



ESTA PUBLICAÇÃO
FOI PRODUZIDA EM
PARCERIA COM



ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS



ESTUDO

2018

BR



**AVALIAÇÃO DE IMPACTO ECONÔMICO
E SOCIOAMBIENTAL NA BACIA
DO GUARIROBA - CAMPO GRANDE (MS)**

BANCO DO BRASIL

CARLOS ALBERTO ARAÚJO NETTO
DIRETOR
Diretor de Estratégia e Organização

WAGNER DE SIQUEIRA PINTO
Gerente Executivo

ANA MARIA RODRIGUES BORRO MACEDO
MARCIO LUIZ DA SILVA GAMA
Gerente de Divisão

JORGE ANDRE GILDI DOS SANTOS
Assessor Empresarial

WWF-BRASIL

MAURICIO VOIVODIC
Diretor Executivo

ANTONIO CRISTIANO CEGANA
Gerente de Projetos

HENRIQUE MARINHO LEITE CHAVES
Autoria e edição

TAÍS MEIRELES
FLÁVIA ARAÚJO
Revisão ortográfica e técnica

EDUARDO AIGNER / WWF-BRASIL
Foto de capa

AVALIAÇÃO DE IMPACTO ECONÔMICO E SOCIOAMBIENTAL NA BACIA DO GUARIROBA - CAMPO GRANDE (MS)



Agosto de 2018

ÍNDICE

ABREVIÇÕES USADAS	6	8. VALORES DOS RESULTADOS SOCIOECONÔMICOS DAS AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA DO GUARIROBA	28
1. INTRODUÇÃO	9	9. RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO DAS AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL	33
2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DO USO DO SOLO DA BACIA DO GUARIROBA	10	10. RESULTADOS DAS AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL	35
3. CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DA BACIA DO GUARIROBA	14	11. VALORES DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS	38
4. ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DE AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA DO GUARIROBA	17	12. RELAÇÃO BENEFÍCIO-CUSTO DAS AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA DO GUARIROBA	41
5. AÇÕES PREVISTAS NO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA DO GUARIROBA E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO	18	13. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	42
6. CENÁRIOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL E AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS	20	14. REFERÊNCIAS	43
7. QUANTIDADE DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS RESULTANTES DAS AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA DO GUARIROBA	22		

ABREVIações USADAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
B/C	Relação Benefício/Custo
EC	Excedente do Consumidor
PAB	Programa Água Brasil
PIP	Projeto Individual de Propriedade
PPA	Programa Produtor de Água
PSA	Pagamento por Serviço Ambiental
RAS	Relação de Aporte de Sedimento
RL	Reserva Legal
PMV	Programa Manancial Vivo
SEMADUR	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano



1. INTRODUÇÃO

Em 2010, quatro importantes instituições brasileiras uniram-se por um objetivo comum: a conservação da água e dos rios do Brasil. E, da parceria entre Banco do Brasil, Fundação Banco do Brasil, WWF-Brasil e Agência Nacional de Águas foi criado o Programa Água Brasil.

Dividido em eixos, o Programa dedica-se a aumentar a disponibilidade hídrica, sua eficiência e a cobertura de vegetação nativa nas bacias atendidas; desenvolver modelos de negócios para promoção da restauração e manejo de florestas, eficiência hídrica e energética; mobilizar os funcionários do BB quanto sobre ao uso inteligente da água e do meio ambiente; e elaborar novos estudos e ferramentas para gerenciamento de risco socioambiental.

Visão do Programa

Paisagens produtivas sustentáveis mantidas e fomentadas por uma economia verde, garantindo o equilíbrio entre oferta e demanda de água e de seus recursos naturais para uma sociedade responsável.



EIXO 1

Economia Verde - Água e Agricultura

Objetivo:

Melhorar a qualidade e ampliar a quantidade das águas e da cobertura da vegetação natural nas micro bacias hidrográficas pilotos do programa, por meio de agricultura sustentável e tecnologias sociais.



EIXO 2

Economia Verde - Estudos e Ferramentas

Objetivo:

Desenvolver modelos de negócios inovadores voltados para o fomento da Economia Verde e aperfeiçoar os critérios socioambientais utilizados nos processos de financiamento e investimento do Banco do Brasil, contribuindo para a redução de risco e impactos socioambientais.



EIXO 3

BB ECOeficiente

Objetivo:

Mobilizar o funcionário BB para a causa tendo como base suas atividades e seu ambiente de trabalho, com ênfase no fortalecimento do Programa de Ecoeficiência do BB.



EIXO 1 - Economia Verde - Água e Agricultura

Produção de água e recuperação florestal e promoção de práticas agrícolas sustentáveis na bacia do Guariroba

O Guariroba é uma Unidade de Conservação de uso sustentável na modalidade Área de Proteção Ambiental (APA) desde 1995, com importante papel no abastecimento da cidade de Campo Grande, fornecendo água para mais de 300 mil pessoas.

Na bacia do Guariroba o Programa Água Brasil (PAB) atuou em parceria com o Programa Produtor de Água (PPA), que localmente é denominado Programa Manancial Vivo (PMV), executado pela Prefeitura Municipal de Campo Grande e gerido por uma Unidade de Gestão do Programa composta por 16 instituições parceiras.

Criado pela Agência Nacional de Águas, o Programa Produtor de Água (PPA) é um incentivo para manter a quantidade e a qualidade da água nas bacias hidrográficas brasileiras, por meio do princípio “provedor-recebedor” (Chaves et al., 2004).

Seguindo esse princípio, o PPA compensa financeiramente os proprietários rurais que implantam medidas de conservação do solo e da água nas bacias. Nos últimos anos, ações de restauração como essa foram implantadas em Áreas de Preservação Permanente na bacia do Guariroba, que tem uma área total de 36.194 ha.

Este estudo apresenta as ações e medidas desenvolvidas na bacia do Guariroba, pelos Programas Água Brasil e Manancial Vivo, demonstrando os impactos dos serviços ambientais prestados à população de Campo Grande e sua relação benefício/custo.

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E DO USO DO SOLO DA BACIA DO GUARIROBA

A bacia do Guariroba tem uma área total de 36.194 hectares e pertence ao rio Pardo (Bacia do Rio Paraná). Fica a 40 km leste do centro da cidade de Campo Grande-MS (Figura 1). A bacia tem altitude média de 550m e declives médios de 3,8 % (Figuras 2 e 3).

O solo é de cerrado e pastagens (Figura 4) e os principais tipos são o Neossolo Quartzarênico, o Latossolo Vermelho e Solos Hidromórficos e Aluviais (Figura 5).


