

ENVIRONMENTAL RECOVERY

ENVIRONMENTAL RECOVERY



Case Study: Recovery of the Santo Antônio do Grama stream valley
(Santo Antonio do Grama, MG, Brazil)





RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

RECUPERAÇÃO AMBIENTAL



Estudo de caso: recuperação do vale do
ribeirão Santo Antônio do Grama
(Santo Antônio do Grama, MG, Brasil)







FICHA CATALOGRÁFICA

Simonetti, ACristina

S598r Recuperação ambiental - estudo de caso: recuperação do Vale do
Ribeirão Santo Antônio do Grama / Cristina Simonetti, Elizabeth Neire
da Silva, Luana Oliveira Caló. - Viçosa, 2019.

108p.

1. Meio Ambiente-Minas Gerais. 2.Recursos naturais-conservação-Mi
nas Gerais. I.Silva, Elizabeth Neire da. II.Caló, Luana Oliveira. III.Título.

CDU 504(815.1)

Recuperação Ambiental



Case Study: Recovery of the Santo Antônio do Grama
stream valley
(Santo Antonio do Grama, MG, Brazil)

Publish:
Elizabeth Neire da Silva

REALIZAÇÃO/ EXECUTION
Agroflor Engenharia e Meio Ambiente

APOIO/SUPPORT
Anglo American Mineração S/A

EDITOR/PUBLISH
Elizabeth Neire da Silva

TEXTOS/TEXTS
Cristina Simonetti
Elizabeth Neire da Silva
Luana Oliveira Caló

PROJETO GRÁFICO/GRAFIC DESIGN
Thaís Lopes Siqueira

FOTOGRAFIA/PHOTO
Rodrigo Carvalho Gonçalves
Saymon Felipe Eugênio Bittencourt
Acervo Agroflor (Archive)

REVISÃO DE TEXTOS/PROOFREADING
Daniele R. Silva de Freitas

VERSÃO EM INGLÊS/ENGLISH VERSION
Bruno de Menezes
Mzs Translations


COLABORAÇÃO/COLLABORATION
Alessandra Lopes Fontes
Bianca da Silva Dias Soares
Bianca Fernandes Darissi
Carla Camilo de Campos
Cibele Chaves Souza
Claudiana Paula de Souza Sales
Claudio Ferreira Armiliato
Daniel Cursi Nazareth
Dario Orlandini
Élen da Conceição Menez
Felipe Leles Abreu Silva
Fernando Antônio de Souza Rodrigues
Gabriel Vargas Mendonça
Gilcimar Pires Cabral Oliveira
Gustavo Dias de Castro
Harvey Orlando Pengel
Igor Batista Brinati
Isabela Cândida Corradi Diniz
Josimar Daniel Gomes
Kallil Chaves Castro
Lorena Moreira Tavares
Luis Gustavo Dias
Marcelo Christovam Simões
Mariana Campos Abreu Alves
Marília Braz de Carvalho
Otávio Ribeiro de Castro
Rafaela Vale dos Santos Pereira
Ricardo Soares Ramos
Ricardo Lourenço Ordone Enes
Rogerio Vasconcellos Pinto
Tiago Moreira Alves
Vanessa Pataro Maffia
Welton dos Reis Gomes

Recuperação Ambiental



**Estudo de caso: recuperação do vale do ribeirão Santo Antônio
do Grama (Santo Antônio do Grama, MG, Brasil)**

Edição:
Elizabeth Neire da Silva



“O ambiente é o que somos em nós mesmos.
Nós e o ambiente somos dois processos diferentes;
nós somos o ambiente e o ambiente somos nós.”
Jiddu Krishnamurti

*“The environment is what we are within ourselves.
We and the environment are two different processes,
we are the environment”
Jiddu Krishnamurti*



