

# viva água

cuidar do **Rio Miringuava**  
é proteger a vida



acervo Fundação Grupo Boticário

## SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

e seu papel na promoção da resiliência climática, segurança hídrica e geração de benefícios econômicos

### **PUBLICADO POR**

Movimento Viva Água, no âmbito do Projeto ProAdapta

### **CONTATOS**

Fundação Grupo Boticário de  
Proteção à Natureza

*contato@fundacaogrupoboticario.org.br*

SANEPAR - Companhia de  
Saneamento do Paraná

*inovacao@sanepar.com.br*

Projeto ProAdapta - Deutsche  
Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

*adaptacao@giz.de*

# Sumário

- 04 Apresentação
- 06 O rio Miringuava e a Região Metropolitana de Curitiba
- 10 Segurança hídrica: por que a Região Metropolitana de Curitiba deve se preocupar?
- 16 Natureza: a solução que já está aqui
- 23 A ciência a favor do Miringuava
- 46 O valor da natureza
- 58 Juntos pelo Miringuava
- 60 Referências



# Apresentação

**Essencial para as pessoas, a natureza, os produtores e os negócios, a água é o fio condutor utilizado para promover a qualidade de vida, a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento social e econômico. Com essa proposta, o movimento Viva Água foi criado em 2019, na região de São José dos Pinhais, no Paraná, para atuar em prol da segurança hídrica e da adaptação à mudança do clima no manancial do rio Miringuava, uma das principais fontes de água da Grande Curitiba.**

Baseado em ações de conservação e recuperação de ecossistemas naturais, o movimento Viva Água também visa incentivar o empreendedorismo com impactos sociais e ambientais positivos, em um modelo que envolve múltiplos atores e traz a oportunidade de ser replicado em qualquer bacia hidrográfica do país. Idealizado pela Fundação Grupo Boticário, o movimento Viva Água Miringuava tem entre seus realizadores a SANEPAR, o Sebrae Paraná, a BTG Pactual e o Projeto ProAdapta\*. Para garantir a transparência na gestão dos recursos financeiros captados, foi criado o Fundo Viva Água Rio Miringuava, administrado por uma organização independente.

---

\* O Projeto ProAdapta é fruto da parceria entre o Ministério do Meio Ambiente do Brasil (MMA) e o Ministério Federal do Meio Ambiente, Proteção da Natureza e Segurança Nuclear e Defesa do Consumidor (BMUV, na sigla em alemão), no contexto da Iniciativa Internacional para o Clima (IKI, na sigla em alemão) e implementado pela Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Contribui para o alcance dos objetivos deste projeto na coordenação das ações de apoio à iniciativa movimento Viva Água Miringuava, o Ministério da Economia (ME), por meio de sua Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade (SEPEC) e a GIZ.

A Bacia Hidrográfica do Miringuava foi escolhida para a primeira intervenção do Viva Água por ser uma das mais estratégicas da Região Metropolitana de Curitiba. Localizada em São José dos Pinhais, ela é fonte de abastecimento de grande parte da população do município e ainda gera um excedente para o abastecimento de cidades vizinhas. O presente documento é resultado de dois estudos realizados pelo movimento Viva Água sobre a bacia do rio Miringuava que visam trazer luz sobre a importância das Soluções baseadas na Natureza para a segurança hídrica.

No primeiro deles, a consultoria Aquaflora Meio Ambiente, realizou um estudo investigativo (com base em análise histórica) e outro propositivo (com base em modelagem de cenários de linha de base e potenciais) para analisar a efetividade das Soluções baseadas na Natureza (SbN) para segurança hídrica e resiliência climática na Região Metropolitana de Curitiba. O segundo estudo, realizado pela Kralingen Consultoria, teve como objetivo realizar uma análise de custo-benefício das ações de adaptação à mudança do clima previstas pelo movimento Viva Água para a Bacia Hidrográfica do Miringuava.

Ambos os estudos contaram com a colaboração técnica da Agência de Cooperação Técnica Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ), da Fundação Grupo Boticário e da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). Eles também foram possíveis, graças às contribuições fundamentais do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR), do Instituto Água e Terra (IAT) e da The Nature Conservancy (TNC).

***Movimento Viva Água***  
Maio/2022

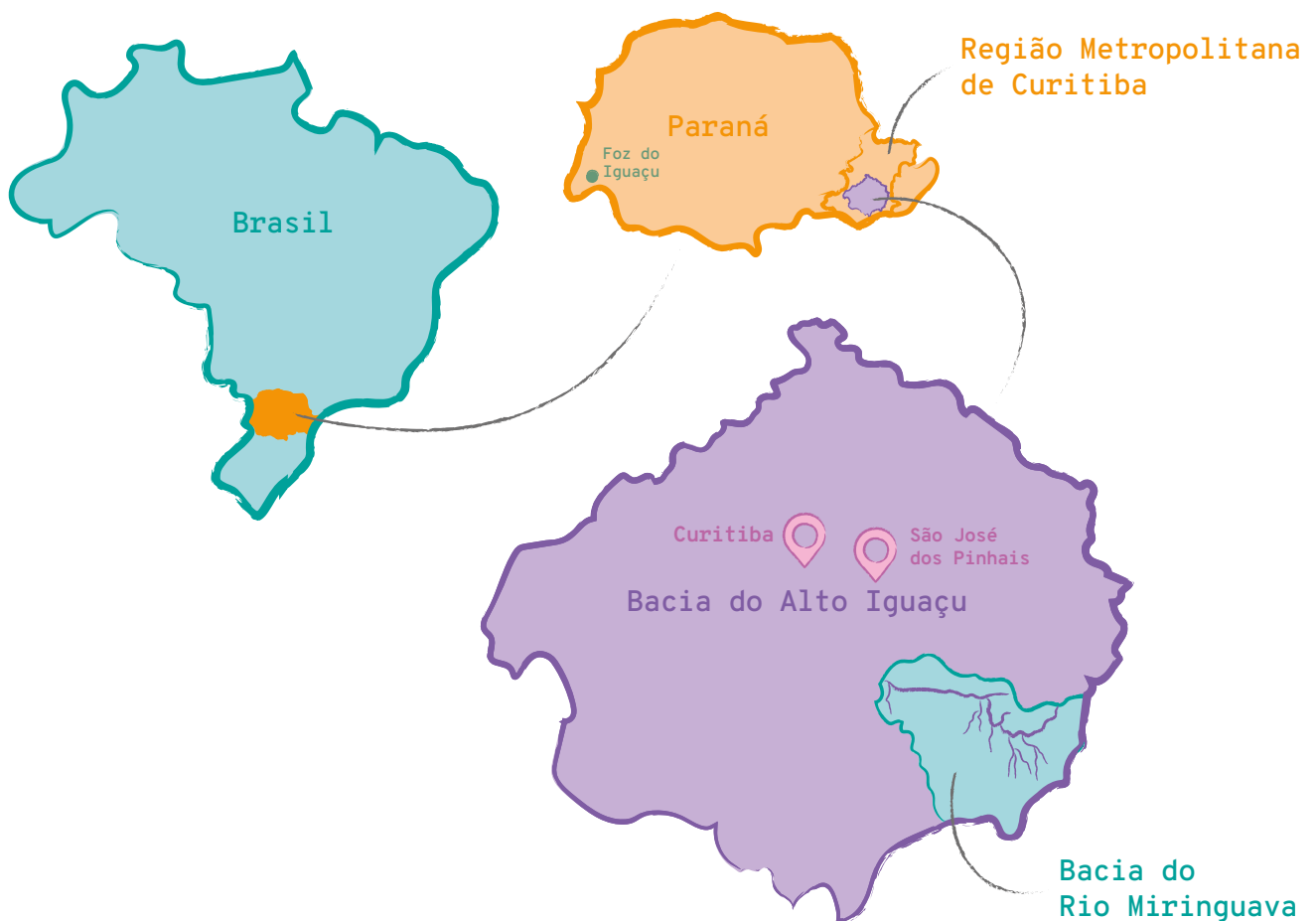
# O rio Miringuava e a Região Metropolitana de Curitiba

Há algum tempo os brasileiros estão mais atentos às questões que envolvem a conservação dos recursos hídricos. A crise hídrica que ameaça diversas regiões do país nos últimos anos, deixa mais clara a necessidade de tomar medidas preventivas tanto no âmbito público quanto no privado. Tais providências devem garantir o abastecimento de água em quantidade e qualidade não só para o consumo da população, mas também para o uso na indústria, no agronegócio, na produção de energia elétrica, entre outras atividades, respeitando o funcionamento do ecossistema. A água é, afinal, um recurso essencial não só para perpetuar todas as formas de vida mas também para manter a economia em movimento.

Nesse cenário, o estado do Paraná não é exceção. Em 2019, o governo do estado decretou situação de emergência hídrica, por conta da pior seca dos últimos 111 anos que atingiu praticamente toda a região. Em setembro de 2021, a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) colocou 13 cidades paranaenses em alerta pela seca, e 18 cidades, incluindo a Região Metropolitana de Curitiba, passaram por rodízio no fornecimento de água. Determinado pelo governo do estado, o racionamento ocorreu de março de 2020 a janeiro de 2022.

De forma generalizada, a estiagem atingiu as 16 principais bacias hidrográficas do Paraná, incluindo a Bacia Hidrográfica do Iguaçu. Com mais de 72 mil quilômetros quadrados, esta bacia cobre praticamente toda a fronteira do estado com Santa Catarina, estendendo-se da Região Metropolitana de Curitiba até a cidade de Foz do Iguaçu, onde o rio Iguaçu deságua no rio Paraná e onde estão as famosas Cataratas do Iguaçu.

Na porção conhecida como Alto Iguaçu, a área de cabeceiras onde está situada a nascente do Rio Iguaçu, na cidade de Curitiba, onde este rio se forma pela junção dos rios Atuba e Iraí, encontra-se o rio Miringuava. Localizada no município de São José dos Pinhais, que apresenta o segundo maior PIB do Paraná, a Bacia Hidrográfica do Miringuava é responsável pelo abastecimento de grande parte da população do município e ainda contribui para o abastecimento de cidades vizinhas, como Curitiba, Fazenda Rio Grande e Araucária.



Entre as principais atividades econômicas que dependem do abastecimento da bacia do rio Minguava, está um complexo produtivo agropecuário com forte participação da agricultura familiar. Composto em sua maioria por pequenas propriedades, em grande parte dedicadas à produção agrícola com foco na produção de hortaliças, esse complexo é essencial para a segurança alimentar da região. Vale mencionar que, dentre todos os 29 municípios da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), São José dos Pinhais é o maior fornecedor de hortifrutigranjeiros da CEASA de Curitiba, com destaque para a produção de repolho, batata-doce, acelga, agrião, brócolis e couve-flor.

Além da situação extrema da falta de água nas torneiras da população, sem água não há produção agrícola ou industrial. A água é o mais importante insumo para as tecnologias de produção através das diversas técnicas de irrigação e para os processos de beneficiamento de produtos. Por isso, garantir a qualidade e a quantidade de água do rio Minguava é essencial para o bem-estar da população e a manutenção da atividade econômica local.



# A ATUAÇÃO DO MOVIMENTO VIVA ÁGUA MIRINGUAVA

Para contribuir com a segurança hídrica e a adaptação às mudanças climáticas em um manancial estratégico para o abastecimento da Região Metropolitana de Curitiba, o movimento Viva Água trabalha em duas principais frentes: a conservação da natureza e o fomento ao empreendedorismo sustentável. O desdobramento das ações é direcionado pelo conceito de Soluções baseadas na Natureza (SbN). Em outras palavras, isso significa atuar a partir de soluções que consideram a conservação, a proteção, a restauração e/ou a gestão sustentável dos ecossistemas naturais (como florestas, campos naturais e áreas alagadas, por exemplo) para resolver desafios da sociedade de forma eficaz e versátil, gerando benefícios para o bem-estar humano e para a biodiversidade.

Ao longo prazo, o movimento visa promover a transformação da realidade socioeconômica e ambiental na Bacia Hidrográfica do Miringuava. Os benefícios dessa transformação transcendem os limites da bacia, alcançando não somente residentes locais, mas também moradores e agricultores do entorno, além das indústrias e sociedade abastecidas pela bacia do rio Miringuava.



# COMPROMISSOS DO MOVIMENTO VIVA ÁGUA



## CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

conservar e restaurar a vegetação natural da região em áreas estratégicas para potencializar o desenvolvimento econômico regional



## SEGURANÇA HÍDRICA

amenizar impactos nos períodos de estiagem e reduzir os custos com o tratamento da água



## EMPREENDEDORISMO SUSTENTÁVEL

fomentar o empreendedorismo de impacto socioambiental positivo como estratégia para diversificar as fontes de receita na região



## ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

ampliar a resiliência da bacia aos efeitos das mudanças climáticas e assim evitar potenciais perdas sociais e econômicas e aumentos de custos futuros para a comunidade e o setor produtivo

Como um movimento de longo prazo e que busca na própria natureza a solução para importantes problemas socioeconômicos e ambientais, o movimento Viva Água assume, até 2030, quatro grandes metas:

- Recuperar 650 hectares de áreas estratégicas para a disponibilidade hídrica;
- Conservar 1,5 mil hectares de áreas naturais mediante mecanismos financeiros;
- Fomentar a produção agricultura sustentável em 500 hectares;
- Apoiar 30 negócios de impacto socioambiental positivo.

# Segurança hídrica: por que a Região Metropolitana de Curitiba deve se preocupar?

A existência de 3,7 milhões de habitantes e a forte presença de indústrias concentradas em uma região de cabeceiras<sup>1</sup> (área de nascentes de rios) trazem para a Região Metropolitana de Curitiba uma preocupação constante com o abastecimento de água. Em 2020, o Instituto Água e Terra (IAT) apontava a região em situação muito crítica, ao relacionar a demanda com a disponibilidade hídrica, indicando um déficit de quase 1.000 m<sup>3</sup> de água/habitante/ano (considerando a produção hídrica do Alto Iguaçu).

De acordo com a SANEPAR, a demanda média de água na Grande Curitiba foi projetada em 8,9 mil litros/segundo em 2021 (com picos de 10,5 mil litros/segundo). Por outro lado, conforme o “Relatório de conjuntura dos recursos hídricos do estado do Paraná” produzido pelo Instituto Água e Terra, a oferta total de água do sistema era de 9,4 mil litros/segundo em 2020.

A comparação entre oferta e demanda de água não deixa dúvidas que a região vive um estresse hídrico, com um sistema de abastecimento em uma situação de delicadíssimo

<sup>1</sup> As regiões de cabeceiras de bacias hidrográficas são compostas principalmente por rios com vazões pequenas que podem demandar reservação de água para regularização das vazões.



equilíbrio. Qualquer pequena alteração causada no sistema, seja pelo aumento do consumo, seja pela diminuição da oferta de água disponível, irá gerar escassez de recursos hídricos para a população local e seu setor produtivo.