A bacia tem altitude média de 550m e declives médios de 3,8 %

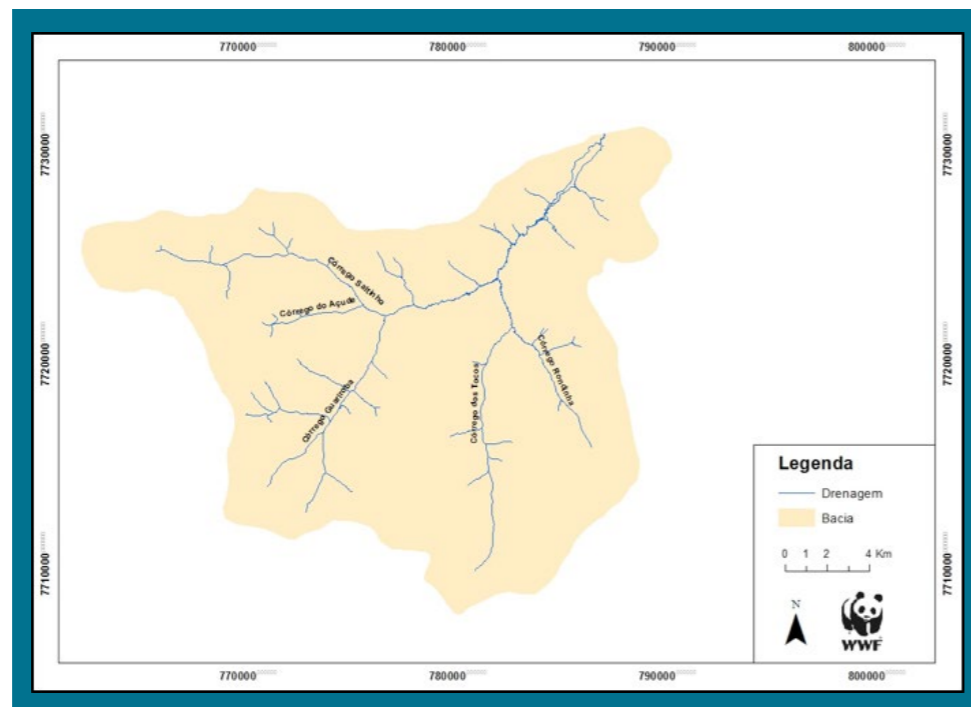


Figura 1. Bacia do Guariroba



Imagem aérea da bacia do Guariroba em 2018

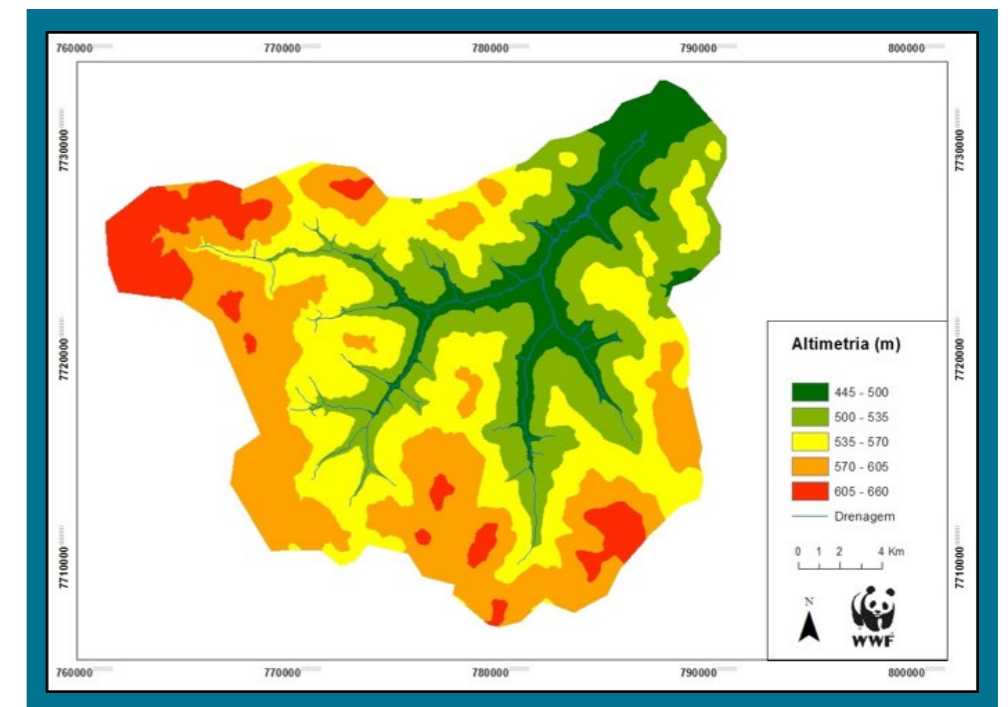


Figura 2. Níveis da Bacia do Guariroba

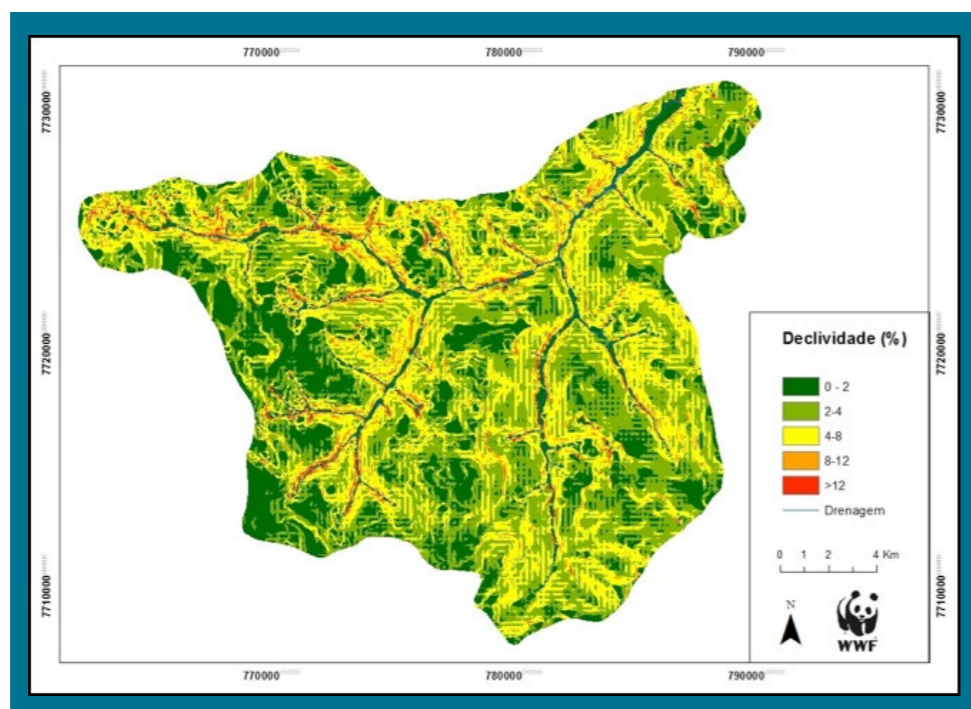


Figura 3. Declives da bacia do Guariroba

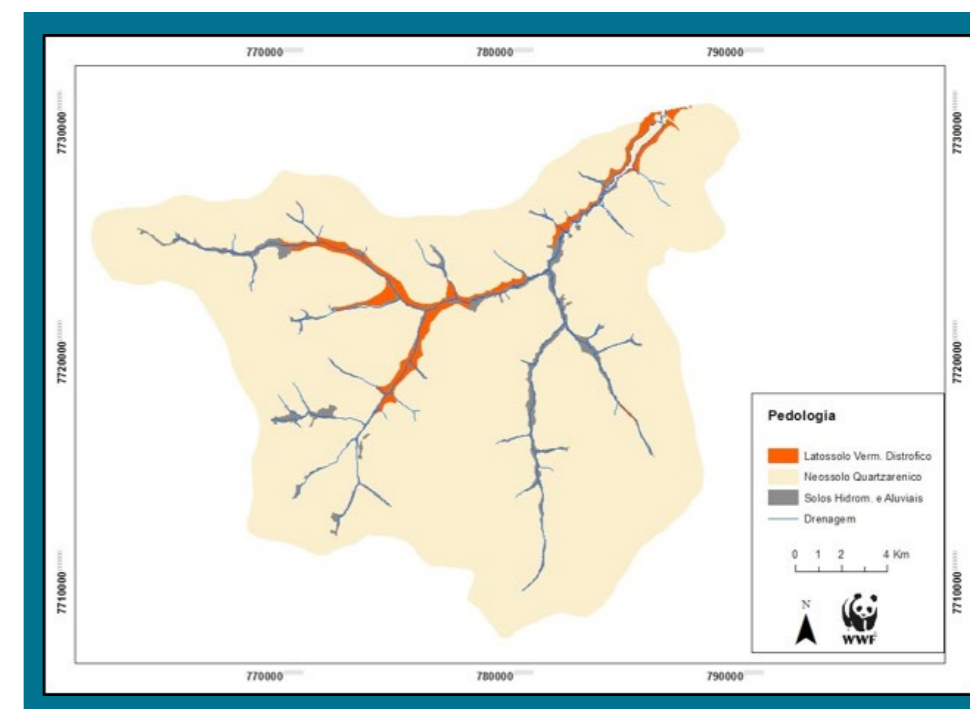


Figura 5. Tipo dos solos da bacia do Guariroba

A bacia do Guariroba é considerada uma Área de Proteção Ambiental Municipal, com Zonas de Proteção e Zonas de Uso Controlado (Figura 6).

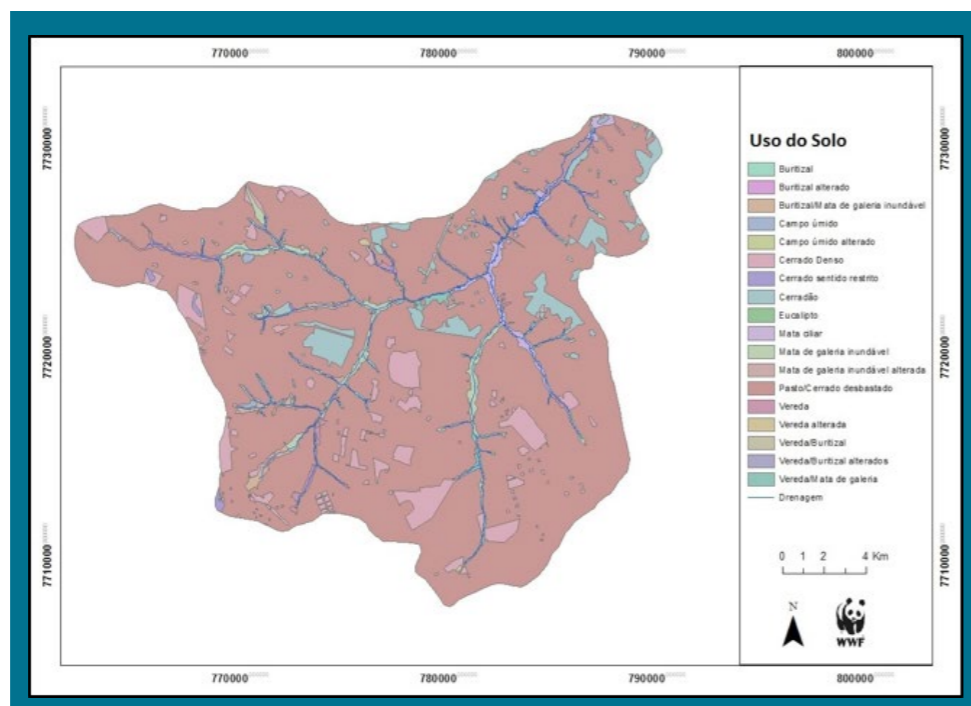


Figura 4. Uso do solo da bacia do Guariroba

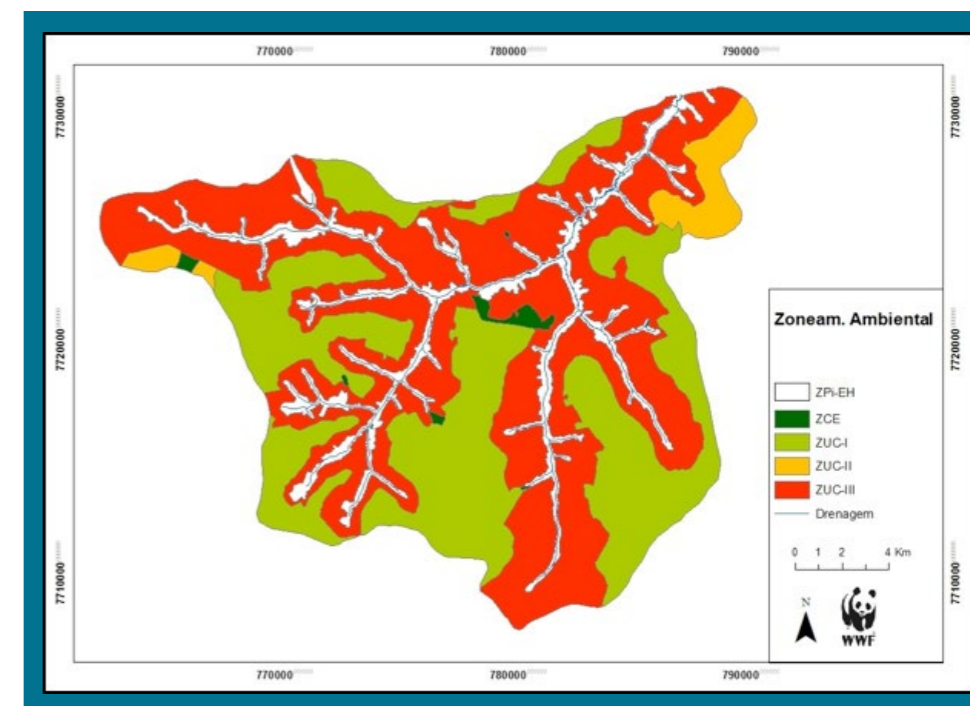


Figura 6. Zoneamento Ambiental da APA-Guariroba. Adaptado de PMCG (2008)

O PAB no Guariroba contribuirá para a proteção dessa Unidade de Conservação, com ações de conservação do solo, da água e de reflorestamento de APPs.