Sumário/Summary

Agradecimentos /Acknowledgements.....	21
Apresentação/Introduction.....	23
Prefácio/Foreword.....	24
O incidente/The incident.....	31
Mobilização de equipes/Staff mobilization.....	38
Mobilização social/Social mobilization.....	39
A recuperação/The recovery.....	43
Remoção do minério/Ore removal.....	47
Plano de recuperação/Recovery plan.....	51
Diagnóstico ambiental/Environmental diagnosis.....	55
Ações mandatórias/Mandatory actions.....	64
Ações compensatórias/Compensatory action.....	65
Revegetação/Revegetation.....	67
Escolha de espécies/Choice of species.....	69
Estratégias de restauração/Recovery strategies.....	73
Ações estruturantes/Structural actions.....	75
Educação ambiental/Environmental education.....	78
Bebedouros/Drinking fountains.....	79
Cercamento/Fencing.....	80
Poleiros artificiais/Artificial perchs.....	81
Ações estabilizantes/Stabilizer actions.....	83
Paliçadas/Palisades.....	86
Rip-Rap/Rip-rap.....	87
Enronçamento/Rockfill.....	88
Capim vetiver/Vetiver grass.....	89
Ações de revegetação/Revegetation actions.....	91
Hidrosemadura/Hydroseeding.....	94
Plantio/Planting.....	95
Semeio de espécies nativas/Seeding of native species.....	96
Plantio multiclasse/Multi-class planting.....	97
Transplante de aquáticas nativas/Transplant of native aquatics.....	100
Canaleta verde/Green gutter.....	101
Ações de monitoramento/Monitoring actions.....	105
Experimentos/Experiments.....	107
Resultados/Results.....	108





Agradecimentos

Esta é uma história de sucesso. E todo sucesso é fruto de um trabalho de equipe. Concluir esse projeto só foi possível graças ao apoio e confiança de muitos, todos os que ajudaram a torná-lo uma realidade. Nossos agradecimentos:

À Gerência de Meio Ambiente da Anglo American, que confiou em nossa equipe desde o primeiro momento e acreditou na inovação, o que foi fundamental para a concretização deste trabalho. Agradecemos especialmente Gilcimar Oliveira, que conduziu todas as ações emergenciais, e Thiago Alves, que acreditou em nossa capacidade de superar as expectativas, permitindo que as ações fossem além das obrigações legais, e nos possibilitou documentar o trabalho e registrá-lo aqui, compartilhando e eternizando nosso aprendizado e nossa experiência.

Ao Rogério Vasconcellos, fonte de conhecimento e mentor intelectual, que acompanhou desde o primeiro momento todas as ações e cujas contribuições técnicas foram muito construtivas e relevantes.

A todas as empresas que participaram das ações emergenciais, como parceiros em uma só missão, não como concorrentes.

À equipe técnica da Agroflor Engenharia e Meio Ambiente, aqueles que atuaram diretamente ou indiretamente, que assumiram como missão pessoal este desafio.

A todos moradores de Santo Antônio do Grama. Foram muitas as pessoas que nos apoiaram de forma direta, principalmente os proprietários que, reconhecendo que o meio ambiente é prioridade para todos nós, abriram seus lares e propriedades, permitindo o desenvolvimento das nossas atividades.

Agradecemos muito, por fim, a todos que colaboraram para o êxito deste trabalho.

As autoras

Acknowledgements

This is a successful story. And every success is the result of teamwork. Completing this project was only possible thanks to the support and trust of many people, who all helped make it a reality. Our sincerely acknowledgments:

To Anglo American's Environmental Management, who trusted our team from the very first moment and believed in innovation, which was fundamental to perform this work. We let special thanks to Gilcimar Oliveira, who led all emergency actions, and Thiago Alves, who believed in our ability to exceed expectations, permitted actions to go beyond legal obligations, as well as allowing us to document the work and record it in these pages, sharing and eternalizing our learning and our experience.

To Rogério Vasconcellos, source of knowledge and intellectual mentorship, who accompanied from the outset all actions, and whose technical contributions were very constructive and relevant.

To all companies that participated in the emergency actions, who actually were partners in a unique mission, not competitors.

To the Agroflor Engenharia e Ambiente technical team, who acted directly or indirectly, who took on this challenge as a personal mission.

To all residents of Santo Antônio do Grama. Many people directly supported us, especially the land owners who recognized that environment is a priority for all of us and opened their homes and properties by allowing the development of our activities.

Lastly, thank you very much to all who contributed to the success of this work.

Authors



Apresentação

Introduction

Em março de 2018 duas rupturas no mineroduto do Projeto Minas Rio da Anglo American causaram vazamentos de polpa de minério de ferro no ribeirão Santo Antônio do Grama, no município homônimo, em Minas Gerais.