A esta grave situação de baixa disponibilidade hídrica soma-se à crescente degradação da qualidade da água do Alto Iguaçu e de seus tributários. Os dados de monitoramento dos rios do Alto Iguaçu no período de 2010 a 2018 indicam que a qualidade das águas vem se deteriorando em função do adensamento populacional e do expressivo lançamento de efluentes domésticos e industriais. A maior parte dos rios da bacia do Alto Iguaçu tem qualidade ruim, que não atendem aos parâmetros das classes 3 ou 4 da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Infelizmente, as alterações que ameaçam a Bacia Hidrográfica do Miringuava são muitas, e expressivas. Hoje, a bacia se encontra em uma situação de encruzilhada para continuar sendo um manancial de água de qualidade e quantidade adequadas, e, ao mesmo tempo, manter a produção agrícola e expandir sua área urbana. Nesse contexto, inúmeros fatores ameaçam a estabilidade do sistema, em especial os relacionados à expansão socioeconômica desordenada e à mudança do clima.

## Expansão socioeconômica

A pressão da ocupação urbana sobre áreas de mananciais é crescente, sendo que 20% do total da população da Região Metropolitana de Curitiba (aproximadamente 750 mil pessoas) reside nessas áreas. Há ocupação de encostas, áreas de várzea e áreas de preservação permanente, que além de desrespeitarem a legislação ambiental, contribuem para o risco hidrológico, e trazem riscos para os próprios moradores destas áreas.

A intensificação da produção agrícola e industrial aumenta a demanda por recursos hídricos e, conseqüentemente, o risco de desabastecimento de água. A ocupação desordenada do solo, aliada à sua impermeabilização e à redução da sua cobertura vegetal reduz a recarga dos aquíferos e aumenta o risco de erosão dos solos, que levam mais sedimentos para os rios da região, aumentando sua turbidez e podendo resultar em assoreamento de rios e reservatórios. Da mesma forma, a produção, o transporte e o descarte inadequado de resíduos e materiais perigosos (como agroquímicos) também contribuem para a piora da qualidade da água disponível, bem como aumento de seus custos de tratamento.

Na Bacia Hidrográfica do Miringuava a situação não é diferente. Atualmente, ela sente os reflexos do uso e da ocupação pouco sustentável do solo, com efeitos cumulativos que podem afetar todos os atores da bacia e do município de São José dos Pinhais, além da população de municípios vizinhos.

Embora a região abrigue produção rural de alta performance (principalmente horticultura), com sistema produtivo intenso e diversificado, não necessariamente essa atividade ocorre com respeito aos limites naturais e às normas ambientais. As práticas de agricultura sem manejo adequado do solo e com uso excessivo de agroquímicos potencializam os processos erosivos, aumentam a quantidade total de sedimentos e poluentes nos rios da bacia e prejudicam a qualidade da água.



## Expansão socioeconômica na bacia do rio Miringuava



## Mudança do clima

Às ameaças da expansão socioeconômica sem ordenamento na região de São José dos Pinhais soma-se o aumento dos riscos para os recursos hídricos decorrentes da mudança do clima. As evidências científicas apontam que as consequências do desequilíbrio climático já são sentidas pela sociedade na forma de escassez hídrica ou de chuvas torrenciais cada vez mais intensas e destrutivas.

Como já mencionado, o Paraná vivenciou sua pior seca dos últimos 111 anos<sup>2</sup>. Essa estiagem extrema pode estar relacionada ao aquecimento contínuo da atmosfera, que está alterando fortemente os componentes do ciclo hidrológico e intensificando eventos hidrológicos extremos, que ameaçam populações e atividades econômicas ao redor do globo. Este quadro de vulnerabilidade climática vem agravando-se ainda mais devido à deterioração de ambientes naturais, que justamente oferecem serviços ecossistêmicos que possibilitam uma condição de maior resiliência dos recursos hídricos aos riscos climáticos.

Além da alteração no regime de chuvas, a mudança do clima deve impactar a temperatura da Região Metropolitana de Curitiba. Em 2020, o estudo “Avaliação de Riscos Climáticos da Cidade de Curitiba”, realizado a pedido da prefeitura local, projetou um aumento de até **4°C na temperatura média** da região, no período entre 2020 e 2099<sup>3</sup>.

Esse aumento de temperatura altera, naturalmente, o regime de chuvas. Apesar do mesmo estudo não ter verificado uma tendência específica de aumento ou de diminuição do volume total de precipitações no futuro, ele concluiu que ocorrerá uma maior incidência de anos com chuvas muito acima da média histórica, porém concentradas em curtos espaços de tempo. Muita chuva em pouco tempo é o cenário ideal para a ocorrência de eventos extremos de tempestades, com potencial para provocar enchentes, inundações, enxurradas e alagamentos. Também se projeta a ocorrência de um maior número de dias consecutivos sem chuvas, o que deve tornar os períodos de estiagem mais frequentes e críticos.

Os fenômenos climáticos devem ter impactos severos sobre o sistema de abastecimento da região. Uma das maneiras de se enfrentar a mudança do clima são ações de adaptação dos ambientes para aumentar a sua resiliência frente às alterações que já impactam diversas regiões e suas atividades econômicas. Assim, a Bacia Hidrográfica do Miringuava precisa se adaptar às condições climáticas extremas para ter maior capacidade de resposta, de modo a minimizar impactos e manter o abastecimento adequado de água para seus usuários.

---

<sup>2</sup> Notícia do jornal Bem Paraná (28/05/21)

<https://www.bemparana.com.br/noticia/governo-alerta-para-a-pior-seca-em-111-anos-606#.YjsVgefMKUI>

<sup>3</sup> Avaliação de riscos climáticos da cidade de Curitiba - resumo executivo (Prefeitura de Curitiba, 2020)

## Alteração no regime de chuvas e suas consequências

### Períodos úmidos

*Chuvas acima da média histórica, concentradas em curtos espaços de tempo*

Grandes volumes de escoamento superficial

Aporte de sedimentos aos rios e reservatórios

Aumento de uso de produtos químicos para controle de turbidez e eliminação de nutrientes

Possível interrupção da captação de água até que níveis de turbidez baixem

### Períodos secos

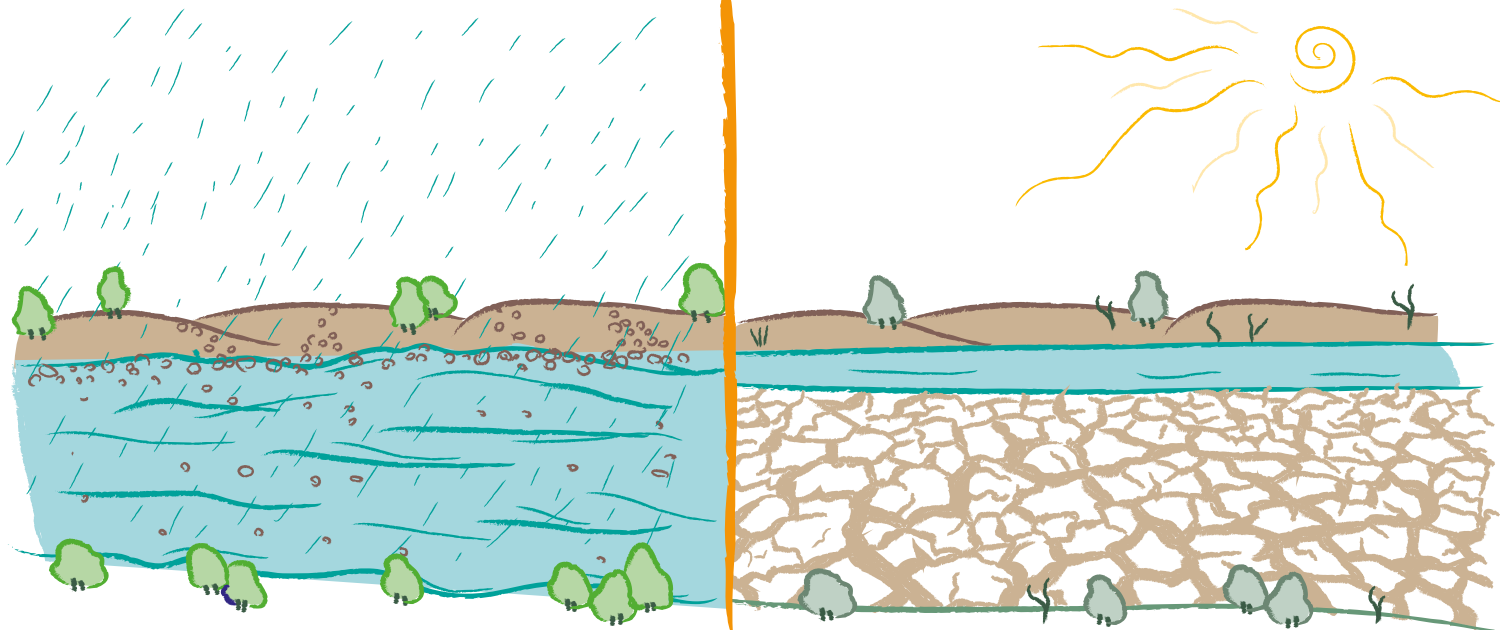
*Mais dias consecutivos sem chuvas, com períodos de estiagem mais frequentes e críticos*

Redução da disponibilidade hídrica

Procedimentos radicais de controle de consumo de água

Necessidade de adição de novos mananciais aos sistemas produtores

Construção de mais barragens para regularização de vazões



# Natureza: a solução que já está aqui

Dentre as inúmeras funções da natureza, destaca-se o papel desempenhado pela vegetação e pelo solo para manter o equilíbrio do ciclo hidrológico. Na gestão dos recursos hídricos, a vegetação nativa e os solos bem conservados melhoram a infiltração da água das chuvas, proporcionam maior disponibilidade hídrica em períodos de estiagem e amenizam o impacto de chuvas intensas sobre rios e lagos, reduzindo a intensidade de cheias.

No entanto, nem sempre a vegetação e o solo estão conservados para prestar esse serviço adequadamente. A degradação da natureza, a expansão socioeconômica e a mudança do clima são alguns fatores que afetam o funcionamento dos ecossistemas, mas que podem ser trabalhados por meio de Soluções baseadas na Natureza (SbN). A aplicação deste conceito é a proposta do movimento Viva Água para a Bacia Hidrográfica do Miringuava.

Em março de 2022, a Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEA-5) publicou definição para as Soluções baseadas na Natureza. São **“ações para proteger, conservar, restaurar, utilizar e gerir de forma sustentável ecossistemas naturais ou modificados terrestres, de água doce, costeiros e marinhos, que enfrentem os desafios sociais, econômicos e ambientais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente bem-estar humano, serviços e resiliência dos ecossistemas e benefícios para a biodiversidade”**.

Soluções fundamentadas na proteção e na recuperação da vegetação nativa e dos solos promovem melhorias na qualidade de água para os ecossistemas e populações humanas, por meio de processos de filtragem natural de sedimentos, nutrientes e outros poluentes. Elas igualmente contribuem para a resiliência de paisagens urbanas, rurais ou naturais, por permitirem a adaptação desses ambientes aos eventos climáticos extremos.

Essa é justamente uma das grandes vantagens da utilização de SbN para a gestão dos recursos hídricos. Uma única intervenção pode trazer múltiplos benefícios, o que as torna versáteis, por atacarem diferentes problemas, além de serem economicamente viáveis. Uma SbN, por exemplo, pode muitas vezes colaborar simultaneamente para a melhoria da quantidade e da qualidade de água, ao mesmo tempo, em que diminui riscos gerados pela mudança do clima.



Apesar dos benefícios, as Soluções baseadas na Natureza ainda são pouco implantadas nas bacias hidrográficas brasileiras. Um dos principais motivos é a persistência de dúvidas sobre seu grau de eficiência para o aumento da segurança hídrica. Para responder de maneira convincente a tais indagações, é importante que sejam obtidos exemplos locais e concretos dos benefícios que as SbN podem prover para o equilíbrio dos recursos hídricos.

Para comprovar os benefícios de SbN para a manutenção dos serviços prestados pela Bacia Hidrográfica do Miringuava, os estudos realizados pelo movimento Viva Água, detalhados nos próximos capítulos, demonstram que o aumento da vegetação natural pode ampliar a disponibilidade hídrica nos mananciais da Região Metropolitana de Curitiba. Eles também apontam que iniciativas de conservação e de recuperação de vegetação natural e de solos em mananciais dessa região, podem gerar impactos positivos adicionais sobre a qualidade de água para abastecimento público, além de contribuir com a adaptação e mitigação da mudança do clima.

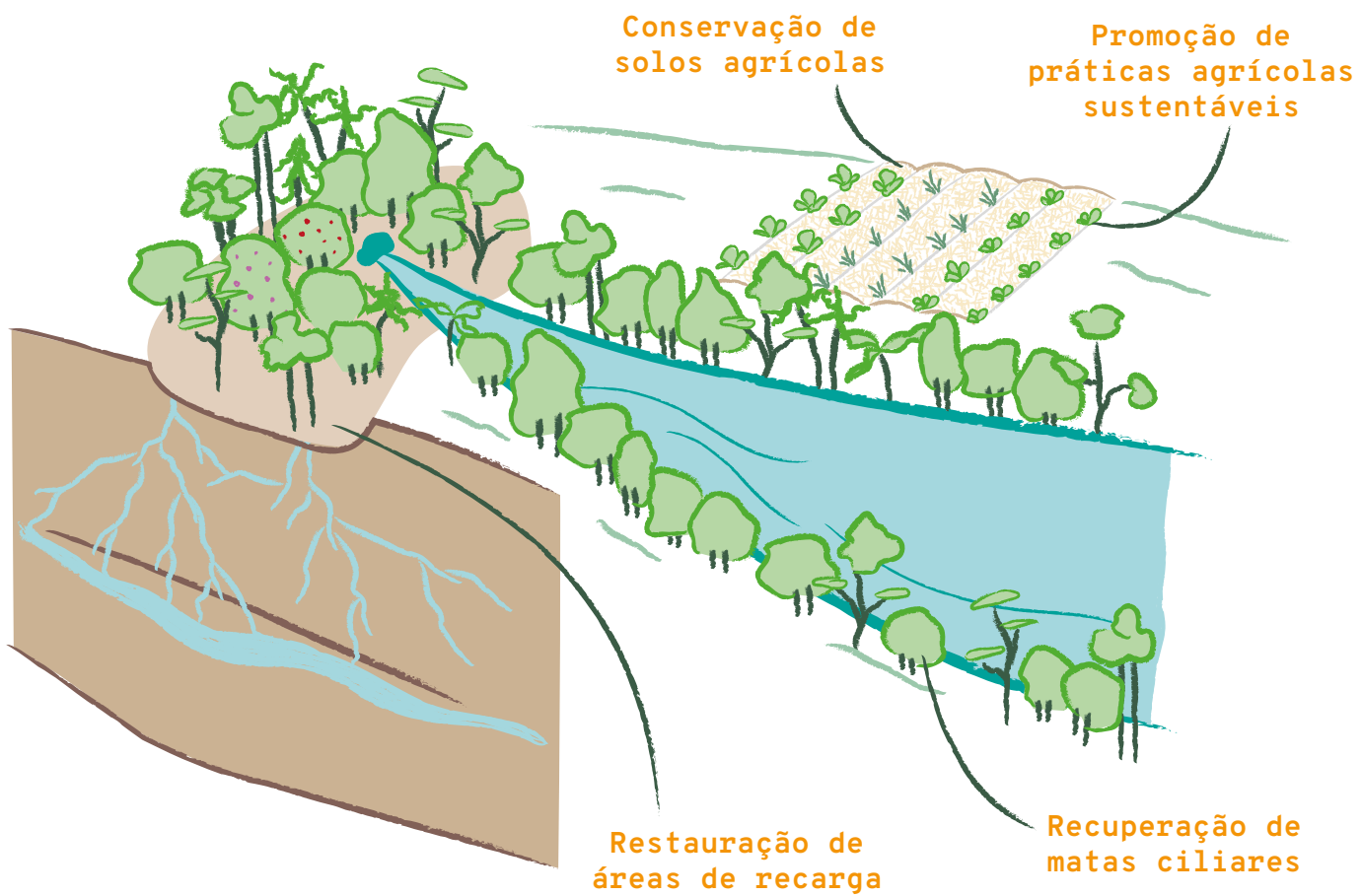
## Soluções baseadas na Natureza: nova vida para o rio Miringuava

Mas, afinal, quais são as Soluções baseadas na Natureza que o movimento Viva Água pretende implementar na bacia hidrográfica do Miringuava?