3. CARACTERÍSTICAS DAS ÁGUAS DA BACIA DO GUARIROBA

A temperatura média anual é de 24°C. A maior parte das chuvas (mais ou menos 75%) acontece entre outubro e abril, com poucas chuvas no restante do ano.

3.1. Quantidade de Chuvas e Erosão Causada na Bacia

A média anual de chuvas na cidade de Campo Grande, no período entre 1995 e 2005 (10 anos), foi de 1.415 mm. Considerando que essa também seja a média de chuvas da bacia do Guariroba (Figura 7), a erosão causada pelas chuvas na região foi medida com base nas médias mensais de chuvas da cidade de Campo Grande. Assim, a média anual de erosão causada pelas chuvas e enxurradas na região da bacia foi de 6.831,5 MJ mm/ha h (erosividade média anual causada pelas chuvas).

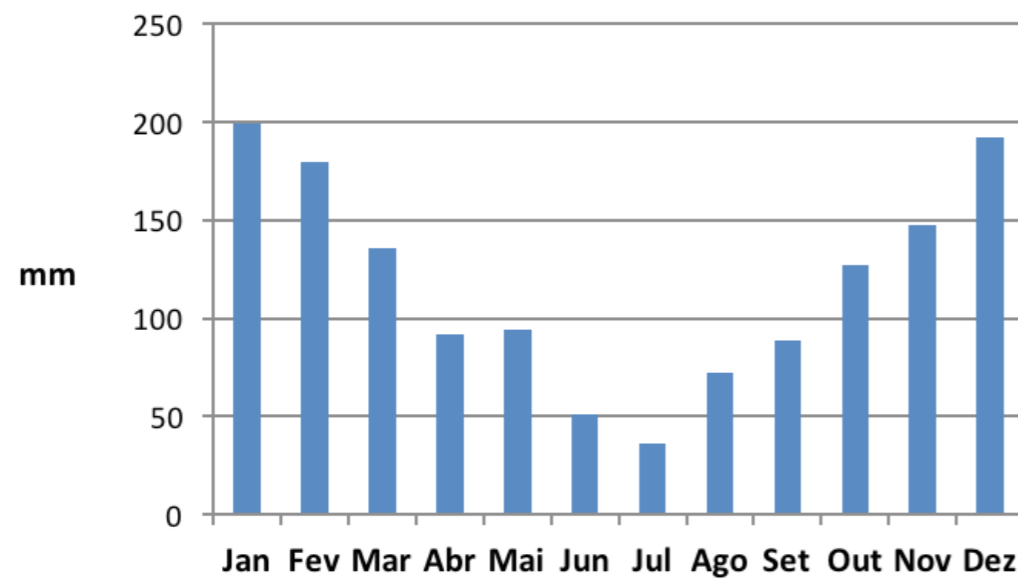


Figura 7. Média mensal de chuvas na bacia do Guariroba

3.2. Vazões Naturais no Guariroba

Como não havia dados sobre a vazão da bacia, foram utilizados dados de referência, que são de uma área do rio Pardo com clima e geologia semelhantes aos da bacia do Guariroba (Figura 8).

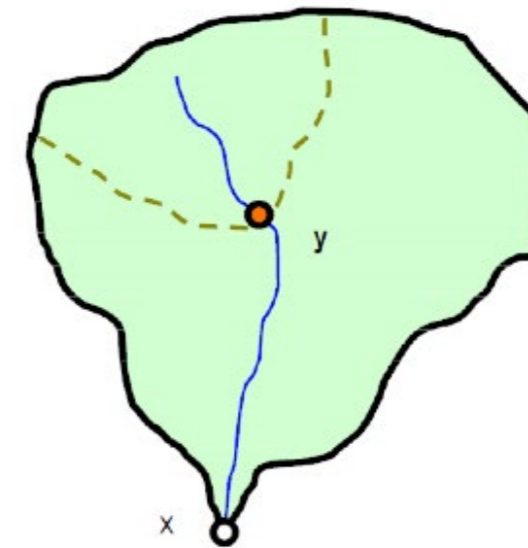


Figura 8. Situação das seções x e y em uma bacia exemplo, para o cálculo da vazão de referência em y

A Figura 9 apresenta as vazões médias mensais e as vazões médias mensais de base no rio Pardo, no período de 1975-2004. A Tabela 1 mostra as vazões médias anuais totais e de base do Guariroba, no mesmo período.

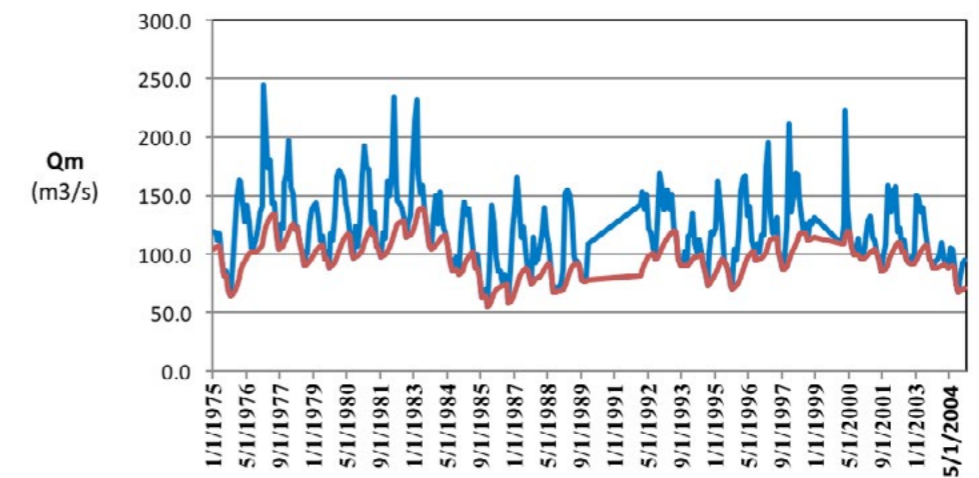


Figura 9. Vazões médias mensais totais (azul) e de base (vermelho) da área do rio Pardo

4. ÁREAS DE IMPLANTAÇÃO DE AÇÕES DO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA

Tabela 1. Vazões médias anuais (Q_{mlt}) e de base (Q_b) do Guariroba, no período entre 1975 e 2004

Bacia	Área (km ²)	Q_{mlt} (m ³ /s)	Q_b (m ³ /s)
R. Pardo	8.150	116,6	96,4
R. Guariroba	362	5,2	4,3

A vazão média anual do Guariroba foi de 5,2 m³/s e sua vazão de base foi de 4,3 m³/s.

3.3. Vazões Captadas no Guariroba

De acordo com informações da empresa de saneamento local (Águas de Guariroba), a capacidade de desvio do curso das águas do sistema de produção de água Guariroba (Figura 10) é de 1.400 L/s e a vazão média anual captada é de 1.100 L/s.



Figura 10. Barragem de derivação (desvio do curso das águas) do Guariroba

O PAB no Guariroba realiza ações de conservação do solo e da água em 21 propriedades na bacia do Guariroba, com uma área média de 355 ha.

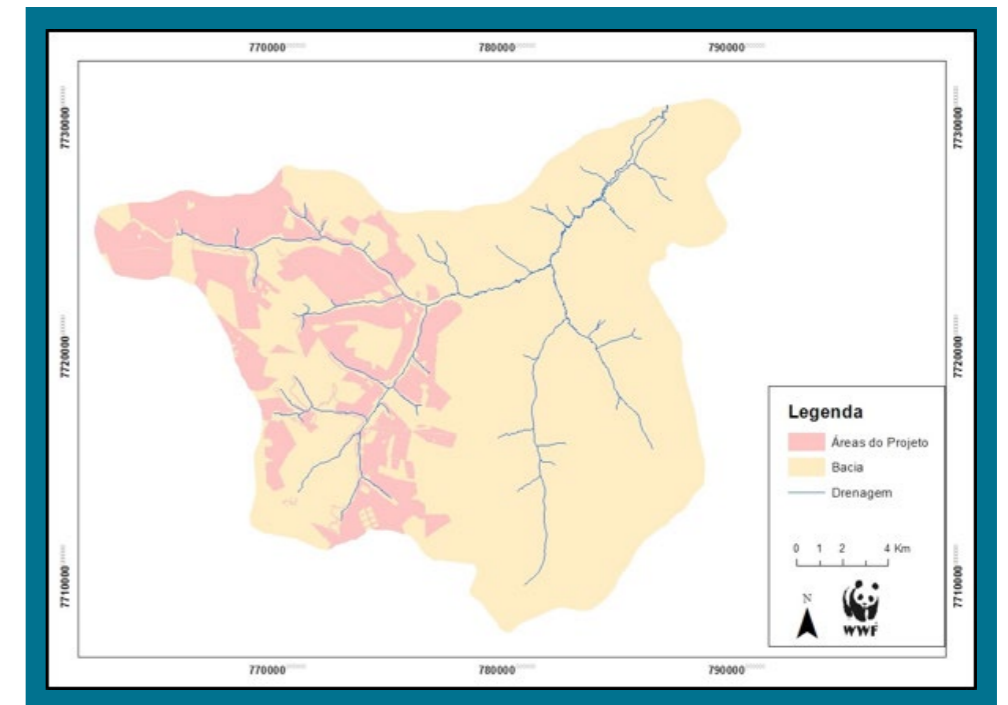


Figura 11. Áreas onde ações do PAB no Guariroba são implantadas na bacia



Técnicos atuam no diagnóstico constante da bacia

5. AÇÕES PREVISTAS NO PROGRAMA ÁGUA BRASIL NA BACIA DO GUARIROBA E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

Avaliamos os três tipos de ações realizadas na bacia: conservação do solo, restauração de APP e silvicultura. As ações avaliadas são mecânicas (terraceamento em nível/ conservação do solo) e vegetativas (silvicultura comercial e restauração de APPs). A área total de ações do programa na bacia é de 7.457,70 ha.