Em poucas horas foram realizadas diversas ações emergenciais, destinadas a conter os vazamentos e minimizar seus impactos. É difícil acreditar que um incidente poderia proporcionar mudanças positivas, além de um imensurável aprendizado no que tange à recuperação de áreas degradadas. Sem menosprezar o incidente, ressalta-se a oportunidade de aprender e evoluir em meio a adversidades, já que os desafios são sempre impulsionadores da inovação.

Este livro apresenta um estudo de caso de recuperação de terrenos e da vegetação, das técnicas empregadas na calha e margens do ribeirão Santo Antônio do Grama, em um trecho de aproximadamente 8 quilômetros. É um testemunho de um esforço conjunto de uma equipe integrada e experiente que conseguiu melhorar as condições pré incidente do curso d'água, que abastece o município, e de suas margens, ao remodelar a calha de acordo com a dinâmica fluvial e favorecer o reestabelecimento da vegetação.

Usaram-se diferentes técnicas de recuperação de áreas degradadas, algumas inovadoras, que poderão servir como subsídio para a revisão de conceitos e procedimentos. O enfrentamento corajoso das consequências do incidente trouxe ganhos ambientais à área, permitindo transformar positiva e rapidamente o cenário impactado.

In March 2018, two ruptures in the Anglo American's Minas Rio Project pipeline caused iron ore slurry leaks in the Santo Antônio do Grama stream, in the homonymous municipality in the state of Minas Gerais.

Within a few hours, several emergency actions were carried out to contain the leaks and minimize their impacts. It is hard to believe that an incident could bring about positive changes and immeasurable learning regarding the recovery of degraded areas. Without neglecting the incident, we highlight the opportunity to learn and evolve in the face of adversity, as challenges are always drivers of innovation.

This book presents a case study of land and vegetation recovery, the techniques used in the gutters and margins of the Santo Antônio do Grama stream, in an approximately 8 km stretch. It is a testimonial of the joint effort of an integrated and experienced team that has managed to improve the pre-incident conditions of the watercourse. This stream supplies the municipality and its margins by remodeling the gutter in line with the river dynamics and by favoring vegetation re-establishment.

Different techniques for the recovery of degraded areas were used. Some were innovative, which may serve as a support for the review of concepts and procedures. The courageous confrontation of the consequences from the incident brought environmental gains to the area, enabling the impacted scenario to be positively and rapidly transformed.

Prefácio



Aldo Souza
Diretor de Saúde, Segurança e Desenvolvimento Sustentável

Na manhã de 12 de março de 2018, uma segunda-feira de verão tipicamente ensolarada, fomos surpreendidos pela notícia de uma falha no Mineroduto Minas-Rio, na zona rural de Santo Antônio do Grama, interior de Minas Gerais, que resultou no vazamento de polpa de minério, impactando o ribeirão de mesmo nome.

Sem hesitar, boa parte de nosso time se deslocou para o local, imbuídos do mais legítimo senso de urgência e de responsabilidade. Mais do que tudo, nossa preocupação era com a segurança das pessoas, comunidades e colaboradores, além da mitigação dos impactos ambientais. Após três semanas de árduos esforços, a situação estava controlada. Voltaríamos a operar.

Contudo, na noite de quinta-feira, dia 29

de Março, véspera de feriado, o maior mineroduto do mundo falharia novamente. Naturalmente, um turbilhão de pensamentos e sentimentos passavam por nossas mentes. Reunimos mais uma vez. Por trás dos rostos cansados de nossos colaboradores e parceiros, sabíamos que uma nova e longa jornada se descortinava. Naquele momento, a colaboração nos unia. Era preciso tomar as decisões corretas. Imediatamente, nosso CEO, Ruben Fernandes, declarava a interrupção das operações por tempo indeterminado. Mobilizamos, mais uma vez, todos os esforços para uma resposta imediata, mas, acima de tudo, respeitosa para com nossas comunidades anfitriãs. Foram 8 longos meses até que pudéssemos, novamente, operar.

Nesse período, trabalhamos em muitas frentes: garantia de abastecimento; infraestrutura; investimentos sociais; parcerias com o poder público; contenção e limpeza do curso d'água. Além disso, aplicamos toda tecnologia disponível para entender as causas dos incidentes e garantir uma retomada efetiva e segura.