Tratam-se de ações de conservação e de recuperação de vegetação nativa que trarão inúmeros benefícios para o manancial.

Uma das principais ações é restaurar a vegetação nativa para aumentar a permeabilidade de solos, favorecendo a infiltração das águas pluviais e a diminuição do escoamento superficial intenso, indutor de enchentes, inundações, enxurradas, alagamentos, perda de solos e assoreamentos. Da mesma forma, a conservação de remanescentes naturais garante a manutenção destes serviços da natureza.

As intervenções irão ocorrer em áreas estratégicas para a disponibilidade hídrica como Áreas de Preservação Permanente (APP), locais sujeitos à erosão e a enchentes, regiões de recarga hídrica, áreas de produção agrícola, entre outras, com o objetivo de aumentar a resiliência climática desta bacia estratégica para o Sistema de Abastecimento de Água Integrado de Curitiba e Região Metropolitana (SAIC). Entre as intervenções planejadas estão:



### **Recuperação de matas ciliares**

As matas ciliares (vegetação natural do local que margeia os rios) proporcionam a redução da exportação de poluentes para corpos d'água, por meio da “captura” de sedimentos, nutrientes e contaminantes transportados pelo escoamento superficial antes que eles alcancem a água. Assim, a recuperação dessa vegetação ao longo do rio Miringuava funciona como um “filtro natural”, garantindo uma maior retenção de sedimentos e outros poluentes que de outra forma seriam despejados nos rios da bacia.

### **Conservação de solos agrícolas**

Um solo agrícola saudável e que está protegido por uma cobertura constante, está mais apto a infiltrar as águas das chuvas, e assim reduzir o escoamento superficial intenso, que além de causar o aporte de sedimentos aos rios da bacia, também ocasiona enchentes. Manter ou aumentar a infiltração no solo agrícola da região da bacia hidrográfica do Miringuava melhora a capacidade de armazenamento de água no solo.

### **Restauração de áreas de recarga**

As áreas de recarga são locais da superfície terrestre que possibilitam a infiltração e o abastecimento de lençóis freáticos e aquíferos subterrâneos. A restauração ecológica dessas áreas, com a recuperação de vegetação nativa, proporciona uma melhor performance nos processos de infiltração da água da chuva e percolação pelo perfil de solo e rochas, quando comparadas a áreas com usos antrópicos. Essa intervenção gerará aumento dos fluxos subterrâneos e do armazenamento de água nos solos, melhorando os sistemas de infiltração e reabastecimento naturais das bacias locais.

### **Promoção de práticas agrícolas sustentáveis**

O fomento às boas práticas de manejo de solo e de cultivo, beneficiam a manutenção ou incremento da infraestrutura natural. Um exemplo é a geração de benefícios quando os produtores rurais passam a adotar o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) em detrimento do sistema de plantio convencional. Estima-se uma redução de custos de produção da ordem de 50% para hortaliças no sistema proposto, independente da cultura. Esse parâmetro engloba o efeito de um vasto conjunto de modificações no sistema de cultivo, incluindo a economia de custos na irrigação. Essas práticas são essenciais para a adaptar o ambiente às mudanças do clima, fortalecendo sua resiliência frente a eventos extremos.

Com base nos estudos realizados, o movimento Viva Água traçou uma estratégia de implementação de Soluções baseadas na Natureza no manancial do rio Miringuava que devem proporcionar múltiplos benefícios para o aumento da segurança hídrica da bacia e sua adaptação à mudança do clima. As intervenções do movimento trarão ganhos em termos de quantidade e qualidade de água, que se somam ao aperfeiçoamento na provisão de água para abastecimento público com a instalação da nova Barragem do Miringuava pela SANEPAR, que irá otimizar o armazenamento e apoiar a regulação do ciclo hidrológico da bacia.

O conjunto de atividades a serem promovidas pelo movimento Viva Água deverão desencadear modificações de regulação no regime de vazão do rio Miringuava e sobre o aporte de sedimentos aos rios e reservatório - efeitos hídricos positivos sob o ponto de vista quali-quantitativo das águas. Por meio de modelagem dos serviços ecossistêmicos, foi desenvolvida, no âmbito do movimento, uma análise dos benefícios das intervenções planejadas, que concluiu que:

### **SbN melhoram o armazenamento natural de água na bacia**

As SbN propostas devem aumentar de 2,2 até 2,7 milhões de m<sup>3</sup> por ano de água infiltrada no solo.

As Soluções baseadas na Natureza propostas pelo movimento Viva Água no tocante à conservação de solos e à conservação e recuperação de vegetação natural, aumentarão a resiliência hídrica do manancial frente a situações futuras de estiagem.

### **SbN reduzem a sedimentação de rios e do reservatório do Miringuava**

As SbN propostas devem reduzir de 47% a 56% o aporte de sedimentos para os rios e reservatório do manancial.

As Soluções baseadas na Natureza, propostas pelo movimento Viva Água, associadas às ações de compensação ambiental da SANEPAR em função das obras da barragem, reduzirão substancialmente o aporte de sedimentos à rede de drenagem do manancial, tanto em cenários de redução de chuvas como de aumento de precipitações.

Sob a ótica socioeconômica, a ausência das intervenções de Soluções baseadas na Natureza propostas pelo movimento Viva Água pressupõe a continuidade das práticas produtivas pouco sustentáveis e pouco inovadoras. Estas são características que vêm marcando a região nas últimas décadas, e que colocam em risco a quantidade e a qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Miringuava. Os estudos apresentados no próximo capítulo, atestam, que se nada for feito e um cenário sem as ações propostas pelo movimento for mantido, haveria um aumento evitável de até 20% na sedimentação do rio Miringuava e a redução dos fluxos subterrâneos diminuiria drasticamente as recargas dos lençóis freáticos para os rios da bacia, com impactos negativos principalmente nas vazões de estiagem.

# SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: O QUE SÃO?

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios que a sociedade obtém, direta ou indiretamente, da natureza. Desde a década de 70, cientistas já apontavam o papel fundamental da natureza para as atividades humanas, chamando a atenção a respeito da dependência econômica em relação ao capital natural. Os serviços ecossistêmicos incluem:



serviços de provisão, tais como alimentos e água



serviços de regulação, tais como a regulação de inundações, secas, degradação do solo



serviços de suporte, tais como formação do solo e ciclagem de nutrientes



serviços culturais, como de lazer, espiritual, religioso e outros benefícios não materiais.

Na gestão dos recursos hídricos, a manutenção dos serviços ecossistêmicos é essencial para o funcionamento adequado das bacias hidrográficas. Estes serviços incluem o abastecimento de água doce, a regulação da qualidade da água, a mitigação das cheias, o controle da erosão e os serviços culturais relacionados à água. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a gestão integrada da água é um processo que promove o desenvolvimento e a gestão coordenada da água, das terras e dos recursos relacionados, de forma a maximizar o bem-estar social e econômico, resultante de modo equitativo e sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas vitais, buscando otimizar os benefícios que os serviços ecossistêmicos podem prover<sup>4</sup>.

Os serviços ecossistêmicos associados à vegetação nativa fazem com que essa vegetação funcione como uma “infraestrutura natural”. Estudos comprovam, por exemplo, que quanto maior a cobertura vegetal maior a resiliência das bacias na ocorrência de eventos extremos, seja de estiagem ou de precipitações acima da média.

---

<sup>4</sup> EMBRAPA, *Serviços ambientais favorecem a gestão de bacias hidrográficas*, [neste link](#).

Propriedade rural que recebeu 1,3 hectares  
de restauração florestal - março 2022.



# A ciência a favor do Miringuava

Para comprovar a efetividade das Soluções baseadas na Natureza (SbN), o movimento Viva Água conduziu dois estudos realizados pela consultoria Aquaflora Meio Ambiente em 2021, que comprovam os benefícios e a importância que a restauração ecológica e demais ações de conservação de áreas naturais e de solos agrícolas podem trazer para a Bacia Hidrográfica do Miringuava.

## Estudo 1: por que a vegetação natural favorece a disponibilidade de água?

Será que as áreas com maior cobertura vegetal ao longo dos cursos das águas são mais resilientes às secas sazonais? Será que a vegetação natural protege os rios durante as secas, garantindo um maior fluxo de água e consequentemente o abastecimento hídrico da região?

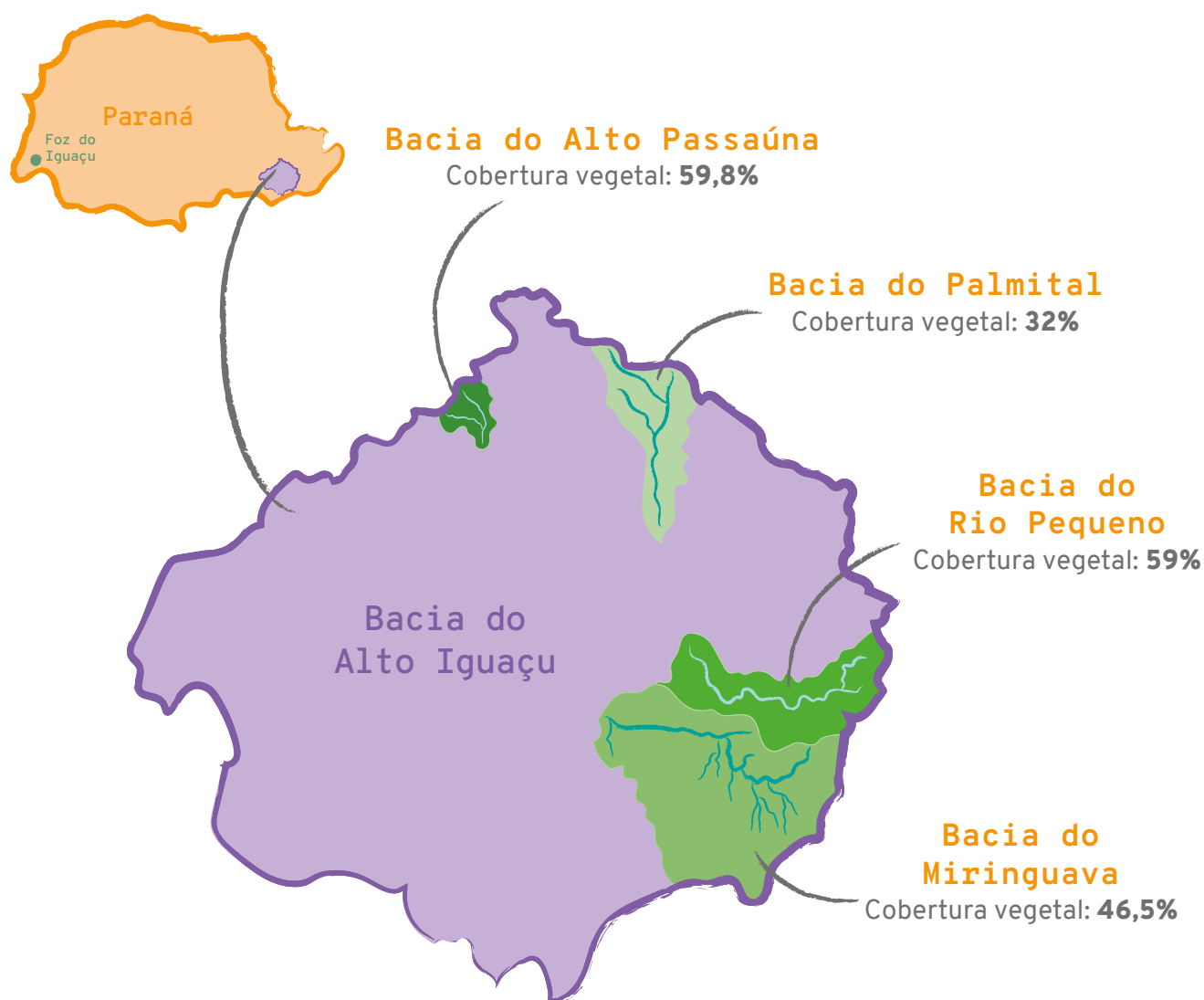
Para responder essas e outras perguntas o estudo realizado pelo movimento Viva Água comparou dados históricos de chuvas e vazões em quatro diferentes bacias do Alto Iguaçu, umas com maior cobertura vegetal e outras mais degradadas, incluindo a do rio Miringuava que foi considerada uma bacia em nível intermediário de conservação.

Em linhas gerais, o estudo pretendeu confirmar a seguinte hipótese: **bacias com maior cobertura de vegetação natural são mais resilientes a eventos de estiagem severa e conseguem garantir uma maior vazão mínima de água durante esse período. Isso comprovaria que o desmatamento das bacias causa alterações significativas nos regimes dos rios, o que compromete o abastecimento da população e uso da água pela agricultura e indústria.**

Entre as bacias analisadas, as áreas de drenagem mais preservadas são as do Passaúna (59,8% na sua porção de cabeceiras) e do rio Pequeno (59,0%). Em uma situação

intermediária de conservação da vegetação natural está a bacia do rio Miringuava (46,5%), enquanto a bacia do rio Palmital é a área mais desprovida de vegetação nativa (32,0% em 2012, último ano da série de dados de vazão diária).