Propriedade	Ação	Área (ha)	Área Total (ha)
01 – A. Alegre	I – Conservação do Solo	97,86	104,24
	III- Restauração de APP	6,38	
02- B. Vista	I – Conservação do Solo	136,06	143,13
	III- Restauração de APP	7,07	
03 – B. Jardim 1	I – Conservação do Solo	348,60	348,60
04- B. Jardim 2	I – Conservação do Solo	303,82	311,09
	III- Restauração de APP	7,27	
05 - Cachoeira	II- Silvicultura	165,75	165,75
06 - Cantagalo	II- Silvicultura	1.239,14	1.308,86
	III- Restauração de APP	69,72	
07 – C. Pampas	I – Conservação do Solo	334,85	399,14
	III- Restauração de APP	64,29	
09- Flora	I – Conservação do Solo	240,66	247,85
	III- Restauração de APP	7,19	
10 - Forquilha	I – Conservação do Solo	43,71	48,27
	III- Restauração de APP	4,56	
11 - Guariroba	I – Conservação do Solo	425,78	446,31
	III- Restauração de APP	20,53	
12 –Meia Lua	I – Conservação do Solo	57,61	61,46
	III- Restauração de APP	3,85	
13 – M. do Sol	I – Conservação do Solo	582,12	615,94
	III- Restauração de APP	33,82	
14 – N. Alvorada	I – Conservação do Solo	202,75	204,89
	III- Restauração de APP	2,14	
15 – P. Guariroba A	I – Conservação do Solo	889,20	972,18
	III- Restauração de APP	82,98	
16 – P. Guariroba B	I – Conservação do Solo	160,15	189,76
	III- Restauração de APP	29,61	
17 - Saltinho	I – Conservação do Solo	173,58	200,17
	III- Restauração de APP	26,59	
18 – Santa Elvira	I – Conservação do Solo	91,55	92,31
	III- Restauração de APP	0,76	
19 – Santa Zira	I – Conservação do Solo	346,13	350,62
	III- Restauração de APP	4,49	
20- Sossego	II- Silvicultura	464,09	488,29
22 - Tangará	III- Restauração de APP	24,20	8,15
	I – Conservação do Solo	8,15	
23 – Velho Saltinho	I – Conservação do Solo	698,30	736,68
	III- Restauração de APP	38,38	
Total Global =		7.457,70	

Tabela 2. Propriedades participantes do PAB no Guariroba, ações e áreas recuperadas



© Eduardo Agner/WWF-Brasil

Um dos proprietários beneficiados na bacia do Guariroba

Além dos custos unitários das obras de conservação do solo e da água realizadas na bacia (Tabela 3), foram considerados também os custos de pagamento de serviços ambientais (PSA) e de planejamento e gestão do projeto.

Ação	Área (km2)	Custo Unitário (R\$/ha)	Custo Total (R\$)
Terraceamento	5.154,9	510,00	2.628.988,80
Silvicultura	1.869,0	5.500,00	10.279.390,00
Restauração de APP	433,8	9.578,00	4.155.223,70
Totais	7.457,7	-	18.063.602,50

Tabela 3. Custos das ações de conservação do solo e água previstos na bacia

Os valores dos PSAs anuais estão de acordo com o Percentual de Abatimento de Erosão - PAE médio na propriedade (Chaves et al., 2004) após a implantação das ações (os mesmos valores da bacia do rib. Pipiripau-DF). Assim:

- para PAE entre 25% e 50%, PSA= R\$ 30,00/ha.ano;
- para PAE entre 50% e 75%, PSA = R\$ 50,00/ ha.ano;
- para PAE maior que 75%, PSA = R\$ 80,00/ ha.ano.

Considerando o período de 10 anos de pagamento do PSA, no período 2018-2027, o custo total esperado será de R\$ 3.321.092,00. Adicionalmente, um total de R\$ 1,0 milhão foi tomado como custo de planejamento e gestão do Projeto, no período entre 2013 e 2017 (implantação).

O custo total de implantação do Projeto na bacia até 2027 será de aproximadamente R\$ 21 milhões.



O custo do plantio de eucalipto em espaçamento tradicional (3x2m) e sua manutenção por 2 anos, é de R\$ 5.500,00/ha

6. CENÁRIOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO E AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS

Por ser mais rápido e fácil de ser realizado, o terraceamento já mostra resultados no primeiro período. Já a silvicultura comercial (eucalipto) e a restauração de APP só traz resultados nos períodos seguintes. Porém, até o final de 2027 todos os serviços já demonstrarão resultados positivos.

Período	Duração	Área Acum. (ha)	Serviços Considerados
2013-2015	3 anos	5.154,9	Terraceamento
2013-2017	5 anos	7.023,9	Terraceamento e Silvicultura
2018-2027	10 anos	7.457,7	Terraceamento, Silvicultura e Rest. de APP

Tabela 4. Cenários de avaliação dos serviços na bacia do Guariroba

De acordo com a coluna central da Tabela 4 (área acumulada de implantação das ações), os serviços têm resultados positivos e geram benefício econômico. Isso porque os três tipos de ações apresentam desempenhos positivos, em diferentes períodos de tempo.

No terraceamento sozinho, em 3 anos, foi possível conservar cerca de 5 mil hectares de água e solo. Aliado à silvicultura, esse resultado pode alcançar cerca de 7 mil ha em 5 anos. E as duas aliadas à restauração de APP, podem gerar um pouco mais de 7 mil ha conservados em um período de 2010.



Áreas degradadas sendo reflorestadas na bacia



A conservação de espécies faz parte dos benefícios adquiridos na bacia

7. QUANTIDADE DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS RESULTANTES DAS AÇÕES DO PROJETO NA BACIA

Os resultados das ações do PAB no Guariroba nas 21 propriedades analisadas podem ser divididos em benefícios para: i) a quantidade de água, ii) a qualidade da água e iii) a qualidade do solo, com a redução da erosão nas propriedades.

Resultado	Quem se beneficia	Benefício
Aumento da Quantidade de água	- Empresa de saneamento - Pop. consumidora de água	- Aumento da oferta de água durante a estiagem
Melhoria da Qualidade da Água	- Empresa de saneamento	- Redução do sedimento acumulado e % de área conservada na bacia
Redução da Erosão nas Propriedades	- Proprietário rural	- Redução da erosão na propriedade

Tabela 5. Resultados das ações do PAB no Guariroba, quem se beneficia e quais os benefícios

Os resultados do aumento da quantidade de água e da melhoria da qualidade de água acontecem “fora da propriedade” (off-site) e o resultado da redução da erosão acontece “dentro da propriedade” (on-site).

7.1. Aumento da Quantidade de Água no Período de Estiagem

As ações de conservação do solo e de reflorestamento na bacia devem aumentar a infiltração da água e diminuir o escoamento na superfície. Desta forma, aumenta a oferta de água em períodos de estiagem, justamente quando há mais procura e conflitos pelo uso da água na bacia.

As ações do PAB no Guariroba contribuem para a diminuição do escoamento de água na bacia, evitando a vazão de base durante a estiagem, conforme indicam as Figuras 12 e 13.

Analisando outras bacias com área, clima e aspectos físicos semelhantes à bacia do Guariroba (Figura 12), percebemos que quando o coeficiente de escoamento (CN) diminui na bacia, a vazão de base durante a estiagem aumenta.

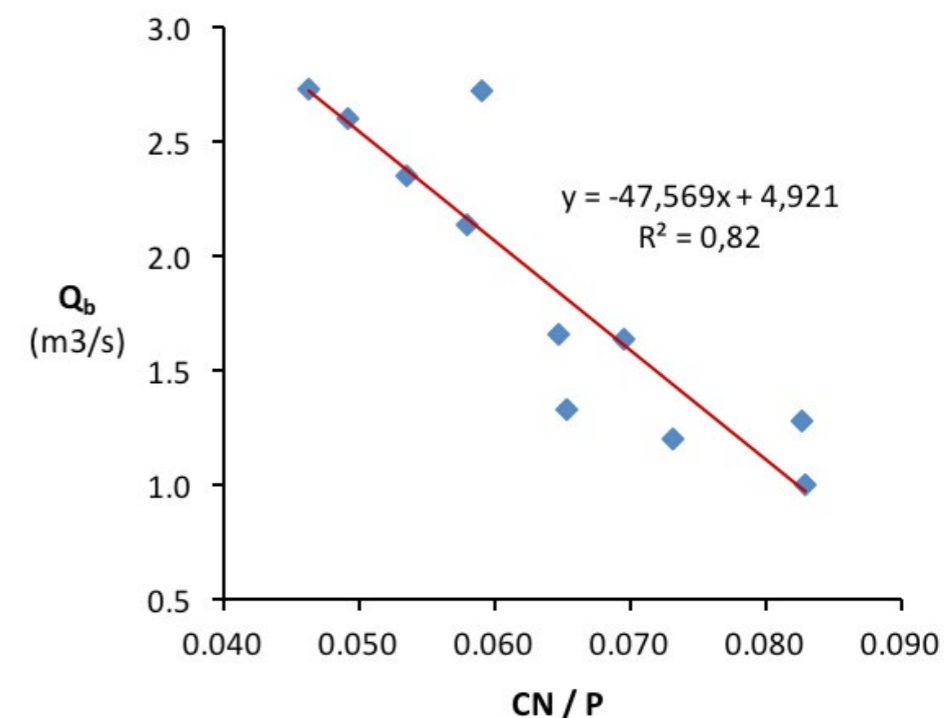


Figura 12. Relação entre o coeficiente CN e a vazão de base anual na bacia do rib. Pipiripau, no período entre 2000 e 2009. Adaptado de Chaves et al. (2012)

Os valores de vazão de base antes e depois do projeto são calculados conforme mostra a Figura 12, utilizando o coeficiente de escoamento para a bacia, antes e depois das ações. O valor de CN é tabelado (Rawls et al., 1992) e conseguido com base na combinação do tipo de solo e do seu uso e manejo. A Figura 13 mostra o CN da bacia antes das ações do PAB.