Em Conceição do Mato Dentro, base da maior parte de nossos colaboradores, desenvolvemos uma série de iniciativas, marcadas pela inovação, como suporte aos nossos colaboradores em férias coletivas ou suspensão temporária do contrato de trabalho: o chamado Programa Lótus. É preciso dizer: ao longo

desse período, mantivemos todos os postos de trabalho existentes em nosso negócio, demonstrando legítima preocupação e respeito.

Uma dessas frentes de trabalho foi a recuperação ambiental do vale do ribeirão Santo Antônio do Grama. Montamos uma base para acompanhar e monitorar todas as nossas ações e construímos uma adutora de água em tempo recorde, garantindo que não houvesse prejuízo no abastecimento de água do município. Imediatamente, iniciamos avaliações e monitoramento dos impactos diretos e indiretos gerados, incluindo água, fauna, flora e socioeconomia.

Durante os primeiros esforços, realizamos a construção de contenções para mitigar o impacto ocorrido e, rapidamente, iniciamos a retirada de todo o minério da calha do ribeirão. Nesse momento, vislumbramos a possibilidade de ir além: era necessário gerar impacto ambiental positivo na região, como forma de compensar as decorrências dos incidentes. Propusemos e debatemos com várias partes interessadas, sempre com total integridade e transparência, a aplicação de um Programa de Recuperação de Áreas Degradadas Compensatório, a jusante do local dos vazamentos, para garantia de qualidade ambiental e da recuperação dos serviços ecossistêmicos do curso d'água, já impactado por atividades diversas ao longo do tempo.

O plano de recuperação ambiental, fundamentado em dados locais, resultou na apli-

cação das melhores técnicas possíveis, por quase 8 quilômetros. Foram realizadas obras de bioengenharia; suavização da calha do ribeirão; revegetação; semeadura; plantios; transplante de árvores e espécies aquáticas; e instalação de poleiros artificiais. Um total de 435 colaboradores locais participaram dos esforços para entrega de um ribeirão estável, com função ecológica e capaz de prover água, refúgios de fauna e biodiversidade para o meio ambiente e às comunidades locais.

Muitos meses se passaram desde o primeiro vazamento. Hoje, como empresa, somos mais fortes e entregamos resultados melhores. Os aprendizados desse momento difícil nunca serão esquecidos. De certa forma, foi um de nossos melhores momentos. O momento em que reinventamos a Anglo American no Brasil.

Esse livro conta uma parte dessa história, da qual podemos, hoje, dizer que nos orgulhamos.

Esperamos que tenha uma agradável leitura.

Foreword



Aldo Souza
Executive Director - Health,
Safety and Sustainable Development

On the morning of March 12, 2018, a usual sunny summer Monday, we were surprised by the bad news of a failure in the Minas-Rio pipeline at Santo Antonio do Grama, countryside area of Minas Gerais, which resulted in the leakage of ore pulp and led to impacts in the Santo Antônio stream.

Without hesitation, most of our team moved to the site with the most legitimate sense of urgency and responsibility. More than anything, we were concerned with people, communities and employees' safety, as well as environmental impacts. After three weeks of hard work, the situation was under control. We were back to business.

However, on the Thursday night, March 29, holiday eve, the world's largest pipeline had

failed again. Naturally, a whirlwind of thoughts and feelings ran through our minds. We met once more. The tired faces of our employees and partners knew that a new and long journey were coming. At that moment, collaboration united us. The right decisions had to be taken. Immediately, our CEO, Ruben Fernandes, suspended the operations indefinitely. We once again mobilize every effort for an immediate but respectful response to our host communities. It was 8 months until we could once again operate.

During this period, we worked on many fronts. Everything to ensure supply, infrastructure, social investments, partnerships with the government, as well containment and cleaning of the watercourse. In addition, we apply all available technology to understand the causes of incidents and ensure effective and safe resumption.

In Conceição do Mato Dentro, where most of our employees were headquartered, we developed a series of innovative initiatives to support our employees on a collective vacation or temporary suspension of their work contract: the so-called Lotus Program. Needless to say: throughout this period, we maintained all the existing jobs in our business, demonstrating legitimate concern and respect.

One of these fronts was the environmental recovery of Santo Antônio do Grama

stream valley. We set up a base to follow up and monitor all actions performed and we built a water main within a record time, which ensures zero damage to the municipal water supply. After that, we immediately started to evaluate and monitor the direct and indirect impacts, i.e. water, fauna, flora and Socioeconomics.