Ao se analisar os dados de vazão e precipitação entre os anos de 1985 e 2020 (com exceção do rio Palmital, que dispõe de dados de vazão só até 2012), percebe-se que os valores de vazões mínimas parecem estar mais fortemente relacionados com os percentuais de cobertura vegetal natural do que com os volumes precipitados. Isso evidencia o papel da infraestrutura natural como um dos fatores determinantes de vazões mínimas na região do Alto Iguaçu. Para explicar a vazão mínima expressivamente mais alta observada para a bacia do rio Passaúna, a presença do aquífero Karst também pode ser entendida como uma fonte notável de alimentação de vazões de base.





### Passaúna

Cobertura vegetal (%)	59,8
Média Precip. (mm/mês)	124,26
Média Vazão mínima mensal (l/s/km <sup>2</sup> )	16,18
Média Precip. Meses mais secos (mm/2 meses)	94,84
Média Vazão mínima anual (l/s/km <sup>2</sup> )	14,20

### Pequeno

Cobertura vegetal (%)	59,0
Média Precip. (mm/mês)	141,80
Média Vazão mínima mensal (l/s/km <sup>2</sup> )	17,40
Média Precip. Meses mais secos (mm/2 meses)	110,29
Média Vazão mínima anual (l/s/km <sup>2</sup> )	11,52

### Miringuava

Cobertura vegetal (%)	46,5
Média Precip. (mm/mês)	139,41
Média Vazão mínima mensal (l/s/km <sup>2</sup> )	11,31
Média Precip. Meses mais secos (mm/2 meses)	107,02
Média Vazão mínima anual (l/s/km <sup>2</sup> )	7,15

### Palmital

Cobertura vegetal (%)	32,0
Média Precip. (mm/mês)	124,30
Média Vazão mínima mensal (l/s/km <sup>2</sup> )	8,87
Média Precip. Meses mais secos (mm/2 meses)	91,66
Média Vazão mínima anual (l/s/km <sup>2</sup> )	6,19

O estudo comprovou a hipótese de que **bacias com vegetação natural mais preservada são mais capazes de manter um fluxo de água regular**, mesmo durante épocas de estiagem. Ou seja, os rios em bacias mais vegetadas apresentam maior resiliência durante períodos de estiagens excepcionais, visto que suas vazões mínimas não se reduzem tanto nestes eventos críticos (em relação à média histórica), quando comparadas a bacias com menores índices de cobertura natural.

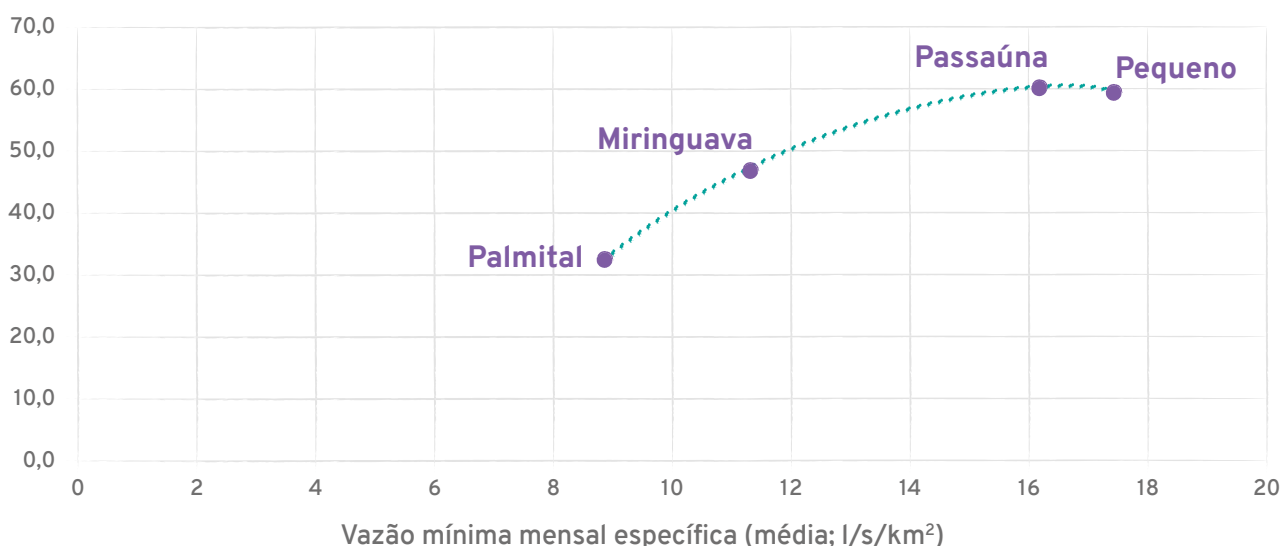
**Assim, o estudo indica que, quanto maior a cobertura relativa de vegetação natural em uma sub-bacia da bacia do Alto Iguaçu, maior deve ser a vazão do seu rio em épocas de estiagem, maior deve ser a regularidade de vazões mínimas ao longo dos anos, e menores devem ser as reduções das vazões mínimas em eventos mais extremos de seca, diminuindo os prejuízos para o abastecimento da população e do setor produtivo nos períodos de estiagem.**

Sendo assim, as intervenções de Soluções baseadas na Natureza planejadas pelo movimento Viva Água devem beneficiar a quantidade de água da Bacia Hidrográfica do Miringuava, garantindo um abastecimento contínuo mesmo em épocas de secas mais severas.

## Curva de relação entre cobertura vegetal natural e vazão mínima mensal

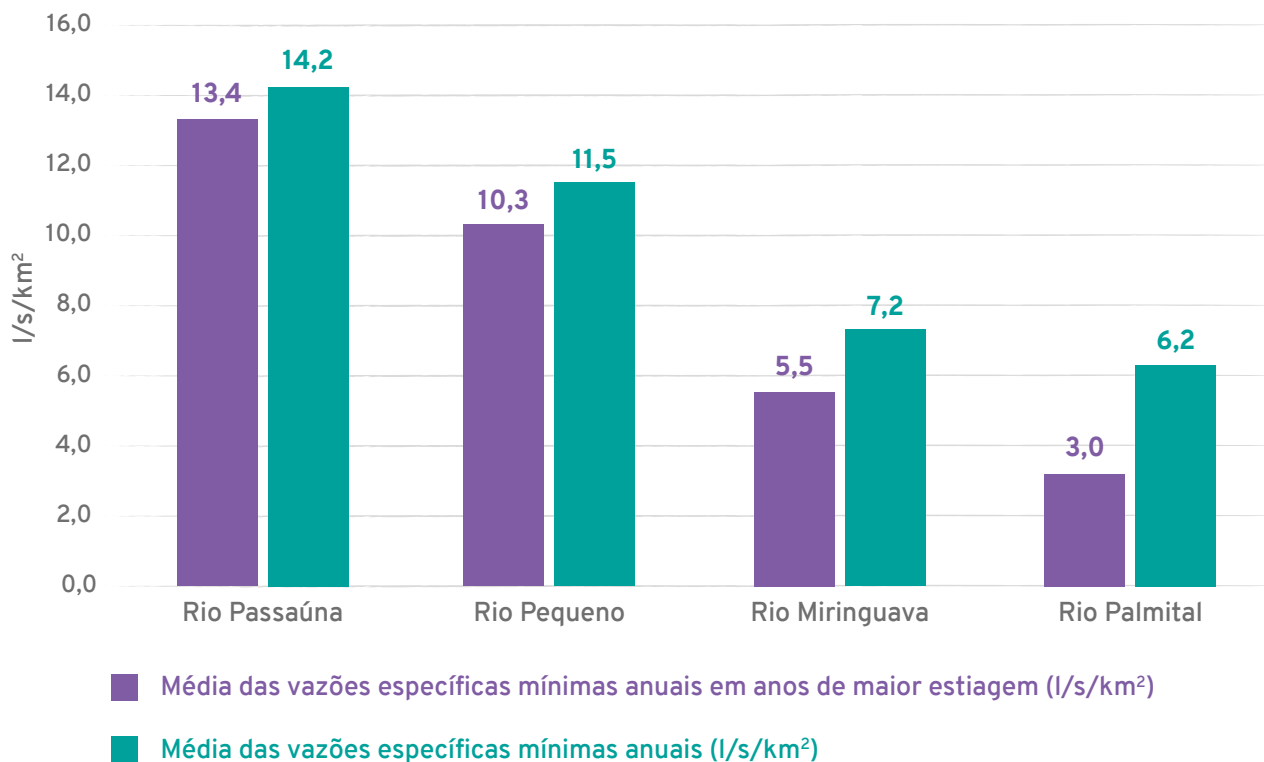
Cobertura vegetal natural - 2019 (%)

$$y = -0,4699x^2 + 15,535x - 68,866$$
$$R^2 = 0,9996$$





## Vazões específicas mínimas em anos de estiagens mais severas em comparação com a média de toda a série de vazões mínimas anuais



## Estudo 2: Como a natureza influencia a segurança hídrica

Será que as Soluções baseadas na Natureza podem realmente garantir a segurança hídrica do rio Miringuava? Será que soluções simples podem garantir o abastecimento de água adequado para a população, a agricultura e a indústria da região?

Para responder essas e outras perguntas, o movimento Viva Água conduziu um estudo para estimar potenciais benefícios hídricos e de armazenagem de carbono para o manancial do rio Miringuava, resultantes das Soluções baseadas na Natureza planejadas, bem como das ações de compensação da SANEPAR (relativas ao licenciamento ambiental da Barragem do Miringuava).

Com base no uso/cobertura da terra atual e nas condições climáticas recentes, o estudo construiu modelos de serviços ecossistêmicos para o manancial do rio Miringuava, a fim de caracterizar seu comportamento hidrológico e seu estoque de carbono. Em seguida, foram simulados cenários que já consideram as Soluções baseadas na Natureza a serem implementadas nas áreas prioritárias para restauração, conservação de remanescentes e conservação de solos agrícolas (ou em áreas de compensação ambiental via SANEPAR) e em nível ótimo de prestação de serviços ecossistêmicos (por exemplo, áreas para restauração foram simuladas como já tendo atingido estágio médio de desenvolvimento da vegetação). De forma integrada às mudanças de uso e cobertura da terra, foram simuladas também alterações nos regimes de precipitação, de modo a avaliar as consequências de um clima mais seco ou mais chuvoso para o comportamento dos serviços ecossistêmicos.

## ENTRE OS OBJETIVOS DO ESTUDO ESTÃO:

- Identificar áreas prioritárias no manancial do rio Miringuava, para incremento ou manutenção de serviços ecossistêmicos hídricos e aumento de resiliência climática;
- Quantificar a potencial redução de impactos ocasionados pelas mudanças do clima sobre o regime hídrico e sobre a produção de sedimentos da bacia, proporcionadas pela conservação da vegetação existente e restauração de áreas prioritárias;
- Subsidiar com informações biofísicas uma análise econômica de custo-benefício das ações previstas para o movimento Viva Água, a fim de quantificar os benefícios potenciais da implementação de Soluções baseadas na Natureza para a melhoria da qualidade de água e para o aumento da disponibilidade hídrica no manancial do Rio Miringuava.

## ONDE INTERVIR?

O primeiro objetivo do estudo foi identificar áreas prioritárias para as intervenções no manancial do rio Miringuava. Entende-se por prioritárias as áreas onde a recuperação ou a manutenção da vegetação natural, bem como a implementação de boas práticas de manejo de solo agrícola, são mais necessárias para mitigação de impactos decorrentes de eventos extremos de chuva (que causam efeitos como enxurradas e enchentes, e elevada exportação de sedimentos). A recuperação ou conservação destes locais irá tornar a bacia mais resistente à mudança do clima amortecendo seu potencial de degradação em um regime de intensificação de eventos pluviométricos extremos.

Na mesma linha, buscou-se a identificação de regiões de maior aptidão para a provisão de serviços ecossistêmicos hídricos de infiltração e recarga, promovidos pela vegetação nativa e boas práticas de produção agropecuária, cuja conservação, recuperação, ou manejo de solos permita uma melhor performance relativa de armazenamento de água na bacia, compensando, mesmo que em parte, possíveis reduções de entrada de água no sistema por eventos de escassez hídrica.

Sendo assim, o estudo identificou porções de maior vulnerabilidade à mudança do clima ou de maior aptidão para aumento de resiliência climática. Elas apresentam as características conforme o infográfico abaixo.

## Áreas prioritárias para a intervenção de Soluções baseadas na Natureza



### Áreas de Preservação Permanente (APP) ciliares

As APPs ciliares, quando efetivamente cobertas por vegetação natural, desempenham uma função de “filtro natural” de sedimentos e nutrientes, reduzindo o aporte desses elementos aos corpos d’água. Essas áreas são estratégicas dentro de uma perspectiva de possível agravamento do processo de carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial, devido à possível ocorrência de chuvas de maior intensidade (em decorrência da mudança do clima). Em face ao possível aumento do carreamento de poluentes para os corpos d’água motivado por mudança do clima, o efeito de barreira que as matas ciliares desempenham se torna ainda mais necessário.



### Áreas de Preservação Permanente (APP) de nascentes

As APPs no entorno de nascentes são fundamentais para a regularidade dos fluxos hídricos, pois a “saúde ambiental” destes afloramentos de lençóis freáticos vai influenciar diretamente no regime de vazões dos rios. Se as tempestades no futuro se tornarem mais intensas pode haver aportes elevados e abruptos de sedimentos para as nascentes, eventualmente causando a obstrução do seu fluxo hídrico. Isto é especialmente importante nos períodos de estiagem (que podem ser mais frequentes e longos devido às mudanças do clima), quando nascentes que conseguem receber mais fluxos sub-superficiais de água (iniciados nos períodos chuvosos), principalmente por terem mais solos protegidos por vegetação natural ao seu redor, tem sua capacidade de “produzir água” menos comprometida.

### Áreas mais suscetíveis à erosão



Os terrenos de alta declividade e formados por solos de estrutura menos coesa são naturalmente mais vulneráveis à erosão. O aumento do potencial erosivo das chuvas, ocasionado por eventos de chuva torrencial mais frequentes e intensos (em consequência da mudança do clima), certamente aumentará os impactos na geração de sedimentos destas áreas, tornando-as prioritárias para ações de restauração e conservação. Face a este potencial impacto, a manutenção ou recuperação de vegetação natural ou de práticas de conservação de solo tornam-se imprescindíveis para aumentar a proteção das camadas superficiais do solo e para manter sua estrutura e permeabilidade.

### Áreas suscetíveis a enchentes



As regiões de planícies fluviais (aquelas próximas aos cursos de rios) são vulneráveis aos efeitos de aumentos repentinos de vazão causados por fortes tempestades. Isso ocorre por serem atingidas pela água que transborda lateralmente causando alagamentos e prejuízos associados. A conservação ou recuperação de várzeas (áreas úmidas) e de matas ciliares aumenta o potencial de retenção de água por estas áreas naturais, o que diminui alagamentos nas porções marginais aos rios e reduz as vazões de pico a jusante.

