno dos dois SE avaliados (controle de erosão e regulação hídrica).
- De acordo com os modelos, ações de restauração devem ser acompanhadas por atividades de conservação e práticas sustentáveis de manejo do solo para garantir o aumento da quantidade e qualidade de água.
- Para alterar o balanço hídrico das Cabeceiras do Pantanal ou de suas sub-bacias, será necessário a implementação de ações em, pelo menos, 20 a 25% da área da paisagem.
- Para a melhoria na qualidade da água nas Cabeceiras do Pantanal ou de suas sub-bacias, implementar ações em 1% da área da paisagem já demonstra retornos positivos em relação à retenção de sedimentos no local.
- A metodologia de cálculo do ponto ótimo e os resultados das modelagens espaciais se diferem e se complementam, pois trazem informações adicionais relevantes para tomadores de decisão, uma vez que indicam quantidades e áreas de intervenção ideais para a maximização do retorno dos dois serviços ecossistêmicos analisados na paisagem (controle de erosão e regulação hídrica).
- Sugere-se maior integração entre proprietários e produtores rurais, Secretarias de Meio Ambiente, Prefeituras, Comitês de bacias, entre outros, para a melhoria da gestão hídrica das sub-bacias analisadas.





FICHA TÉCNICA

**Projeto “Águas para todos” –
restauração e benefícios hídricos
nas Cabeceiras do Pantanal**

WWF-BRASIL

Maria Eduarda Coelho | Veronica
Maioli | Laís Cunha | George Mendes
| Rodrigo Rodrigues | Laura Silva

Colaboradores: ATA Consultoria |
Jorge Eduardo Leon Sarmiento

Revisão do Texto: Bem-comunicar

Projeto gráfico e design editorial:
Laboota

Citação: Coelho, M.E. & Maioli,
V. (Org.), 2023. Planejamento
Espacial para Restauração das
Cabeceiras do Pantanal com foco em
Recursos Hídricos. WWF-Brasil.
ISBN: 978-65-89267-05-8



**MAIORES
INFORMAÇÕES
E REFERÊNCIAS
VEDE:**