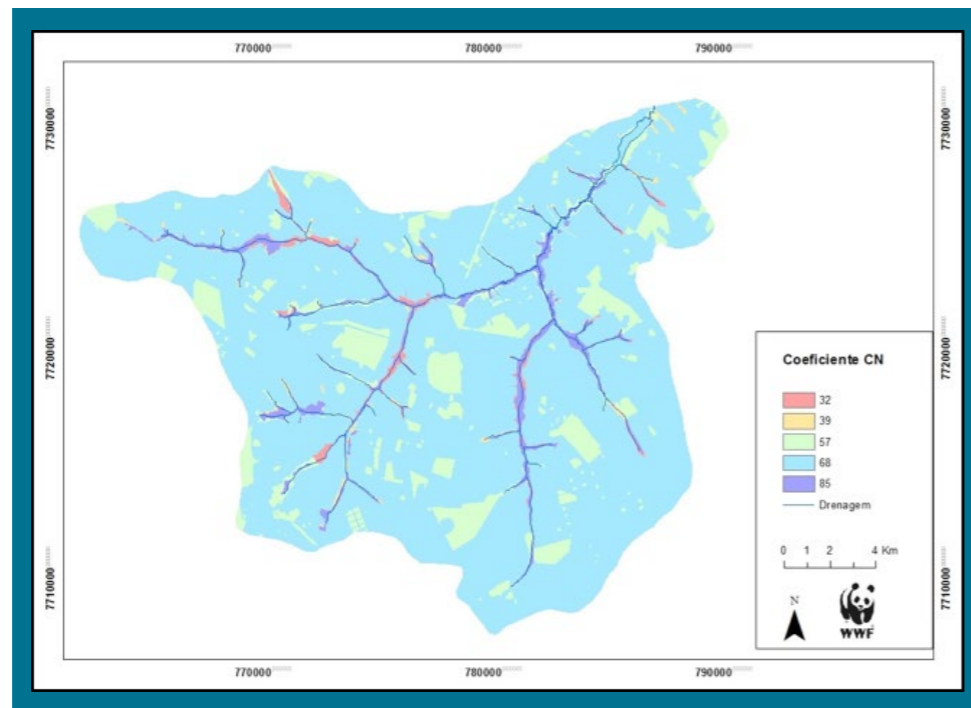


Figura 13. Mapa do coeficiente de escoamento superficial (CN) para a bacia do Guariroba, antes das ações do projeto

A empresa de saneamento Águas de Guariroba, que capta água na bacia, possui capacidade instalada de 1.400 L/s e vazão média captada de 1.110 L/s. A procura de água pela população consumidora do Sistema de Abastecimento Guariroba, cerca de 300 mil pessoas, aumenta nos períodos de estiagem, quando as vazões são reduzidas.

7.2. Melhoria da Qualidade de Água

A melhoria da qualidade da água acontece com a diminuição do aporte de sedimento nos cursos d'água da bacia. Isso permite que os custos de tratamento de água da empresa de saneamento local sejam menores, já que a empresa não precisa mais usar tantos produtos químicos (como o sulfato de alumínio, por exemplo) e a água fica menos turva após as chuvas intensas, causando menos interrupções no abastecimento.

7.3. Diminuição de Erosão nas Glebas Participantes

As ações de conservação do solo e de reflorestamento causam uma grande diminuição da erosão nas propriedades participantes (Figura 14). Isso colabora para um aumento da produção agropecuária (em áreas de pastagem) e florestal (de áreas de silvicultura).

Para medir esse resultado dentro da propriedade, calculamos a diferença entre a erosão média na propriedade, antes e depois das ações do PAB no Guariroba. Calculamos também a perda média de solo nas propriedades, causada pela erosão.

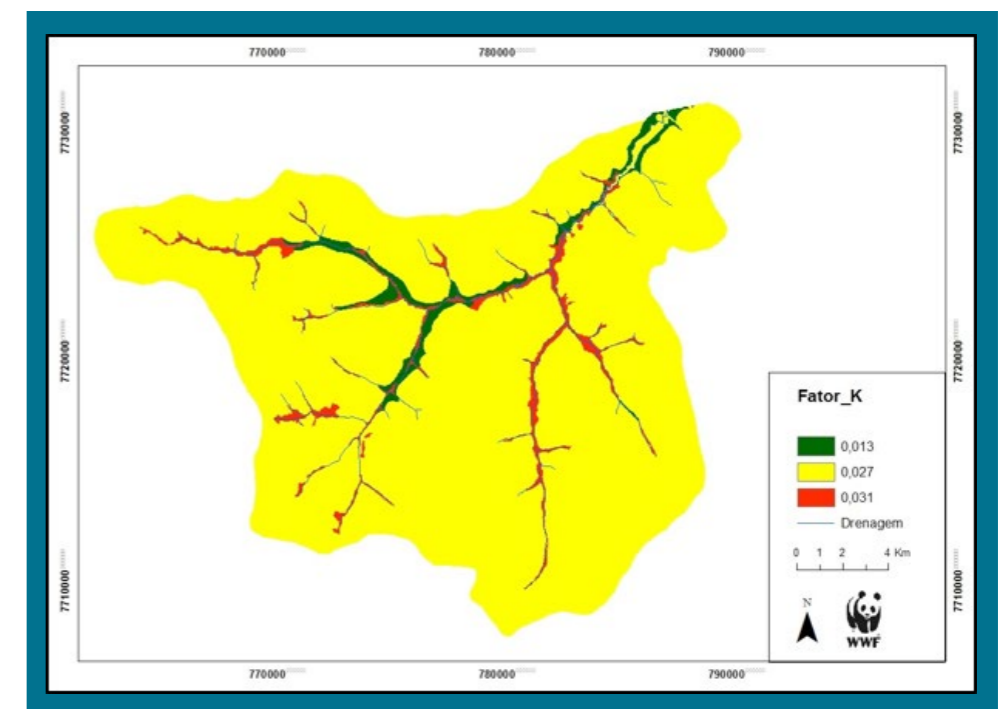


Figura 14. Erosão dos solos da bacia do Guariroba. Adaptado de PMCG (2008)

A perda média de solo na bacia antes das ações do projeto era de 3,8 t/ha.ano. A tolerância de perda de solo é de 10 t/ha.ano, mas como indica a Figura 15, em várias áreas da bacia há valores acima da tolerância de perda de solo, principalmente nas áreas usadas pelo homem.

A Figura 16 mostra que 18.477ha (51% da bacia) estão sofrendo erosão acima da taxa tolerável de perda de solo. É exatamente nessas áreas que ações de conservação precisam ser realizadas.

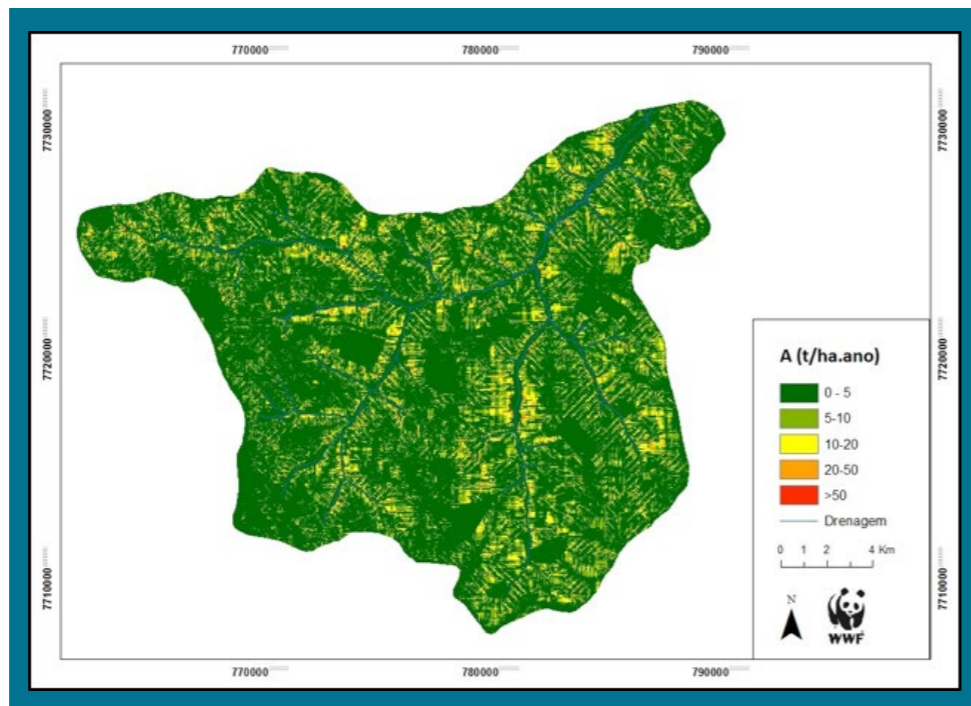


Figura 15. Mapa da perda de solo média anual nas vertentes da bacia do Guariroba, antes das ações do programa