During the first efforts for immediate response, we built containments to mitigate the impacts and we quickly began removing all ore from the stream chute. At this point, we were able to go further: it was necessary to generate a positive environmental impact in the region to compensate the population for the incidents. Based on full integrity and transparency, we proposed and discussed with various stakeholders the deployment of a Compensatory Program for Degraded Area Recovery, downstream the leak location, as to ensure environmental quality and the recovery of waterway ecosystem services, which were already impacted by several activities over the time.

The environmental recovery plan, based on local data, resulted in the application of the best possible techniques for almost 8 kilometers. We apply the best environmental recovery techniques: planting, retaining, sowing, tree transplanting, installation of artificial perches. 435 local employees participated in efforts to deliver a stable, ecologically-friendly stream to provide water, wildlife and biodiversity refuges

for the environment and local communities.

Many months have passed since the first leak. Today, as a company, we are stronger and deliver better results. The lessons learned from this difficulty will never be forgotten. In a certain way, it was one of our best moments. The moment we reinvented Anglo American in Brazil.

This book tells a part of this story, of which we are proud.

Hope you have a nice read.





O incidente

The incident

As ações apresentadas aqui são resultado de um intenso trabalho técnico, para reverter os danos e compensar os impactos ambientais causados pelos dois vazamentos.

O primeiro vazamento da polpa de minério de ferro ocorreu no dia 12 de março, a 100 metros da estação de Bombas 02, próximo ao maciço da Barragem de Emergência.

O segundo vazamento, em 29 de março, foi a 220 metros a montante do primeiro, atingindo uma área de pastagem vizinha e o ribeirão Santo Antônio do Grama. No total, cerca de 482 toneladas de polpa de minério, classificado como resíduo não perigoso, chegaram ao ribeirão Santo Antônio do Grama.

Imediatamente foram acionados os planos de emergência para contenção dos danos e em seguida procedeu-se aos trabalhos de recuperação ambiental, com investimentos da Anglo American para garantir a reabilitação do curso d'água e de suas margens, nas porções inseridas nas áreas de preservação permanente (APPs).

The actions presented here are the result of intense technical work to reverse the damage and offset the environmental impacts caused by the two leaks.

The first iron ore slurry leak occurred on March 12, 100 meters away from pump 02 station, near the Emergency Dam massif.

The second leak happened on March 29, 220 meters away from the upstream from the first leak. The second leak reached a neighboring pasture area and the Santo Antônio do Grama stream. In total, around 482 tons of ore slurry, classified as non-hazardous waste, reached the Santo Antônio do Grama stream.

Immediate emergency plans for damage containment were triggered and then environmental recovery work was carried out, with Anglo American investments to ensure the rehabilitation of the watercourse and its margins, in the portions of the permanent preservation areas. (PPAs).