### Áreas de recarga de aquíferos

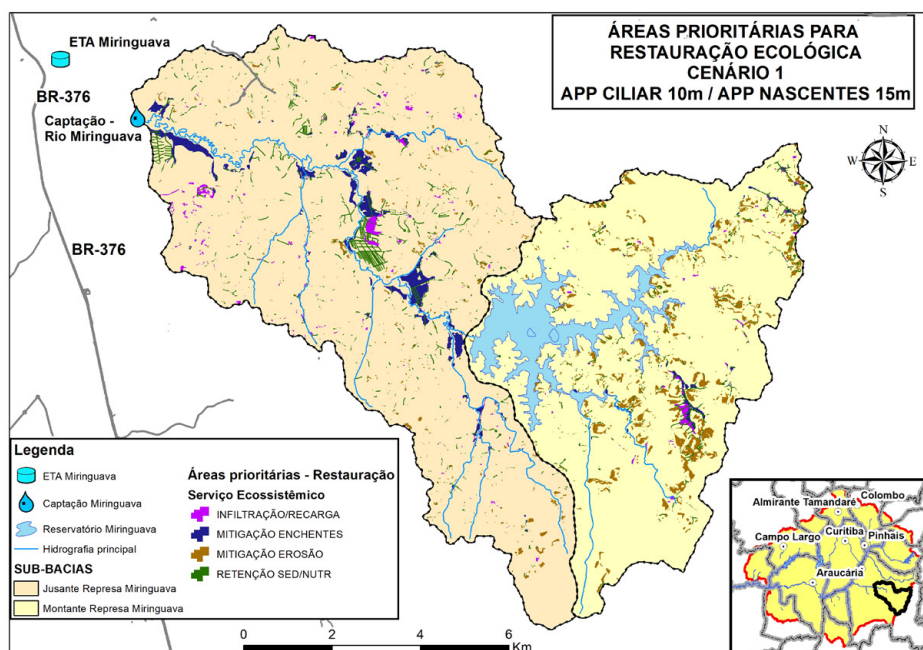


As áreas de recarga concentram características geológicas, de solos e de relevo mais favoráveis para infiltração da água da chuva no solo. Tais áreas são fundamentais para a manutenção dos lençóis freáticos que alimentam os rios em períodos de estiagem, e para a recarga dos aquíferos. A proteção destas áreas por vegetação natural se faz estratégica para maximizar a infiltração de água nos eventos de chuva, garantindo maior armazenamento de água nos solos e mais liberação de fluxos hídricos para os rios durante os períodos de seca.

Tendo os critérios para selecionar as áreas prioritárias definidos, o estudo analisou a região do manancial do Miringuava para identificar áreas onde a implementação de SbN pode atender mais eficazmente o incremento ou manutenção de serviços ecossistêmicos de pelo menos um destes objetivos:

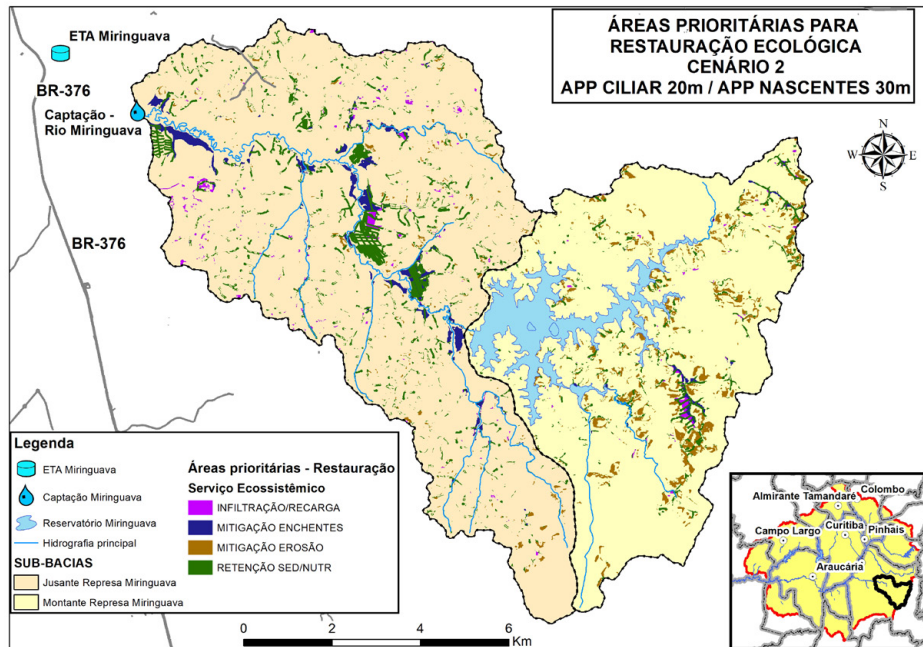
- Retenção de sedimentos e nutrientes (tendo como áreas foco as áreas marginais de nascentes e rios);
- Mitigação de erosão (em áreas com maior geração potencial de sedimentos, principalmente áreas mais declivosas);
- Mitigação de cheias (em áreas mais vulneráveis a estes fenômenos como as planícies próximas aos rios);
- Infiltração e recarga hídrica (áreas com condições de solo e relevo favoráveis para infiltração de água).

## Áreas prioritárias para restauração ecológica no cenário 1 (menos intensivo), discriminadas por serviço ecossistêmico predominante.

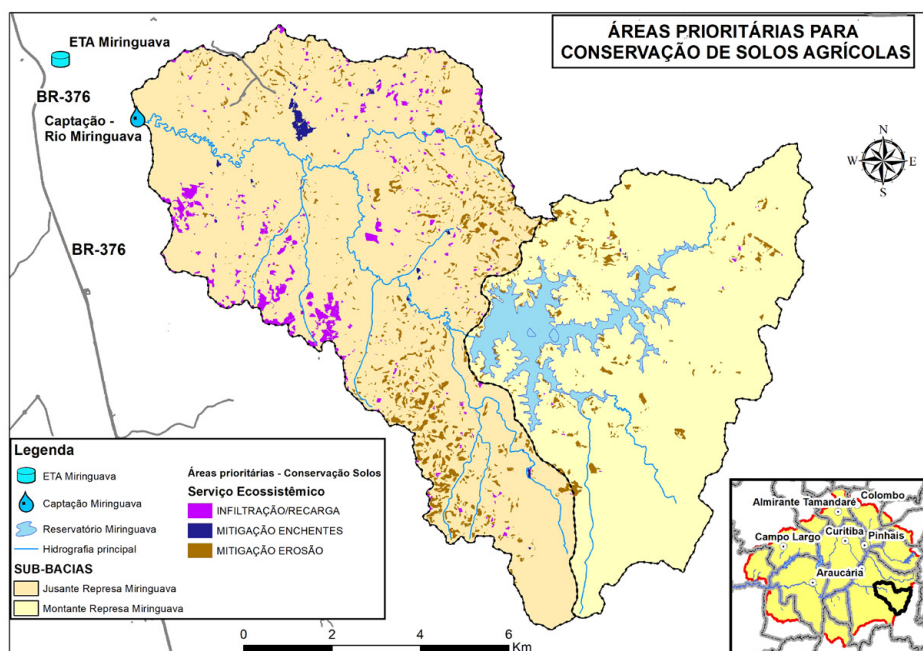




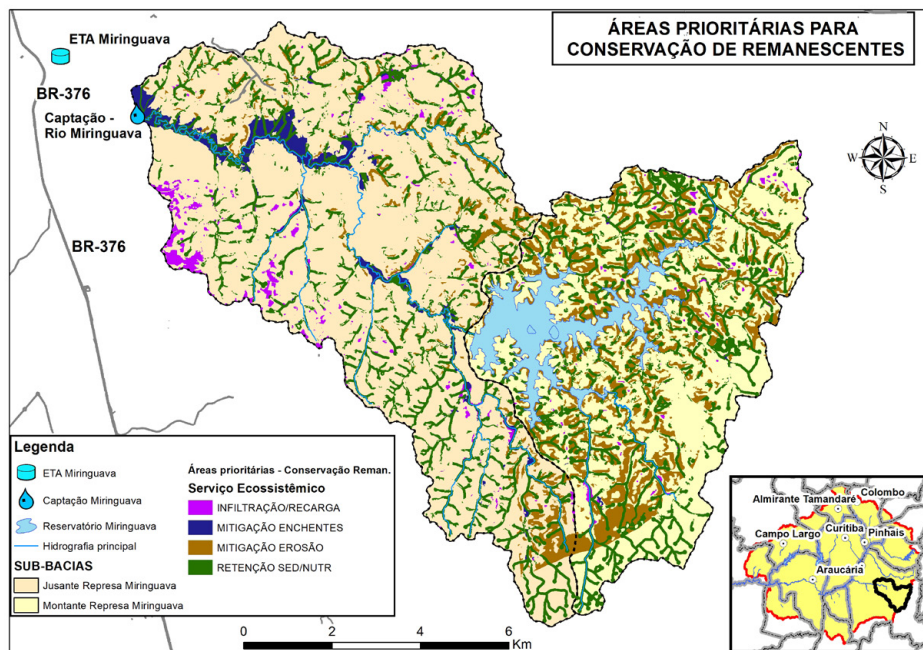
## Áreas prioritárias para restauração ecológica no cenário 2 (mais intensivo), discriminadas por serviço ecossistêmico predominante.



## Áreas prioritárias para conservação de solos agrícolas, discriminadas por serviço ecossistêmico predominante.



## Áreas prioritárias para conservação de vegetação nativa, discriminadas por serviço ecossistêmico predominante.



## COMO INTERVIR?

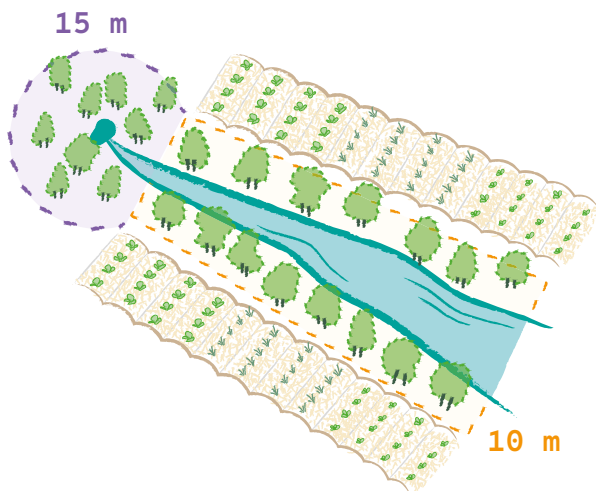
Para as intervenções planejadas pelo movimento Viva Água, como conservação de vegetação nativa, restauração ecológica ou conservação de solos agrícolas, foram construídos dois cenários considerando diferentes intensidades de atuação:

### Cenário de intervenção 1 (menos intensivo)

Faixas de recomposição de Áreas de Preservação Permanente:

10 m para margens de rios /  
15 m para entorno de nascentes

Ações de conservação de solos:  
práticas vegetativas (plantio direto)

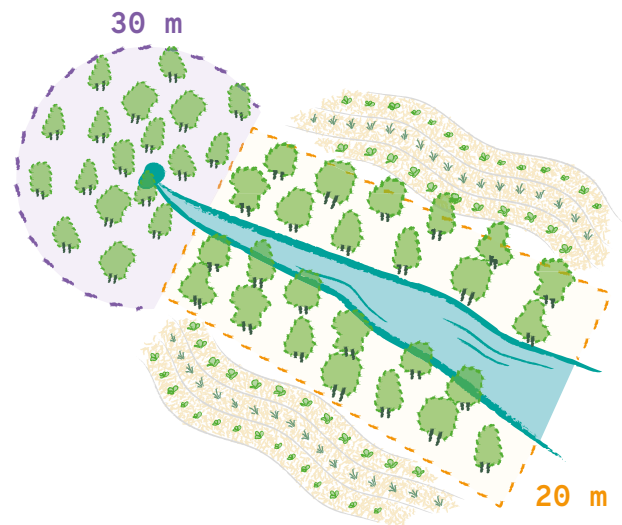


### Cenário de intervenção 2 (mais intensivo)

Faixas de recomposição de Áreas de Preservação Permanente:

20 m para margens de rios /  
30 m para entorno de nascentes

Ações de conservação de solos:  
práticas vegetativas (plantio direto) e mecânicas  
(plantio em curvas de nível e terraços)





A análise estabeleceu intervenções mínimas nas áreas identificadas para o alcance dos resultados esperados pelo movimento Viva Água. São elas:



**11.040,8**

hectares  
área total do manancial

## Extensão das intervenções propostas pelo movimento Viva Água e ações de compensação ambiental da SANEPAR

	Cenário de intervenção 1	Cenário de intervenção 2
 <b>Conservação de vegetação natural</b>		
Áreas prioritárias (movimento Viva Água)	3.427,0 ha	3.427,0 ha
Ações de compensação SANEPAR*	704 ha	704 ha
<b>Movimento Viva Água + SANEPAR**</b>	<b>3.739 ha</b>	<b>3.739 ha</b>
 <b>Restauração Ecológica</b>		
Áreas prioritárias (movimento Viva Água)	724 ha	903 ha
Ações de compensação SANEPAR*	195 ha	195 ha
<b>Movimento Viva Água + SANEPAR**</b>	<b>872 ha</b>	<b>1.046 ha</b>
 <b>Conservação de solos agrícolas</b>		
Áreas prioritárias (movimento Viva Água)	620 ha	620 ha

Porcentagem de ações de conservação de vegetação nativa em relação à área total do manancial (%)

Cenário 1 **33,9%**      Cenário 2 **33,9%**

Porcentagem de ações de restauração ecológica e conservação de solos em relação à área total do manancial (%)

Cenário 1 **13,5%**      Cenário 2 **15,1%**

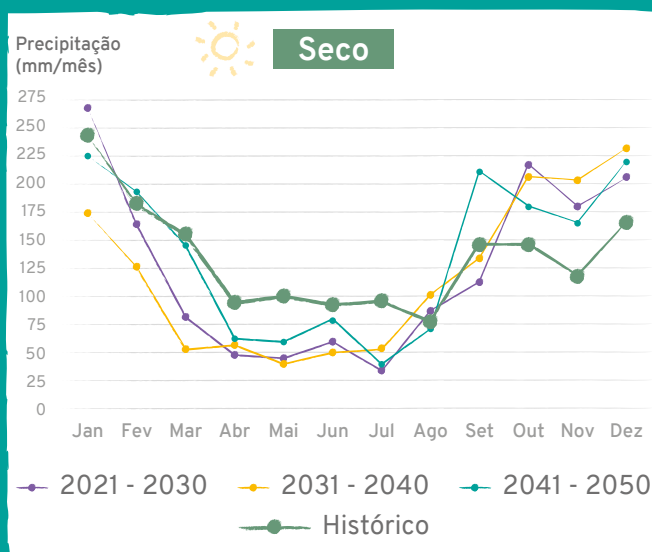
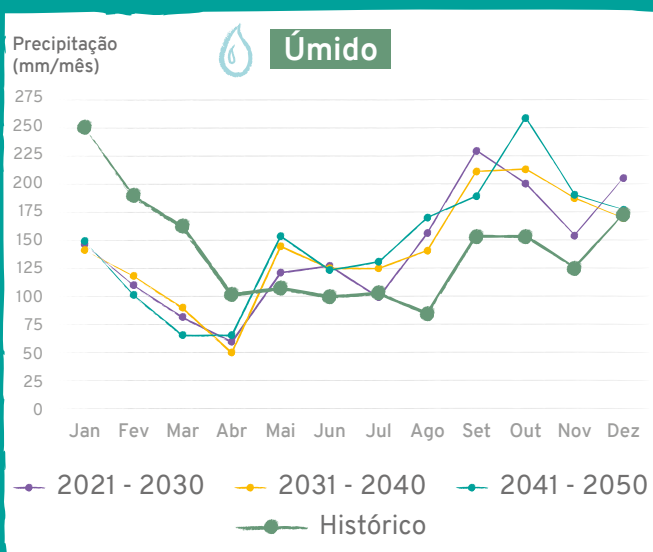
\* Foram contabilizadas somente as ações de compensação realizadas dentro dos limites do manancial do Miringuava.