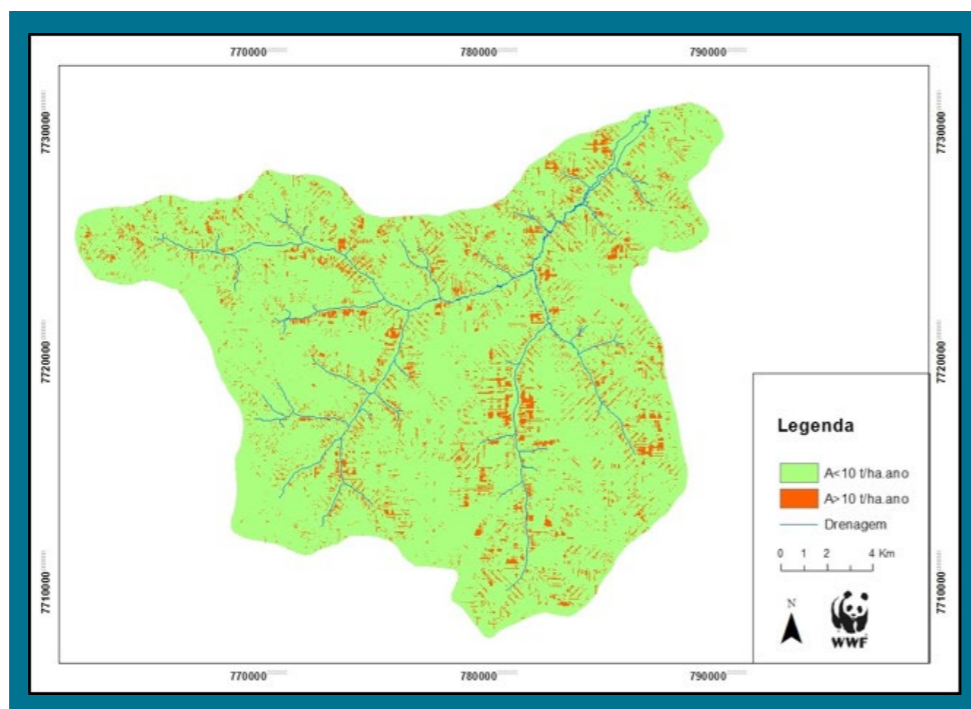


Figura 16. Mapa indicando as áreas com perda de solo (A) maior que a tolerância (T)

Para a conservação do solo e da água do PAB no Guariroba foram feitas ações de implantação de terraços de retenção em áreas com declive superior a 3% (como mostra a Figura 17) e reflorestamento de APPs degradadas ou inexistentes.

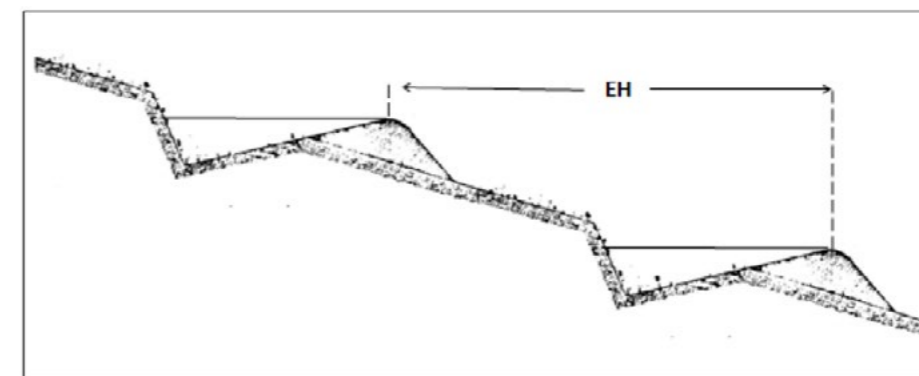


Figura 17. Esquema de terraços de retenção



Com o trabalho de restauração florestal, as nascentes conseguem se recuperar

8. VALORES DOS RESULTADOS SOCIOECONÔMICOS DAS AÇÕES DO PROJETO NA BACIA

Depois de apresentar os serviços relacionados à quantidade e à qualidade de água na bacia, identificamos os resultados socioeconômicos dessas ações.

Resultado	Quem se beneficia	Benefício
Aumento da Quantidade de água	- Empresa de saneamento	- Lucro com o aumento de oferta de água tratada na estiagem
	- Pop. consumidora de água	- Aumento dos consumidores de água
Melhoria da Qualidade da Água	- Empresa de saneamento	- Redução dos custos de tratamento
Redução da Erosão nas Propriedades	- Proprietários rurais	- Aumento da produtividade/renda

Tabela 6. Resultados socioeconômicos das ações do PAB no Guariroba, quem se beneficia e quais os benefícios

8.1. Benefício Econômico para a Empresa de Saneamento com o Aumento de Oferta de Água na Bacia

A concessionária Águas de Guariroba é responsável pelo abastecimento de água de 300 mil pessoas na cidade de Campo Grande-MS. Seu sistema conta com uma barragem de derivação (usada para desviar os cursos da água, conforme Figura 18), uma estação de bombeamento e uma estação de tratamento de água (ETA).

Já que a capacidade do Sistema Guariroba é de 1.400 L/s e que a vazão média é de 1.100 L/s e considerando também que as ações do projeto causaram o aumento de vazão de base nos períodos de estiagem, entendemos que o benefício econômico para a empresa de saneamento local é o lucro que ela consegue com a venda do volume de água tratada adicional para a população. Mais detalhes sobre isso no capítulo 10.



Figura 18. Barragem de derivação do Sistema Guariroba

8.2. Benefício Econômico da Redução dos Custos de Tratamento de Água pela Empresa de Saneamento, causada pela Melhoria da Qualidade da Água na Bacia

A redução do aporte de sedimento na bacia representará redução dos custos de tratamento de água, pois serão usados menos reagentes químicos (como o sulfato de alumínio) e também haverá menos interrupções do tratamento após as chuvas intensas, já que as águas ficarão menos turvas.

Para sabermos qual o benefício econômico da melhoria da qualidade de água com as ações do PAB no Guariroba, usamos como referência uma relação entre a área conservada em bacias do Programa Paraná-Rural, implantado no sudoeste do Paraná, e os custos de tratamento de água da empresa de saneamento estadual (Sanepar). Esta relação é apresentada na Figura 19.

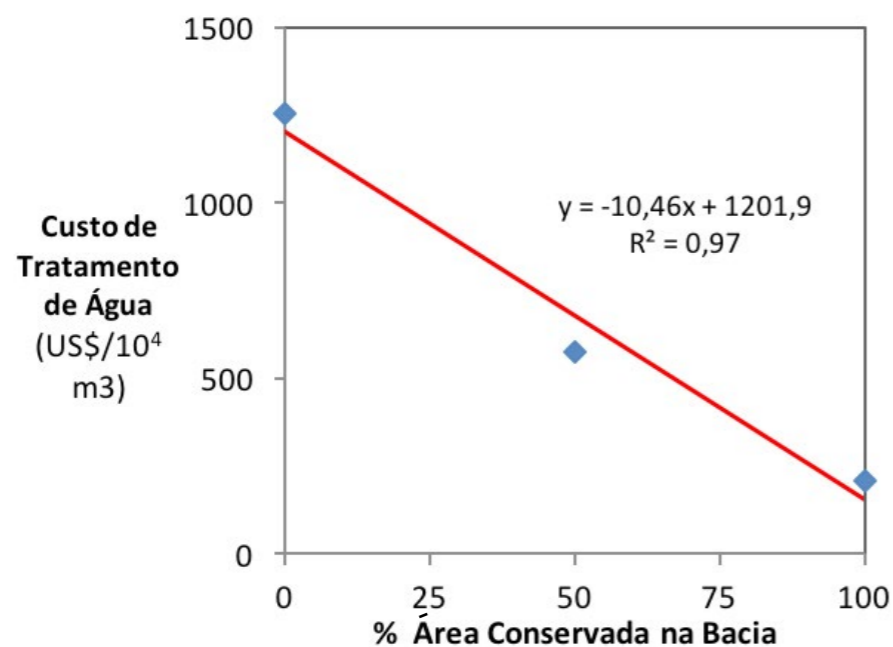


Figura 19. Relação entre o custo de tratamento de água e o percentual de áreas conservadas na bacia. Adaptado de Michelin & Reydon (1990)



18% de todo o sedimento acumulado por causa da erosão chegam anualmente ao reservatório

Assim, considerando a situação antes do projeto (sem áreas conservadas) e a situação após a implantação das ações, conseguimos saber quais são os custos de tratamento de água antes e depois do projeto. A diferença entre as duas situações é o benefício econômico das ações do projeto para a empresa de saneamento.

Os benefícios econômicos para a empresa de saneamento com o aumento da vida útil do reservatório do Sistema Guariroba (Figura 18) não foram analisados, mas acreditamos que sejam importantes, já que 18% de todo o sedimento acumulado por causa da erosão chegam anualmente ao reservatório.

8.3. Aumento do Excedente dos Consumidores de Água (Marshall)

O benefício socioeconômico das ações do projeto na bacia foi calculado pelo modelo do Excedente do Consumidor de Marshall, a partir de análises de oferta e demanda de água tratada pela empresa de saneamento local.

Os 300 mil consumidores de água do Sistema de Abastecimento Guariroba, consumindo um volume de água tratada anual Q_0 (antes do projeto) de $34,69 \times 10^6$ m³, na tarifa média de R\$ 4,00/m³, têm atualmente um excedente do consumidor (E_c) de R\$ 90,2 milhões/ano (Figura 20).

Este excedente representa o benefício atual que os consumidores estão recebendo ao consumirem o volume atual anual de água tratada a um preço (tarifa) médio de R\$ 4,00/m³.