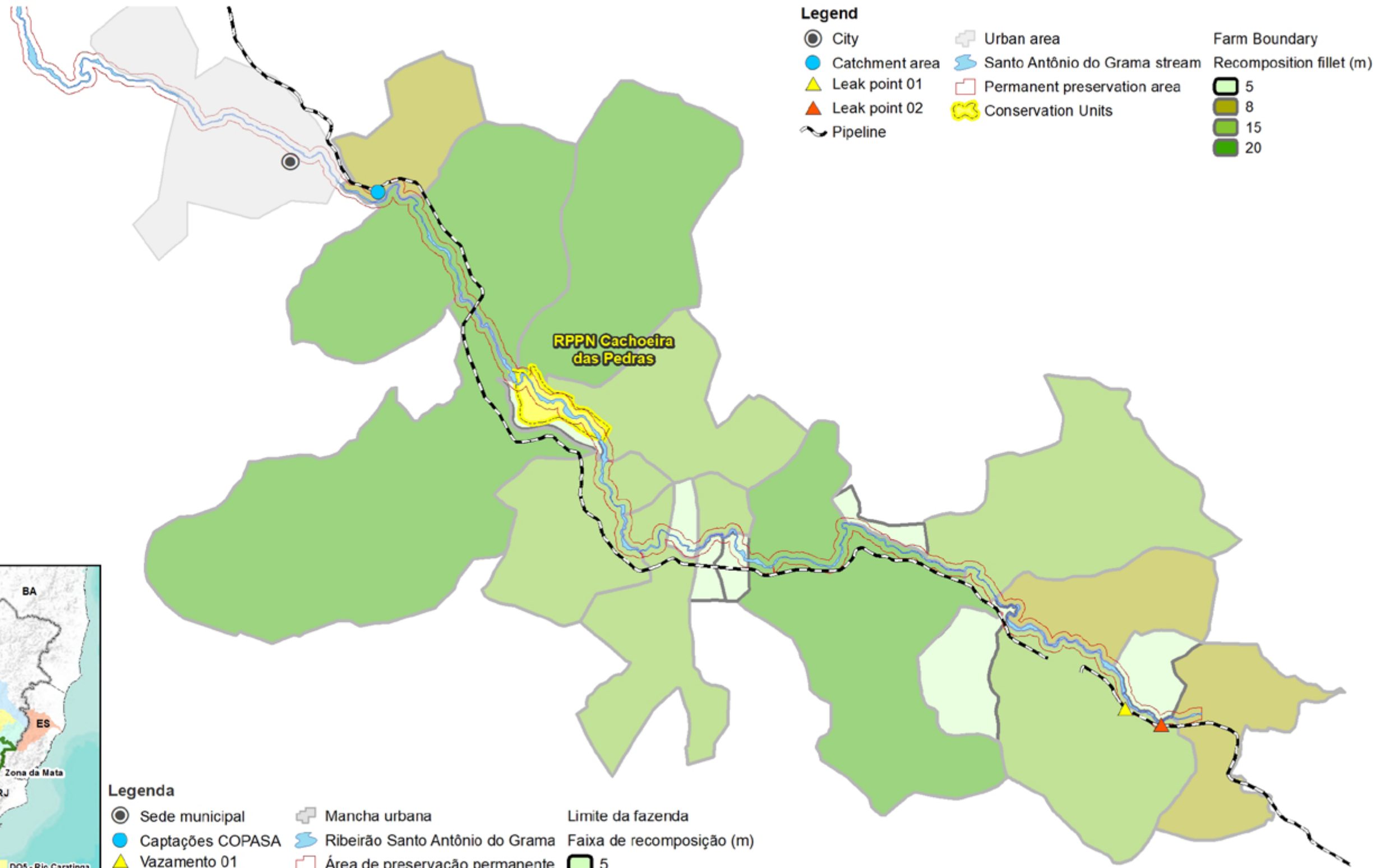


Vazamento/leak 12/03/2018

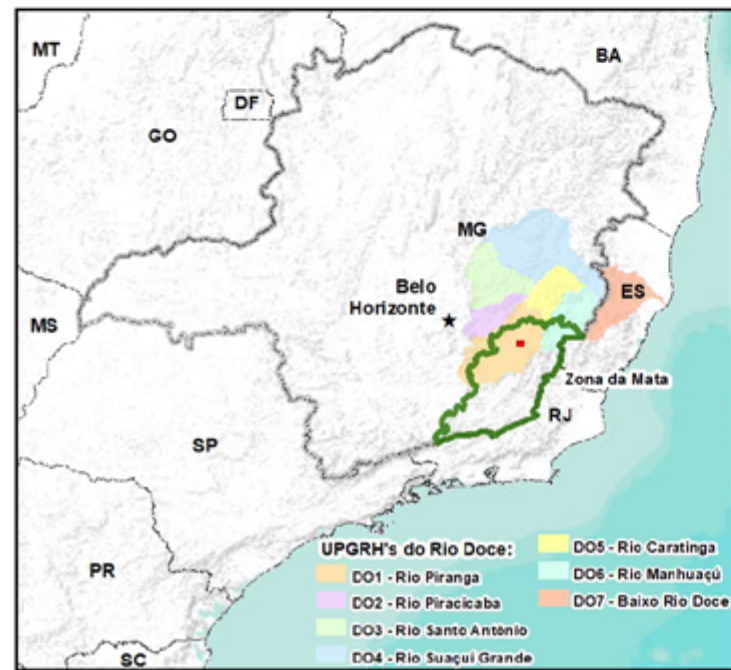


Vazamento/leak 29/03/2018

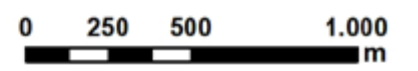




- Legend**
- City
 - Catchment area
 - ▲ Leak point 01
 - ▲ Leak point 02
 - ~ Pipeline
 - Urban area
 - Santo Antônio do Gramma stream
 - Permanent preservation area
 - Conservation Units
 - Farm Boundary
 - Recomposition fillet (m)
 - 5
 - 8
 - 15
 - 20