\*\* Existem sobreposições entre as áreas das ações propostas pelo movimento Viva Água e aquelas previstas pela SANEPAR.



## Cenários climáticos para a Bacia Hidrográfica do Miringuava

O planejamento de ações de adaptação às mudanças do clima, com foco em segurança hídrica, requer a análise de cenários que representem diferentes alterações na média das precipitações. Como há um grande nível de incerteza sobre o futuro do regime de chuvas na região, os estudos encomendados pelo movimento Viva Água utilizaram dois cenários antagônicos de precipitação para a bacia do rio Miringuava, ilustrando tanto um ano atipicamente mais úmido, como um ano atipicamente mais seco.



O cenário futuro mais úmido, desenvolvido pelo Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), representado pelos resultados do modelo climático global CMCC\_CM.r1i1p1\_rcp45, prevê **incremento no total anual de precipitação de 21%**, podendo o aumento mensal ser de até 77% na quantidade de chuvas. Já o cenário futuro mais seco, desenvolvido pelo Max Planck Institute for Meteorology (MPIESM), representado pelos resultados do modelo MPI-ESM-MR.r3i1p1\_rcp 45, prevê uma tendência de estiagens mais fortes, considerando uma **redução no total anual de precipitação de 4%**, podendo a redução mensal ser de até 18%.

A análise de ambos os cenários não é favorável para a bacia. Enquanto o cenário mais seco traz riscos para o abastecimento por conta da escassez de chuva, o cenário mais úmido, no qual ocorrerão chuvas mais intensas em um curto espaço de tempo, poderá agravar o carreamento de sedimentos e poluentes para os rios da bacia, afetando a qualidade da água disponível.

Apesar de o cenário úmido projetar um incremento médio de 85 mm no volume precipitado anual para o período entre 2021 e 2050, 72% desse volume deverá ser precipitado em eventos extremos (dias em que a precipitação é maior que 35 mm), dificilmente gerando os benefícios de maior armazenamento de água que se esperaria caso esse mesmo volume adicional fosse mais bem distribuído. O cenário úmido apresenta um aumento de 37,5% na ocorrência de eventos de precipitação superiores a 75 mm/dia. Eventos assim, ao invés de representarem maiores disponibilidades hídricas, tem como consequência um acréscimo brusco no escoamento superficial. Esse resultado acaba favorecendo processos erosivos responsáveis pelo assoreamento e pela deterioração da qualidade da água, além de dificultar o armazenamento da água no subsolo. Em casos mais extremos, as chuvas intensas são a causa de desastres hidrológicos, como inundações, enxurradas e alagamentos.

Em ambos os cenários, os períodos de seca também tendem a se tornar mais frequentes. Mesmo no clima mais úmido, calcula-se que o período de vinte ou mais dias consecutivos sem chuva deve aumentar em 16% entre 2021 e 2050 (frente ao histórico de 1982 a 2019). Já no cenário seco, a ocorrência destes episódios sem precipitação aumenta em 188%. A maior probabilidade de períodos longos sem chuva representa uma ameaça à segurança hídrica da bacia, com prejuízos para o abastecimento público.



*Estação de Tratamento de Água do Miringuava em condições normais (28/05/2019)*



*Estação de Tratamento de Água do Miringuava após fortes chuvas (01/06/2019)*

*acervo Fundação Grupo Boticário*

**Assim, se conclui que tanto o cenário úmido quanto o cenário seco impactarão diretamente o abastecimento e a qualidade de água disponível na bacia, despertando para a necessidade de adoção de ações de adaptação.**



## POR QUE INTERVIR?

Considerando os cenários com diferentes níveis de intervenção, foram avaliados os benefícios futuros em termos de incremento de serviços ecossistêmicos hídricos e de captura de carbono, como a retenção de sedimentos originados pela erosão laminar, o aumento da infiltração e a redução do escoamento superficial, e a captação e armazenamento de carbono atmosférico, em diferentes cenários climáticos.

Como existe uma incerteza em relação às tendências futuras de precipitação na região da bacia do rio Miringuava, para a análise o estudo utilizou os dois modelos climáticos apresentados no quadro “Cenários climáticos para a Bacia Hidrográfica do Miringuava” – um com um quadro de maiores precipitações em relação ao histórico recente, outro com redução de precipitação em relação a este histórico de chuvas. Tendo esses modelos climáticos como base, foram analisados os benefícios dos dois cenários de intervenção construídos pelo movimento Viva Água e também um cenário “sem projeto” no qual as intervenções de Soluções baseadas na Natureza não seriam implementadas:





## Conservação de vegetação natural

	Uso da terra atual ("sem projeto")	Cenário de intervenção 1 (menos intensivo)	Cenário de intervenção 2 (mais intensivo)
	<b>5.747 ha</b> de florestas em estágio médio/avançado + <b>239 ha</b> de florestas em estágio inicial + <b>219 ha</b> de várzeas	<b>5.986 ha</b> de florestas em estágio médio/avançado + <b>219 ha</b> de várzeas	<b>5.986 ha</b> de florestas em estágio médio/avançado + <b>219 ha</b> de várzeas



## Restauração Ecológica

	Uso da terra atual ("sem projeto")	Cenário de intervenção 1 (menos intensivo)	Cenário de intervenção 2 (mais intensivo)
	-	<b>872 hectares</b>	<b>1.046 hectares</b>



## Conservação de solos agrícolas

	Uso da terra atual ("sem projeto")	Cenário de intervenção 1 (menos intensivo)	Cenário de intervenção 2 (mais intensivo)
	-	<b>620 hectares</b> com adoção de práticas agrícolas menos intensivas (ex. plantio direto)	<b>620 hectares</b> com adoção de práticas agrícolas mais intensivas (ex. plantio direto + terraços/curvas de nível)



Aumento de precipitação









Redução de precipitação

A análise considerou os três principais serviços ecossistêmicos (conforme tabela abaixo) que se pretende incrementar com as intervenções de Soluções baseadas na Natureza nas áreas prioritárias da Bacia Hidrográfica do Miringuava. Os resultados comprovam que em todos os casos, as intervenções propostas pelo movimento Viva Água, irão trazer benefícios não só para a comunidade e setor produtivo da região de São José dos Pinhais, com a garantia de frequência e qualidade de água no manancial do rio Miringuava, mas também para a população em geral com ações que contribuem para a captura de carbono e mitigação da mudança do clima, além de melhorarem as condições ambientais para conservação da biodiversidade local.

## SERVIÇO ECOSSISTÊMICO DE RETENÇÃO DE SEDIMENTOS

Estimativa da efetividade potencial das intervenções ambientais previstas em **mitigar os processos erosivos e reduzir o aporte de sedimentos** aos rios do manancial da bacia do Miringuava, com reflexos marcantes na forma de diminuição de níveis de turbidez e de assoreamento.

<p><b>Uso da terra atual</b> ("sem projeto")</p>	  	<p>Aumento na exportação de sedimentos na área total do manancial do Miringuava (<i>em relação ao clima atual</i>): <b>+ 20,3%</b></p> <p>Redução na exportação de sedimentos na área total do manancial do Miringuava (<i>em relação ao clima atual</i>): <b>- 4,4%</b></p>
<p><b>Cenário de intervenção 1</b></p>	  	<p>Redução na exportação de sedimentos na área total do manancial do Miringuava (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 46,5%</b></p> <p>Redução na turbidez da água (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 51%</b></p> <p>Redução na exportação de sedimentos na área total do manancial do Miringuava (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 46,5%</b></p> <p>Redução na turbidez da água (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 50%</b></p>
<p><b>Cenário de intervenção 2</b></p>	  	<p>Redução na exportação de sedimentos na área total do manancial do Miringuava (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 55,7%</b></p> <p>Redução na turbidez da água (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 61%</b></p> <p>Redução na exportação de sedimentos na área total do manancial do Miringuava (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 55,7%</b></p> <p>Redução na turbidez da água (<i>em relação a um cenário "sem projeto"</i>): <b>- 60%</b></p>



Aumento de precipitação



Redução de precipitação

## SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE REGULAÇÃO HÍDRICA

Estimativa da efetividade potencial das intervenções ambientais previstas em **reduzir o escoamento hídrico** superficial (água da chuva que não se infiltra e corre sobre o terreno, chegando mais rapidamente aos corpos d'água) e **aumentar o escoamento subterrâneo**, água que se infiltra e que alimenta lençóis freáticos (que por sua vez alimentam os corpos d'água superficiais, contribuição fundamental em épocas de pouca pluviosidade), ou que proporciona recarga de aquíferos subterrâneos.

### Uso da terra atual ("sem projeto")



Aumento no escoamento superficial na área total do manancial do Miringuava (*em relação ao clima atual*): **+ 36,4%**

Aumento no escoamento dos fluxos de água no subsolo na área total do manancial do Miringuava (*em relação ao clima atual*): **+ 68,0%**



Redução no escoamento superficial na área total do manancial do Miringuava (*em relação ao clima atual*): **- 4,9%**

Redução no escoamento dos fluxos de água no subsolo na área total do manancial do Miringuava (*em relação ao clima atual*): **- 11,8%**

### Cenário de intervenção 1



Incremento no escoamento dos fluxos de água no subsolo na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **+ 5,5%**

Redução no escoamento superficial na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **- 4,5%**



Incremento no escoamento dos fluxos de água no subsolo na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **+ 7%**

Redução no escoamento superficial na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **- 4,1%**

### Cenário de intervenção 2



Incremento no escoamento dos fluxos de água no subsolo na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **+ 6,9%**

Redução no escoamento superficial na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **- 6,1%**



Incremento no escoamento dos fluxos de água no subsolo na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **+ 8,6%**

Redução no escoamento superficial na área total do manancial do Miringuava (*em relação a um cenário "sem projeto"*): **- 5,6%**



Aumento de precipitação



Redução de precipitação

## SERVIÇO ECOSISTÊMICO DE CAPTURA DE CARBONO

Estimativa da efetividade potencial das intervenções ambientais previstas, em especial as práticas de **restauração ecológica** e de **plantio direto em áreas de cultivo de hortaliças**, na captura de carbono da atmosfera.

Uso da terra atual  
("sem projeto")



Estoque de Carbono (tC)  
**1,936 milhão**

Cenário de  
intervenção 1



Estoque de carbono (tC)  
**2,144 milhão**  
+ 11%

Cenário de  
intervenção 2



Estoque de carbono (tC)  
**2,173 milhão**  
+ 12%

 Aumento de precipitação

 Redução de precipitação

A análise dos benefícios dos serviços ecossistêmicos incrementados pelas Soluções baseadas na Natureza a serem implementadas pelo movimento Viva Água e pelas ações de compensação ambiental da SANEPAR permite concluir que:

### As SbN de restauração ecológica e de conservação de solos melhorarão o armazenamento natural de água na bacia

Ocorrerá um aumento da resiliência hídrica do manancial do rio Miringuava em potenciais situações futuras de redução de chuvas, pois devem favorecer o armazenamento subterrâneo de água, devido ao incremento da infiltração propiciado pela restauração ecológica e pela conservação de solo em áreas agrícolas;

- Em um cenário potencial de redução de precipitações, ocorreria uma redução do escoamento subterrâneo em todos os cenários futuros, mas esta perda seria quase quatro vezes menor (redução de 3,2%) no cenário mais intensivo de intervenções de SbN do que em um cenário "sem projeto" (redução de 11,8%);

- A restauração ecológica de 870 a 1.050 hectares na área de manancial do rio Miringuava, associada à conservação integral da vegetação natural atual e práticas de agricultura sustentável, poderia incrementar o escoamento subterrâneo em 7,0% a 8,6% (um acréscimo de 2,2 a 2,7 milhões de m<sup>3</sup>/ano).

Este acréscimo no armazenamento de água auxiliará de maneira significativa na recarga hídrica do rio Miringuava e de seus tributários. Considerando-se um consumo médio diário por domicílio de 422 litros por dia, conforme indicado no Plano Diretor do SAIC, **somente este potencial acréscimo na produção de água seria suficiente para abastecer de 14.300 a 17.500 domicílios durante um ano inteiro.**

### **As SbN de restauração ecológica e de conservação de solos irão reduzir a sedimentação de rios e do reservatório do Miringuava:**

Irá ocorrer uma redução substancial do aporte de sedimentos à rede de drenagem do manancial da bacia do rio Miringuava, tanto em cenários de redução de chuvas quanto de aumento de precipitações:

- Em um cenário potencial de redução de precipitações, a incorporação de SbN resultaria em uma diminuição de 47% a 56% na carga de sedimentos chegando aos corpos d'água da região, quando comparada com um cenário sem intervenções. Mesmo em um cenário de aumento no volume de chuvas da região, a retenção de sedimentos aperfeiçoada pela vegetação natural ampliada e por áreas agrícolas bem manejadas apresentaria os mesmos níveis de aumento de eficiência.
- Considerando-se o manancial como um todo, a redução da turbidez poderia chegar a até 60% em um clima mais seco e até 61% em um futuro mais chuvoso. Este expressivo controle natural do fluxo de sedimentos deve gerar benefícios na forma de baixos índices de turbidez das águas afluentes ao reservatório, além de redução expressiva do processo de sedimentação e assoreamento (proporcionando o aumento da vida útil do reservatório).