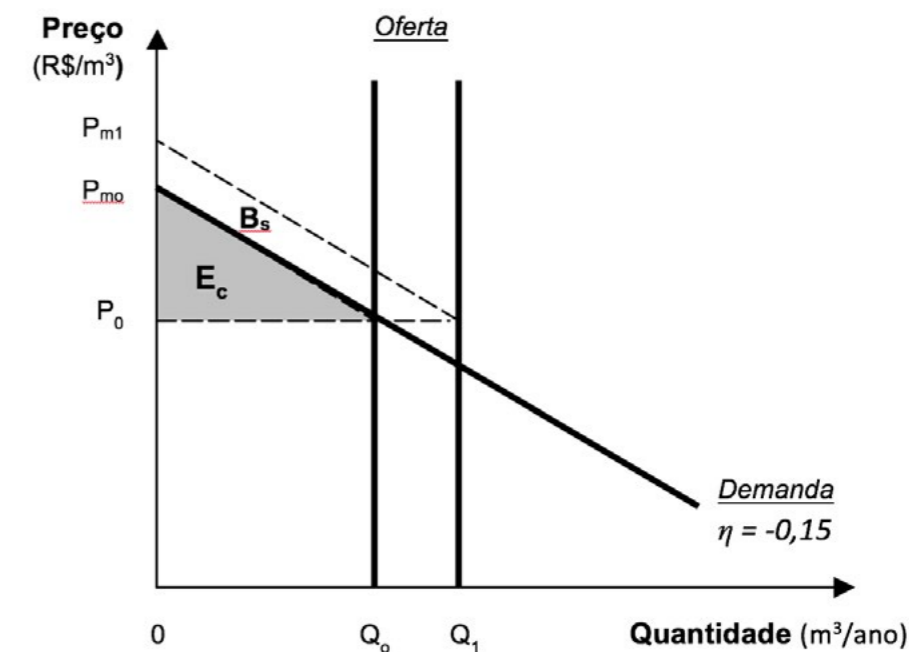


Figura 20. Excedente do consumidor relativo ao consumo de água tratada na bacia do ribeirão Gariroba. Adaptado de Chaves (2010)

O aumento da oferta de água causado pelas ações do projeto resultará um aumento no excedente do consumidor, o que consideramos um benefício social do projeto (Figura 20).

Se a tarifa de água não for alterada na bacia após o projeto, o benefício social do aumento da oferta de água para os consumidores será de acordo com o que mostra a área do trapézio, localizado acima da área destacada na Figura 20.

9. RELAÇÃO BENEFÍCIO/CUSTO DAS AÇÕES DO PROJETO

Na Figura 20 as curvas de oferta de água (Oo e O1) são verticais, porque representam que apenas a empresa local vende água tratada na região. Para definir o preço Po (de equilíbrio) da água tratada foi usada a média das tarifas da empresa de saneamento em 2015, ou seja, R\$ 4,00/m³.

8.4. Benefício Econômico para os Proprietários Rurais Participantes do Projeto

As ações do projeto diminuem a erosão nas propriedades participantes, o que aumenta a produtividade do solo e diminui os riscos de perdas econômicas na produção agropecuária e florestal.

De acordo com Hansen & Ribaudó (2008), o benefício unitário médio da diminuição de erosão na propriedade é de US\$ 1,0/t, equivalente a R\$ 4,00/t (câmbio de novembro/2015).



A bacia do córrego Guariroba abastece cerca de 300 mil pessoas em Campo Grande (MS)

© Eduardo Aigner/WWF-Brasil

Conseguimos estimar a relação entre custo e benefício das ações do projeto, considerando seus custos totais e benefícios totais em cada fase de implantação (Tabela 3).

9.1. Custos Totais das Ações do Projeto

O custo total do projeto é a soma (em valores de dezembro de 2015) dos custos de implantação das ações de reflorestamento, de conservação do solo e de PSA nas 21 propriedades selecionadas, em cada período analisado (Tabela 4).

9.2. Benefícios Totais das Ações do Projeto

Os benefícios estão na qualidade, na quantidade de água e na redução da erosão do solo. Depois de avaliados separadamente, esses benefícios são somados para encontrarmos o benefício total do projeto.

9.3. Relação Benefício/Custo das Ações do Projeto

A relação benefício/custos das ações é calculada quando dividimos o valor dos benefícios totais pelo custo total das ações.

Se o valor for maior que 1,0, o projeto é economicamente viável. Se não for, o retorno econômico é menor que os custos e então consideramos o projeto economicamente inviável.

A Figura 21 representa essas situações.

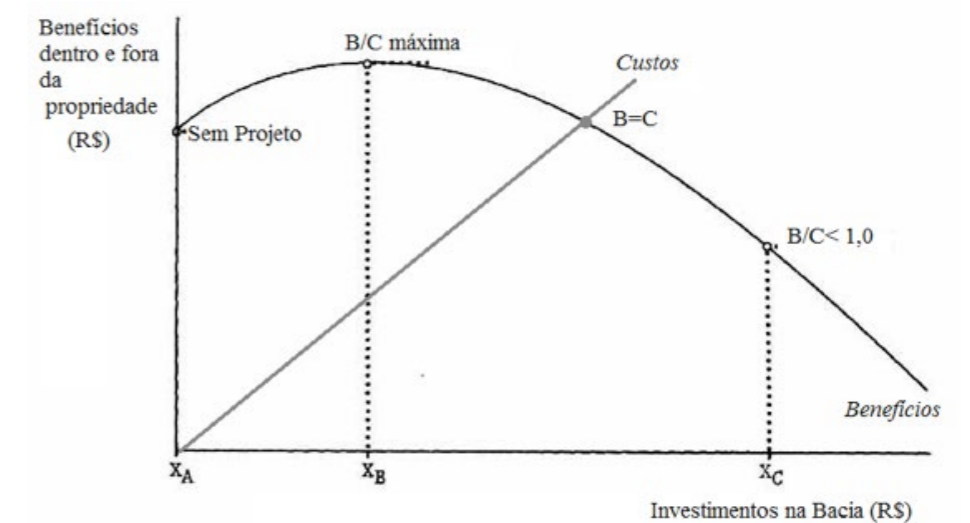


Figura 21. Aplicação da Relação Benefício-Custo em manejo de bacias hidrográficas. Adaptado de Brooks & Gregersen (2014)

10. RESULTADOS DAS AÇÕES DO PROJETO NA BACIA

Os resultados das ações do PAB no Guariroba estão relacionados à quantidade, à qualidade da água na bacia e à diminuição da erosão dentro das propriedades, em cada um dos três períodos analisados. Os benefícios relacionados à quantidade e à qualidade da água acontecem "fora das propriedades" e os benefícios relacionados à diminuição da erosão acontecem "dentro da própria propriedade".

10.1. Resultados do Projeto em relação à Quantidade de Água

A Tabela 7 mostra os resultados das ações do PAB no Guariroba em relação ao aumento da quantidade de água (ΔQ_b) na bacia e o valor disso para a empresa de saneamento e para a população consumidora de água de Campo Grande.

Tabela 7. Resultados das ações do projeto em relação à quantidade de água, nos três períodos analisados

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	ΔQ_b (m ³ /s)	% Cap. S.A.G.
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	0,15	0,15
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	0,22	0,22
2018-27	10 anos	Terrac., Silvíc. e Rest. APP	7.457,7	0,26	0,26

Conforme as ações do projeto são implantadas, aumenta a quantidade de água na bacia. Na coluna da direita é mostrado o percentual da capacidade instalada do Sistema de Abastecimento de Água Guariroba, que é atendido com os aumentos de vazão de base.

10.2. Resultados do projeto em relação à Qualidade de Água

A redução do aporte de sedimento na bacia (ΔY) causa a melhoria da qualidade de água (Tabela 8).

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	ΔY (t/período)
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	1.382
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	3.679
2018-27	10 anos	Terrac., Silvíc. e Rest. APP	7.457,7	7.813

Tabela 8. Resultados das ações do projeto relativos à redução do aporte de sedimento (ΔY) na bacia, nos três períodos

Os benefícios sentidos com a melhoria da qualidade da água na bacia serão percebidos desde o início, pois as ações de terraceamento permitem um ótimo controle do aporte de sedimento.

10.3. Resultados do Projeto com a Diminuição da Erosão nas Propriedades Participantes

As ações de conservação do solo e da água nas propriedades participantes deverão causar uma grande diminuição da erosão nessas propriedades. Esse benefício "dentro das propriedades" ajuda a manter a produtividade agropecuária e florestal dos solos, aumentando a sustentabilidade dessas atividades.

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	ΔA_t (t/período)
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	30.600
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	81.474
2018-27	10 anos	Terrac., Silvíc. e Rest. APP	7.457,7	173.013

Tabela 9. Resultados das ações do projeto com a diminuição da erosão nas propriedades participantes, nos três períodos

Assim como acontece com os benefícios "fora da propriedade", o benefício conseguido com a diminuição da erosão nas propriedades será sentido mesmo no curto prazo, pois as ações de terraceamento já permitem um bom controle da erosão.

10.4. Resultados nas Propriedades Participantes do PAB no Guariroba

Tabela 10. Resultados nas propriedades participantes do projeto com o aumento da vazão de base (ΔQ_b), diminuição da erosão total (ΔA_t), percentual de diminuição de erosão em relação à situação inicial (PAE) e diminuição do aporte de sedimento no curso d'água mais próximo (ΔY)

Propriedade	ΔQ_b (m ³ /s)	ΔA_t (t/ano)	PAE (%)	ΔY (t/ano)
01 – A. Alegre	0,0031	186,1	50,3	46,7
02- B. Vista	0,0044	350,3	45,3	97,5
03 – B. Jardim 1	0,0099	485,5	42,2	107,3
04- B. Jardim 2	0,0091	686,8	43,3	152,9
05 - Cachoeira	0,0093	217,4	69,0	44,5
06 - Cantagalo	0,0743	3.915,7	70,1	974,0
07 – C. Pampas	0,0136	655,9	50,7	164,7
09- Flora	0,0072	582,7	48,6	151,2
10 - Forquilha	0,0015	118,0	44,4	37,7
11 - Guariroba	0,0133	1,230,1	57,4	362,5
12 –Meia Lua	0,0133	74,3	43,5	21,4
13 – M. do Sol	0,0189	1.578,2	54,2	382,2
14 – N. Alvorada	0,0062	411,1	47,7	118,6
15 – P. Guariroba A	0,0306	2.639,4	52,2	677,1
16 – P. Guariroba B	0,0065	259,1	50,6	62,7
17 - Saltinho	0,0063	307,2	45,4	98,2
18 – Santa Elvira	0,0026	115,1	40,5	34,3
19 – Santa Zira	0,0102	634,7	48,8	166,7
20- Sossego	0,0083	1.247,4	70,0	313,3
22 - Tangará	0,0002	13,3	49,4	3,3
23 – Velho Saltinho	0,0222	1.593,1	50,3	379,7
Total	0,2600	17.301,3	-	4.396,7
Média	0,0124	823,9	51,1	209,4

Os benefícios das ações do projeto para as propriedades são importantes. Em média, o aumento da vazão de base seria de 12,4 L/s, a diminuição da erosão seria de 823,9 t/ano, com um percentual de diminuição médio de erosão de 51,1% e uma diminuição média de aporte de sedimento de 209,4 t/ano.