Assumindo que cada 1,5 tonelada de sedimentos retidos corresponde a um metro cúbico, em um período de 30 anos seria evitado o aporte de aproximadamente 71.500 a 85.700 m<sup>3</sup> de sedimentos, a depender do cenário de intervenções simulado. Considerando que uma caçamba de terra contém aproximadamente 5 m<sup>3</sup>, a quantidade de sedimentos que as ações do movimento evitariam que fossem aportada aos rios e reservatório do manancial poderia encher de 14.300 a 17.140 caçambas.



## O valor da natureza

Além da análise dos benefícios das Soluções baseadas na Natureza a serem implementadas pelo movimento Viva Água para garantir a qualidade e quantidade de água na Bacia Hidrográfica do Miringuava, foi conduzido um outro estudo para contabilizar o retorno socioeconômico das intervenções. Realizado em 2021 pela Kralingen Consultoria, o estudo “Análise de custo-benefício das ações de adaptação à mudança do clima previstas para o movimento Viva Água em São José dos Pinhais (PR)” teve como objetivo contabilizar economicamente as intervenções planejadas para a bacia.

Valorar a natureza não é tarefa simples. Afinal, quanto vale o abastecimento contínuo de água para suprir as necessidades da população e da produção agrícola e industrial? É sabido que a escassez hídrica traz prejuízos enormes para praticamente todos os setores, mas quanto investir para que a natureza aprimore os serviços ecossistêmicos e/ou os mantenha em pleno funcionamento? E qual é o retorno econômico dos benefícios gerados pela implantação das SbN?

Os benefícios são resultados das modificações socioeconômicas e ecossistêmicas desejadas, como a conservação e recuperação dos ecossistemas naturais da bacia, a transição para a agricultura sustentável e a promoção de empreendedorismo de impacto socioambiental positivo. Esta lista engloba benefícios de natureza direta, por exemplo, como a água de melhor qualidade que é captada pela companhia de abastecimento, ou menores custos de produção ao agricultor que adotar o sistema de plantio direto de hortaliças. Também faz parte destes benefícios a geração de externalidades positivas tais como a captura de carbono, a regulação hídrica e a maior regularidade no serviço de abastecimento industrial.



A identificação, quantificação e valoração desses benefícios foi segregada em dois grandes grupos: os benefícios socioeconômicos e os benefícios derivados de melhoria dos serviços ecossistêmicos. Para tanto, **a análise de custo-benefício realizou a valoração de 16 benefícios provenientes do movimento, agrupados em seis grandes categorias:**

1. agricultura sustentável;
2. retenção de carbono;
3. regulação hídrica;
4. retenção de sedimentos;
5. negócios sustentáveis; e
6. associativismo e cooperativismo.

Adicionalmente, foram consideradas as ações de compensação ambiental da SANEPAR, compondo um conjunto robusto de SbN para a Bacia Hidrográfica do Miringuava.

Considerando uma média entre os cenários de implementação do movimento Viva Água, apontados pelo estudo da Aquaflora Meio Ambiente, e os cenários de mudança do clima, os benefícios provenientes das intervenções propostas pelo movimento alcançam um total de R\$ 71,53 milhões em valor social presente líquido (VSPL)<sup>5</sup>. O gráfico abaixo apresenta os benefícios que se espera obter com o movimento Viva Água (VSPL médio entre os cenários de implementação e climáticos).

<sup>5</sup> O Valor Social Presente Líquido (VSPL) é resultado da somatória dos benefícios ao longo de um fluxo de benefícios projetado para 30 anos, trazido a valor presente (ou seja, a um valor único e comparável a qualquer outra alocação de recursos no presente) pela taxa social de desconto (TSD) de 8,5% ao ano. Essa taxa é recomendada pelo Ministério da Economia para avaliações socioeconômicas de custo-benefício. Os custos do movimento Viva Água também foram trazidos a VSPL pela mesma taxa, permitindo comparar ambos os valores sob a mesma base monetária, produzindo a relação benefício/custo.

## Benefícios do movimento Viva Água

Valores sociais presentes líquidos médios entre os cenários de implementação e climáticos

Maior disponibilidade hídrica para a população

R\$ 3,9 milhões

Maior disponibilidade hídrica para a indústria

R\$ 1,6 milhões

Maior disponibilidade hídrica para o comércio

R\$ 2,4 milhões

Maior disponibilidade hídrica para a agricultura

R\$ 2,1 milhões

Redução de custos com produtos químicos no tratamento de água

R\$ 4,5 milhões

Redução de custos com disposição de lodo de tratamento de água

R\$ 540 mil

Redução de custos com dragagem para captação de água

R\$ 511 mil

Redução de prejuízos com enxurradas

R\$ 549 mil

Produção agrícola de maior rendimento e menores custos

R\$ 16,8 milhões

Maior tecnologia agrícola e novos mercados

R\$ 9,1 milhões

Produção cooperada de maior rendimento e valor agregado

R\$ 2,1 milhões

Novo perfil produtivo agrícola com agregação de valor

R\$ 2,7 milhões

Novos negócios de impacto gerados na BHM

R\$ 1,8 milhões

Aceleração de negócios sociais de impacto

R\$ 1,8 milhões

Turismo rural com sustentabilidade

R\$ 3,1 milhões

Retenção de carbono

R\$ 17,9 milhões

Resultado do fluxo projetado de 30 anos:

R\$ 71,53 milhões



A dificuldade - e justificativa - deste estudo está em quantificar tais ganhos sob o ponto de vista econômico, afinal, muitos dos benefícios trazidos pelo movimento Viva Água, associados às ações de compensação ambiental da SANEPAR, não são facilmente identificados. Isso acontece, pois estes advêm de resultados ecossistêmicos e de mudanças em padrões sociais de avanço lento que são refletidos em modificações difusas, mas não por isso menos relevantes quando analisadas em seu conjunto. Diversos dos benefícios das SbN não são transacionados a mercado, pois uma melhor qualidade da água no rio Miringuava, por exemplo, não é prontamente comercializada e não tem valor de mercado - embora tenha valor econômico.

## Valoração dos benefícios socioeconômicos

As ações de cunho socioeconômico do movimento Viva Água pretendem potencializar oportunidades de negócio vinculadas ao ambiente mais saudável e sustentável a partir da construção de capacidades e desenvolvimento de um ecossistema de inovação. A promoção de variações no bem-estar social diretamente causadas pelas ações do movimento, portanto, devem ser valoradas por preços sociais (dos insumos e produtos gerados), bem como pela valoração das externalidades<sup>6</sup>.

Como exemplo de benefícios socioeconômicos, estão a elevação nos níveis de renda local, a maior qualidade nos produtos hortifrutigranjeiros produzidos devido às técnicas mais adequadas de manejo do solo, de insumos e da água, o melhor acesso aos mercados dos produtos locais devido ao diferencial de sustentabilidade da produção, o aumento das atividades turísticas e de lazer praticadas na região e a oportunidade de novos negócios, como as cooperativas organizadas capazes de beneficiar produtos produzidos localmente.

Existem também benefícios socioeconômicos indiretos, oriundos da melhoria na qualidade de vida e do bem-estar dos habitantes da região, tais como a redução na desigualdade social e de gênero, aumento de permanência de jovens na área rural, dentre outros. Esse conjunto de benefícios, por mais que sejam desejáveis, relevantes e representem grande impacto econômico e social, não podem ser contabilizados na análise de custo-benefício como sendo efeitos diretos do movimento Viva Água - aqueles são por este induzidos, mas não por ele diretamente promovidos.

A relação das modificações previstas pelo movimento Viva Água, os efeitos positivos esperados e os benefícios socioeconômicos estimados estão relacionados abaixo, sendo que o detalhamento das ações do movimento foram identificadas, quantificadas e

---

<sup>6</sup> As externalidades decorrem de efeitos (negativos ou positivos) gerados por um ator A que extravasam as transações diretas entre A e outros atores (B, C...) recaindo sobre estes sem que haja a devida compensação. A poluição atmosférica é um exemplo típico de externalidade negativa, enquanto a polinização das abelhas, promovida pelo apicultor, é exemplo de externalidade positiva.

sistematizadas pelo “Projeto Financeiro” do movimento, desenvolvido em 2020 também pela Kralingen Consultoria. Esse levantamento consultou diferentes atores e analisou como suas atividades se conectam aos eixos de atuação do movimento.

Eixo de Intervenção do movimento Viva Água	Objetivos do movimento Viva Água	Efeitos positivos esperados	Benefício Socioeconômico Anual Estimado (cenários 1 e 2)
<b>Agricultura Sustentável</b>	Implementar boas práticas de produção sustentável. Agricultura baseada no equilíbrio entre qualidade, conservação da natureza e sustentabilidade financeira.	Fomento à adoção do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH)	R\$ 3,58 milhões referentes a 620 ha com substituição de sistema para o SPDH (cenário 2); R\$ 1,79 milhão no cenário 1
		Provisão de Assistência Técnica e Extensão Rural	R\$ 1,95 milhão referente ao ATER regular em 793 ha (cenário 2); R\$ 0,97 milhão no cenário 1*
		Promoção da substituição de técnicas de irrigação convencionais por técnicas mais eficientes	Benefícios incluídos na valoração dos dois efeitos anteriores
<b>Associativismo e Cooperativismo</b>	Contribuir para o fortalecimento de associações e cooperativas, bem como produtores locais.	Geração de benefícios sociais por meio de melhores e maiores associações e cooperativas	R\$ 427 mil referentes ao fomento ao cooperativismo e seus novos estabelecimentos participantes (66 estabelecimentos no total) (cenário 2); R\$ 214 mil no cenário 1
		Geração de benefícios econômicos por meio de melhores e maiores associações e cooperativas	R\$ 557 mil referentes à mudança no perfil da produção atual para um de maior valor agregado (nos mesmos 66 estabelecimentos) (cenário 2); R\$ 278 mil no cenário 1
<b>Negócios Sustentáveis</b>	Apresentar mecanismos para agregar valor às cadeias produtivas na região. Fomentar o empreendedorismo local que gere impactos positivos para a conservação da biodiversidade.	Fomento a produtos da agricultura familiar e do extrativismo sustentáveis	R\$ 422 mil referentes a 50 propriedades (taxa de 50% de sucesso na adoção das estratégias de agregação de valor) (cenário 2); R\$ 211 mil no cenário 1
		Formação de negócios sociais em extensão rural e em execução de projetos de recuperação da vegetação nativa	R\$ 424 mil referentes ao fomento e aceleração de negócios inovadores pelo movimento Viva Água (cenário 2); R\$ 212 mil no cenário 1
		Fomento ao turismo rural sustentável	R\$ 736 mil referentes aos 23 novos postos de trabalho gerados na bacia do rio Miringuava (cenário 2); R\$ 368 mil no cenário 1

\* Descontando-se os benefícios sociais por meio de melhores e maiores associações e cooperativas



## Valoração dos serviços ecossistêmicos

As intervenções de Soluções baseadas na Natureza pretendidas pelo movimento Viva Água irão desencadear modificações no regime de vazão do rio Miringuava e sobre a produção de sedimentos, que devem ser valoradas enquanto serviços ecossistêmicos frente às diversas facetas que sublinham o valor da água, tanto como insumo de produção (sob a ótica da companhia de abastecimento de água ou de um irrigante), como geradora de bem-estar social (disposição da população a pagar pelo fornecimento regular de água potável).

A valoração dos serviços ecossistêmicos foi realizada para cada um dos efeitos do movimento Viva Água na Bacia Hidrográfica do Miringuava e que foram, previamente, identificadas e quantificadas pelo estudo da consultoria Aquaflora Meio Ambiente. Na média entre as variações de cenários climáticos e de implementação do movimento Viva Água, os valores dos três benefícios ecossistêmicos alcançam quase R\$ 4,11 milhões por ano. Destes, 21,6% se devem aos serviços ecossistêmicos de retenção de sedimentos; 41,7% aos serviços de regulação hídrica; e 36,7% aos serviços de captura de carbono. Este valor poderia ainda ser acrescido dos benefícios não quantificados e valorados dos serviços ecossistêmicos de retenção de nutrientes e de redução de erosão.

Como as intervenções previstas não geram resultados imediatos, os benefícios anuais devem ser devidamente alocados no tempo de acordo com o cronograma de implementação do movimento Viva Água. Especificamente no caso dos benefícios ecossistêmicos, os efeitos passam a ser gerados por complexas interações bio-geo-físico-climáticas, que melhoram gradativamente a qualidade ambiental (e consequentemente dos serviços ecossistêmicos associados) a partir dos aportes de infraestrutura natural e da adoção das Soluções baseadas na Natureza. Pressupõe-se uma curva de avanço que se inicia de forma tímida, mas que segue uma tendência crescente até a maturidade. Todos os benefícios consideram as novas vazões de tratamento da água que se farão possíveis pela regularização de vazão da barragem Miringuava.

### **Benefícios da Retenção de Sedimentos**

- Menores custos de tratamento de água (economia de insumos químicos);
- Menores custos com o tratamento e disposição final do lodo da Estação de Tratamento de Água;
- Menores custos com assoreamento mediante dragagem evitada.

**R\$ 888 mil/ano**

### **Benefícios da Regulação Hídrica**

- Aumento na disponibilidade hídrica para abastecimento humano, industrial e comercial;
- Aumento na disponibilidade hídrica para usos agropecuários;
- Redução nos custos com inundações e enxurradas.

**R\$ 1,7 milhão/ano**

### **Benefícios da captura de Carbono\***

- Mitigação das emissões de gases de efeito estufa;
- Adaptação à mudança do clima;
- O movimento Viva Água é capaz de incrementar o estoque de carbono em 10,7% e 12,3%, respectivamente ao cenário 1 e cenário 2, promovendo a remoção de 762 mil a 871 mil toneladas de dióxido de carbono da atmosfera.
- Compensação de 2,1% a 2,4% das emissões líquidas anuais de carbono do município de São José dos Pinhais, o que significa reduzir entre 67% e 77% as emissões do setor agropecuário local.

**R\$ 1,506 milhão/ano**

## **Benefícios Ecosistêmicos Totais**

**R\$ 4,108 milhão/ano**

### **Benefícios adicionais não-valorados**

- Melhoria da qualidade de ecossistemas aquáticos;
- Ganhos para a biodiversidade;
- Ganhos para fins de turismo e lazer pela menor turbidez.

\* Resultado médio do benefício estimado pelo custo social do carbono (R\$ 55,32/tCO<sub>2</sub>e) para os anos de 2020 a 2024, apresentado na tabela para fins de demonstração. No fluxo de caixa, foram considerados os valores correspondentes aos crescentes custos sociais do carbono (R\$ 62,90 entre 2025 e 2029; R\$ 71,23 entre 2030 e 2049; R\$ 121,40 de 2050 em diante)

## Água mais limpa, menos uso de produtos químicos

Parte dos benefícios econômicos da maior retenção de sedimentos propiciado pela implementação de Soluções baseadas na Natureza se dá pela diminuição do uso de produtos químicos pelas Estações de Tratamento de Água (ETAs). Para a remoção das partículas em suspensão na água bruta até o atingimento de parâmetros mínimos exigidos para a potabilidade da água, estas estações aplicam agentes coagulantes e processos de filtração e decantação. A ETA Miringuava, da SANEPAR, por exemplo, realiza a aplicação de sulfato de alumínio como agente coagulante logo no início da recepção da água captada do rio Miringuava.

O benefício gerado pela redução da turbidez da água bruta pelas ações do movimento Viva Água se dá pela redução na aplicação de produto químico coagulante para tratar a água na ETA Miringuava. A análise mostra significativa redução de custos com produtos químicos, que chegam a R\$ 720,21 mil por ano (cerca de 9,8% das despesas futuras com produtos químicos, considerando-se os novos volumes de tratamento).

Com a menor aplicação de produtos químicos, existe a redução dos custos de tratamento e disposição final de lodo (massa sólida de elevado grau de umidade, considerada resíduo sólido e que precisa de destinação adequada). Hoje, o tratamento

do lodo custa cerca de R\$ 12/ton em OpEx (média despendida por sistemas de tratamento de porte similar), além de transporte (R\$ 35/ton) e destinação final adequada em aterro sanitário (R\$ 120/ton), rendendo um custo total de R\$ 167/ton para o manejo adequado. Com a redução da massa de lodo na ETA Miringuava a partir da implementação das ações do movimento Viva Água, espera-se economizar R\$ 86,45 mil por ano na média entre os cenários de clima e de implementação. Muito embora o valor absoluto não seja tão significativo perante os demais custos da ETA, a redução percentual varia de 33% a 43%.

A diminuição de sedimentos na água que chega ao reservatório e aos principais rios do manancial também irá evitar um custo de dragagem periódica para restabelecer a capacidade de armazenamento, aumentando a vida útil dos reservatórios e reduzindo a velocidade de escoamento dos corpos d'água (o que reduz os efeitos de enxurradas sobre os rios). O balizador de valor é o custo da dragagem evitada, alternativa mais barata para a manutenção da capacidade de produção de água, estimado em R\$ 104,66 para cada metro cúbico. Ao se assumir que todo o sedimento depositado no lago do reservatório da barragem Miringuava será eventualmente dragado, espera-se um benefício da ordem de R\$ 81,93 mil por ano.

## Maior quantidade de água, mais segurança no abastecimento

As Soluções baseadas na Natureza a serem implementadas pelo movimento Viva Água para garantir a regulação hídrica devem aumentar a disponibilidade hídrica para abastecimento humano e do setor produtivo da região incluindo indústria, agropecuária e comércio. Atualmente, o histórico de uso de água bruta na ETA Miringuava aponta para uma captação equivalente a 34% da vazão total anual do rio.

Com as ações a serem implementadas pelo movimento Viva Água, estima-se um incremento potencial de 243 mil m<sup>3</sup>/ano – vazão capaz de abastecer uma população equivalente a 6,3 mil pessoas por ano. Essa maior disponibilidade hídrica, considerando a disposição a pagar de seus usuários-beneficiários, deve gerar benefícios que somam R\$ 1,28 milhão por ano.

A vazão adicional média gerada pelos cenários de implementação do movimento Viva Água na sub-bacia incremental corresponde a 1,45 vezes a vazão demandada pelos 72 usuários com dispensa de outorga para fins agropecuários nessa porção do manancial. Com base nessa estimativa, o benefício médio do movimento Viva Água de incremento de vazão passa então a representar 17,7% do total da demanda para fins agropecuários.

Caso a mesma proporção de captação desse setor em relação à vazão total disponível na sub-bacia seja mantida (9,58%), pode-se inferir que cerca de 69,55 mil m<sup>3</sup>/ano passarão a estar disponíveis de forma adicional para a irrigação das unidades produtoras locais. Sabendo-se que o valor bruto da produção agrícola local é de R\$ 21,40 mil/ha/ano, este benefício para o setor agropecuário representa um resultado anual de R\$ 341,82 mil por ano.

Somam-se a isso os benefícios que as ações do movimento Viva Água trarão ao reduzir os riscos de desastres hidrológicos como enchentes e inundações, enxurradas e alagamentos, que tendem a se tornar mais frequentes devido à mudança do clima. Considerando eventos anteriores, como a enxurrada ocorrida em 2007 que impactou oito mil pessoas em São José dos Pinhais, pode-se calcular que a redução do risco trazida pelo movimento Viva Água (de 3,8% a 9,4% no clima úmido e de 3,5% a 8,6% no clima seco) representa uma economia média R\$ 87,92 mil por ano. De forma conservadora, pode-se associar ao evento de 2007 uma perda mínima equivalente a um dia (0,27% do ano) de valor agregado bruto no setor de serviços - públicos e privados - do município, o que corresponde a R\$ 31,65 milhões.

## Quem são os beneficiados

Ao quantificar o valor dos benefícios socioeconômicos e dos serviços ecossistêmicos, a análise econômica do movimento Viva Água emerge, então, como instrumento de engajamento dos atores-chave que atuam na bacia, perfazendo uma ponte entre as informações técnicas e de cunho físico para informações econômicas de mais fácil leitura e compreensão pelo público em geral.

Diversos atores são beneficiados pelo movimento Viva Água, desde agricultores locais, passando pelas indústrias e pela população do município de São José dos Pinhais, alcançando ainda a sociedade como um todo devido aos benefícios da captura e retenção de carbono que mitigam a mudança do clima. Essa distribuição de benefícios se dá pela heterogeneidade das ações e pelos benefícios difusos que são gerados via incremento na provisão dos serviços ecossistêmicos. O quadro a seguir apresenta os atores beneficiados e o valor social presente líquido dos benefícios auferidos por cada um, resultado do fluxo projetado de 30 anos.

### Atores beneficiados em Valor Social Presente Líquido (VSPL)



Produtores Rurais  
da bacia do  
Miringuava  
**R\$ 30,70 milhões**



Sociedade  
em Geral  
**R\$ 22,35 milhões**



Negócios  
 Sociais  
**R\$ 5,70 milhões**



Tratamento e  
Distribuição  
de Água  
**R\$ 5,60 milhões**



Turismo na bacia  
do Miringuava  
**R\$ 3,11 milhões**



Comércio de São  
José dos Pinhais  
**R\$ 2,43 milhões**



Indústrias de São  
José dos Pinhais  
**R\$ 1,64 milhões**



## Por que o movimento Viva Água vale a pena?

Como visto, é clara a geração de benefícios socioeconômicos promovidos pelo movimento Viva Água na ambiência do rio Miringuava: além de expressivos, os benefícios são gerados por e para diversos grupos de atores, o que mostra a abrangência e relevância das ações propostas. O movimento, no entanto, não ocorre sem investimentos. Seriam os benefícios superiores aos custos?

Sabe-se que a implantação do movimento Viva Água não é trivial, havendo a expectativa de se realizar uma extensa relação de ações nos próximos 9 anos, que perpassam frentes como (1) a promoção de práticas sustentáveis em áreas de produção agrícola; (2) a implantação de unidades rurais de referência; (3) a capacitação e o envolvimento de cooperativas de produtores; (4) o fomento ao mercado da agricultura familiar com tecnologia da informação; (5) a promoção da atuação empreendedora; (6) a promoção da restauração ecológica; (7) a promoção de conservação de áreas florestadas, entre outras.

A somatória dos investimentos ao longo dos mesmos 30 anos nos quais foram projetados os benefícios, resultam em um comprometimento de R\$ 29,09 milhões (também em valor presente líquido, abordando todos os custos do movimento e da cobertura do custo de oportunidade de uso da terra das áreas produtivas que passam a ser dedicadas à restauração, no ciclo de análise), sendo que os eixos do movimento com maior necessidade de aportes financeiros são Agricultura Sustentável e Serviços Ecosistêmicos.



Estes investimentos, no entanto, são amplamente compensados pelos benefícios:

Ao longo dos 30 anos analisados, portanto, a geração de valor social presente líquido dos benefícios é de R\$ 71,53 milhões, frente à contrapartida de R\$ 29,09 milhões em custos para a implementação e manutenção das ações prescritas pelo movimento Viva Água. O saldo dos benefícios e dos custos aponta um resultado líquido de R\$ 42,44 milhões que, mensurados pela técnica utilizada, podem ser comparáveis a qualquer outro investimento no presente<sup>7</sup>.

**O resultado da análise de custo-benefício do movimento Viva Água demonstra plena viabilidade econômica para suas intervenções, que consegue retornar à sociedade 2,46 vezes mais benefícios do que os custos que se fazem necessários para sua implementação. Em outras palavras, a cada R\$ 1,00 investido nas ações do movimento, pode-se esperar a obtenção de R\$ 2,46 em retorno aos diversos atores locais, às indústrias, à população do município de São José dos Pinhais e à sociedade como um todo.**

A viabilidade socioeconômica do movimento Viva Água advém da geração de benefícios que mais do que compensam os custos envolvidos, a começar pela economia de custos de operação e de manutenção dos sistemas de abastecimento de água. Com os esperados benefícios de cunho ecológico e social, como a proteção da biodiversidade, mitigação da mudança do clima e também por valores maiores de produção agrícola, a combinação de recuperação e conservação ambiental agrega valor líquido à sociedade.

**A análise de custo-benefício atesta a plena viabilidade socioeconômica do investimento no movimento Viva Água** que, associado às ações ambientais compensatórias da SANEPAR, é capaz de gerar resiliência e alterações positivas na realidade da bacia hidrográfica do Miringuava<sup>8</sup>. As ações impactam diversos grupos de atores em quaisquer dos cenários analisados, podendo ser compreendidas como uma alternativa sem arrependimento de adaptação à mudança do clima.

Conclui-se assim, que os objetivos do movimento Viva Água, de promover a transformação da realidade socioeconômica e ambiental da bacia hidrográfica do Miringuava por meio de ações que contribuam para a segurança hídrica e resiliência climática, são atingíveis em termos de custo-benefício, promovendo aumento de bem-estar social. Revelam, também, o potencial das Soluções baseadas na Natureza em promover a resiliência climática.

<sup>7</sup> A taxa social de desconto (TSD) utilizada foi de 8,50% ao ano, seguindo a recomendação do Ministério da Economia para avaliação socioeconômica de projetos de investimento em infraestrutura.

<sup>8</sup> Os resultados apresentados foram submetidos a diversas análises de sensibilidade a variáveis-chave e testes de robustez, permitindo concluir pela alta confiabilidade dos valores encontrados.

## Juntos pelo Miringuava

Os capítulos anteriores expuseram como a implementação de Soluções baseadas na Natureza pode garantir a qualidade e quantidade da água na Bacia Hidrográfica do Miringuava e incrementar a resiliência hídrica do manancial à mudança do clima, agregando R\$ 2,46 em benefícios econômicos para cada R\$ 1,00 investido. No entanto, o sucesso das ações previstas pelo movimento Viva Água só será alcançado com o envolvimento dos diferentes atores que atuam na região, incluindo sociedade civil, governos e setor empresarial.

As estimativas obtidas de expressivo aperfeiçoamento nos serviços ecossistêmicos hídricos e de carbono que são fornecidos pela expansão da infraestrutura natural e por melhores práticas agrícolas no manancial do Miringuava, apontam para uma consequente ampliação dos benefícios que atenderão a diversos públicos.

Considerando que o movimento Viva Água colaborará decisivamente para a manutenção de todas as áreas de vegetação nativa atualmente existentes no manancial Miringuava, e ainda promoverá um expressivo aumento de cobertura natural na forma de restauração, é interesse de toda a sociedade contribuir para que as ações sejam implementadas.

Assim, a constatação dos benefícios que as intervenções propostas pelo movimento Viva Água devem trazer para a Bacia Hidrográfica do Miringuava deve servir de estímulo para o envolvimento de diferentes setores, que irão se beneficiar diretamente das atividades.



Com a comprovação que mananciais que possuem índices expressivos de vegetação nativa apresentam maior produção hídrica nos períodos de menor pluviosidade, **empresas de abastecimento de água** e **gestores públicos** devem buscar não só manter essa condição de maior preservação destes mananciais, mas também se dedicar e apoiar iniciativas de restauração em larga escala de paisagens naturais de outros mananciais menos protegidos, além de conservar a vegetação natural já existente.

Com as ações do movimento Viva Água, os **produtores rurais** locais dependerão menos da irrigação para manejar suas lavouras, e terão menores perdas de fertilidade do solo por erosão. O setor empresarial local, incluindo indústria e serviços, estará menos suscetível à escassez de água, diminuindo o impacto para os negócios. Já a **população** em geral será beneficiada por um fornecimento de água mais constante e pela menor suscetibilidade de sofrer perdas materiais e humanas devido a eventos de enchentes e outras emergências climáticas.

Apoiar o movimento Viva Água é apoiar a sobrevivência do rio Miringuava, garantindo o abastecimento de qualidade para a população local e contribuindo para a mitigação das mudanças do clima para a sociedade como um todo.

## REFERÊNCIAS

Esse documento foi produzido com base em:

AQUAFLORA, Benefícios de Soluções Baseadas na Natureza para Segurança Hídrica e Resiliência Climática na Região Metropolitana de Curitiba, Resumo Técnico, Novembro, 2021

KRALINGEN, Análise de Custo-Benefício das Ações de Adaptação à Mudança do Clima Previstas para o movimento Viva Água em São José dos Pinhais (PR), Resumo Técnico, Novembro, 2021

Soluções baseadas na Natureza e seu papel na promoção da resiliência climática, segurança hídrica e geração de benefícios econômicos.

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**

Ana Carolina Câmara  
Luciana Mara Alves  
Pablo Borges

### **Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza**

André Rocha Ferretti  
Anke Manuela Salzmänn  
Guilherme Zaniolo Karam  
Juliane Cruz de Freitas  
Rubiane Neizer Spina

### **Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR)**

Ana Carolina Pires Moreira  
Aurelio Lourenço Rodrigues  
Daisy Mara Jayme Maia  
Gustavo Rafael Collere Possetti  
Josete de Fatima de Sa  
Mauricio Bergamini Scheer  
Nicolás Lopardo  
Ronald Gervasoni

### **Aquaflora Meio Ambiente Ltda**

João Guimarães  
Paulo Guimarães

### **Kralingen Consultoria Ltda**

Daniel Thá

## **PRODUÇÃO EDITORIAL**

### **Organização, produção de conteúdo e revisão final**

BM Comunicação – Bia Murano e João Gonçalves

### **Projeto gráfico e diagramação**

Agência Sequoia – Mariana Gil

acervo Movimento Viva Água Miringuava

INVESTIDOR ESTRATÉGICO



REALIZAÇÃO



REDE DE IMPACTO



GESTOR FINANCEIRO FUNDO VIVA ÁGUA