11. VALORES DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DAS AÇÕES DO PROJETO NA BACIA

Cada benefício gerado pelas ações do PAB no Guariroba tem um valor econômico correspondente (Capítulo 7 deste Relatório).

11.1. Valor do Benefício Econômico para a Empresa de Saneamento com o Aumento da Quantidade de Água na Bacia

Conforme indicado no Capítulo 7, os resultados das ações do projeto relacionados com a quantidade de água geram benefícios econômicos para a empresa de saneamento local.

Tabela 11. Benefícios econômicos para a empresa de saneamento local, relativos ao aumento da quantidade de água, nos três períodos do projeto

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	Benef. Econ. (R\$/período)
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	5.805.146,88
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	13.774.924,80
2018-27	10 anos	Terrac., Silv. e Rest. APP	7.457,7	32.797.440,00

A Tabela 11 mostra que as ações geram valores financeiros interessantes desde o início do programa. No longo prazo (2018-2017) os benefícios são maiores, pois o período de análise é maior (10 anos).

11.2. Valor do Benefício Socioeconômico para a População Consumidora com o Aumento da Quantidade de Água na Bacia

No Capítulo 7 também vemos que o aumento da vazão de base durante a estiagem gera um benefício socioeconômico para a população consumidora local, já que aumenta o valor do excedente do consumidor.

Tabela 12. Benefícios socioeconômicos para a população consumidora com o aumento da quantidade de água, nos três períodos do projeto

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	Benef. Econ. (R\$/período)
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	19.396.908,03
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	46.157.314,55
2018-27	10 anos	Terrac., Silv. e Rest. APP	7.457,7	110.419.056,10

Neste caso os benefícios também são maiores no longo prazo (2018-2027), pois o período de análise é maior (10 anos)

11.3. Valor do Benefício Econômico para a Empresa de Saneamento Local com a Melhoria da Qualidade de Água na Bacia

A diminuição do aporte de sedimento na bacia melhora a qualidade da água, gerando, assim, benefícios econômicos para a empresa de saneamento local.

Tabela 13. Benefícios econômicos para a empresa de saneamento local, com a melhoria da qualidade de água, nos três períodos do projeto

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	Benef. Econ. (R\$/período)
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	6.201.716,23
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	14.083.283,12
2018-27	10 anos	Terrac., Silv. e Rest. APP	7.457,7	29.906.149,15

Os valores dos benefícios são maiores no prazo de 2018 a 2027, já que esse é o maior período (10 anos) e os resultados dos três tipos de ações já terão efeito nesse período.

11.4. Benefícios Econômicos para os Proprietários Participantes do Projeto com a Diminuição da Erosão nas Propriedades.

Tabela 14. Benefícios econômicos para os proprietários locais com a diminuição da erosão nas propriedades, nos três períodos do projeto

Período	Duração	Ações Implantadas	Área Acum. (ha)	Benef. Econ. (R\$/período)
2013-15	3 anos	Terraceamento	5.154,9	122.400,69
2013-17	5 anos	Terraceam. e Silvicultura	7.023,9	325.896,92
2018-27	10 anos	Terrac., Silv. e Rest. APP	7.457,7	692.052,00

Neste caso também os valores dos benefícios são maiores no longo prazo (2018-2027) porque os resultados dos três tipos de ações já terão sido sentidos nesse período (10 anos).



Visitas técnicas periódicas são realizadas nas propriedades para acompanhar o andamento do trabalho

12. RELAÇÃO BENEFÍCIO-CUSTO DAS AÇÕES DO PROJETO NA BACIA

A Tabela 15 apresenta a relação Benefício/Custo das ações do PAB na bacia, considerando os custos totais (terraceamento, silvicultura, restauração de APP, PSA e ações planejamento e gestão) e os benefícios totais (quantidade, qualidade de água e diminuição de erosão), nos três períodos analisados.

Tabela 15. Relação Benefício/Custo das ações do PAB no Guariroba, considerando os três períodos analisados

Período	Duração	Custos Totais (R\$/período)	Benefícios Totais (R\$/período)	B/C
2013-15	3 anos	18.063.602,54	31.526.171,83	1,7
2013-17	5 anos	18.063.602,54	74.341.419,38	4,1
2018-27	10 anos	21.384.694,54	173.814.697,25	8,1

Em todos os períodos do projeto a relação benefício/custo foi superior a 1,0, o que indica que ele é economicamente viável. Além disso, com o passar do tempo de implantação do PAB no Guariroba, a relação B/C melhorará e os benefícios do projeto serão mais visíveis.



© Eduardo Agner/WWF-Brasil

Os plantios são realizados sempre com o apoio de parceiros locais, valorizando a mão de obra regional

13. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Programa Água Brasil atuou na bacia por meio do Produtor de Água, da ANA, que em Campo Grande recebe o nome local de Programa Manancial Vivo. Foram realizadas ações de conservação/recuperação e de compensação financeira por serviços ambientais. Foram realizados 21 Projetos Individuais de Propriedades (PIPs), somando uma área total de 7.457,7 ha, sendo que a área total da bacia do Guariroba é de 36.194 ha.

Este trabalho apresenta as características da bacia e as ações do projeto em cada uma das 21 propriedades participantes. Também apresenta os custos, os resultados atingidos e os valores socioeconômicos correspondentes.

A área total de terraceamento foi de 5.155 ha, a área de silvicultura comercial foi de 1.869 ha e a área de restauração de APP foi de 433,8 ha. Os resultados ambientais causados pelo aumento da quantidade de água representarão o aumento da vazão de base, em 2027, de 0,26 m³/s.

As ações do projeto para a melhoria da qualidade da água causarão uma redução de 7.813 toneladas de aporte de sedimento na bacia em 2027. A erosão nas propriedades será diminuída em 173.013 toneladas, contribuindo para a sustentabilidade da produção agropecuária na bacia.

Considerando o longo prazo, o custo total do projeto será R\$ 21.384.694,54 (valores de novembro de 2015). Já os benefícios econômicos em 2027 somarão R\$ 173.814.697,25, o que significa que a relação benefício/custo (B/C) será de 8,1. Isso faz com que o projeto seja considerado altamente viável economicamente.



©WWF-Brasil

No Guariroba, a maior parte das propriedades são de pastos, o que representa um desafio ainda maior para a conservação

14. REFERÊNCIAS

BROOKS, KN & GREGERSEN, HM. The economics of watershed management: Problems and recommendations for project analysis. FAO Report, Rome, 17 p., 2014.

CHAVES, HML. Assessing and mitigating the impacts of climate change and human activities on groundwater quantity and quality of the Guarani Aquifer in Ribeirão Preto, Brasil. *Aqua-LAC*, Vol. 2(1):45-55, 2010.

CHAVES, HML. Avaliação Econômica e Socioambiental do Retorno do Investimento da Implantação do Projeto Produtor de Água na Bacia do Rib. Pipiripau (DF/GO), Brasília, 145 p., 2012.

CHAVES, HML, BRAGA, B; DOMINGUES, AF, e SANTOS, DG. Quantificação dos Benefícios Ambientais e Compensações Financeiras do Programa Produtor de Água (ANA): I. Teoria. *R. Bras. R. Hídricos*, 9(3): 5-14, 2004.

CHAVES, HML, CAMELO, APS, & MENDES, RM. Groundwater recharge as affected by land use change in small catchments: A hydrologic and economic case study in Central Brazil, in Treidel, H. et al. (eds): *Climate change effects on groundwater resources*. CRC, N. York, p. 49-62, 2012.

CHAVES, HML; ROSA, JWC; VADAS, RG; & OLIVEIRA, RVT. Regionalização de vazões mínimas em bacias através de interpolação em sistemas de informação geográfica. *Rev. Bras. Rec. Híd.* 7(3):43-51, 2002.

HANSEN, L. & RIBAUDO, M. Economic measures of soil conservation benefits. Regional values for policy assessment. *USDA-ERS, Tech. Bull. No. 1922*, Washington, 32 p., 2008.

KLOCKING, B & HABERLANDT, U. Impact of land use changes on water dynamics – A case study in temperate, meso and macroscale river basins. *Phys. Chem. Earth*, 27:663-673.

MITASOVA, H., HOFIERKA, J., ZLOCHA, M. & IVERSON, L. R. Modeling topographic potential for erosion and deposition using GIS. *Int. J. of GIS*, 1996.

NATHAN, R. J. & MCMAHON, A. Evaluation of automated techniques for base flow and recession analyses. *Water Resources Research*, v. 26, n. 7, p. 1465-1473, 1990.

RENFRO, GW. Use of erosion equation and sediment delivery ratio to predict sediment yield. *Proc. Sed. Yield Workshop, USDA-ARS-40, Oxford-MS*, 1975.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE. Plano de Proteção da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba – APA do Guariroba, Vol. 1. *JPG Consultoria e Participações*, Campo Grande, 2008, 179 p.

SILVA, A.M. Rainfall erosivity map of Brazil. *Catena* 57:251-259, 2001.

SILVA, CR, CHAVES, HML, & CAMELO, AP. Calibração da MUSLE utilizando dados hidrossedimentológicos locais. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:1431-1439, 2011.

WISCHMEIER, WH & SMITH, DD. Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning. *USDA AH-537*, Washington, 58 p., 1978.



Agosto de 2018