- Legenda**
- Sede municipal
 - Captações COPASA
 - ▲ Vazamento 01
 - ▲ Vazamento 02
 - ~ Eixo do Mineroduto
 - Mancha urbana
 - Ribeirão Santo Antônio do Gramma
 - Área de preservação permanente
 - Unidades de Conservação
 - Limite da fazenda
 - Faixa de recomposição (m)
 - 5
 - 8
 - 15
 - 20





Mobilização de equipes

Teams mobilization

Foram mobilizados 435 trabalhadores diretos, além de várias equipes especializadas, para as ações emergenciais, que incluíram cadastramento de proprietários, remoção da polpa de minério, elaboração dos projetos de recuperação e bioengenharia, atividades de educação ambiental, monitoramento, obras e plantios. Nas contratações, priorizou-se sempre a mão de obra local.

About 435 direct workers were mobilized, as well as several specialized teams, for emergency actions, which included land owners registration, ore slurry removal, construction of recovery and bioengineering projects, environmental education, monitoring, construction and planting activities. In the hiring, the local workforce was always prioritized.

Mobilização social

Social mobilization

Desde o primeiro momento, estabeleceram-se canais de comunicação com a comunidade, para transmitir todas as informações necessárias sobre o incidente e a evolução das ações emergenciais, à medida que eram definidas, executadas e concluídas.

Foram também implementadas ações de educação ambiental, junto com as demais atividades, com o objetivo de aumentar o conhecimento da comunidade local acerca das ações e das melhorias ambientais promovidas pela recuperação.

From the first moment, communication gutters were established with the community to transmit all necessary information about the incident and the evolution of emergency actions, as they were defined, executed and completed.

Environmental education actions were also implemented, along with other activities, in order to increase the local community's knowledge about the actions and environmental improvements promoted by the recovery.







A recuperação

The recovery

Logo após cada vazamento, implementaram-se medidas emergenciais, incluindo as previstas no Plano de Ações Emergenciais (PAE) do Projeto Minas-Rio, e deu-se início às ações determinadas no processo de licenciamento ambiental ou de reparação relacionado aos incidentes.

Visando prevenir ou diminuir novos impactos, foram adotados principalmente métodos manuais na remoção da polpa de minério de ferro, minimizando como possível a mecanização.

Considerando que a maior degradação da área é o uso agropecuário, concentrado no fundo de vale, buscou-se também promover impactos positivos, contribuindo com a melhoria da qualidade de vida da população afetada e com um modelo que pode ser referência na recuperação ambiental.

As ações de recuperação dividiram-se em duas grandes etapas. Na primeira implementaram-se ações emergenciais, como a manutenção dos tubos, remoção do minério e a limpeza da calha do rio. A segunda concentrou-se na elaboração e execução do plano de recuperação de áreas degradadas (PRAD) da área afetada, uma das medidas mitigadoras e compensatórias relacionadas aos vazamentos.

Immediately after each leak, emergency measures were implemented, including those provided for in the Minas-Rio Project Emergency Action Plan (EAP), and actions were initiated in the environmental licensing or recovery process related to incidents.

Aiming at preventing or reducing new impacts, manual methods were mainly adopted to remove iron ore slurry, minimizing mechanization as possible.

Considering that the greatest degradation of the area is the agricultural use, concentrated deep in the valley, positive impacts were promoted by improving the affected population's quality of life and a model that can be a reference in environmental recovery.

The recovery actions were divided into two major stages. In the first, emergency actions were implemented, such as pipe maintenance, ore removal and river gutter cleaning. The second one focused on the construction and implementation of the degraded area recovery plan (DARP) in the affected area, one of the mitigation and compensatory measures related to the leaks.





Remoção do minério

Deu-se imediatamente início à remoção do minério de ferro depositado no leito e margens do ribeirão, em um primeiro momento nas áreas de maior acumulação. Foram adotadas técnicas de limpeza manual, lavagem do minério e sucção, sem usar máquinas pesadas no leito do rio.

Aproximadamente 23.737 toneladas de material foram removidos nas limpezas emergenciais, até o final de maio de 2018. A remoção manual e mecanizada dos sedimentos residuais continuou e foi concluída conforme planejado, antes do final de dezembro do mesmo ano.

Ore removal

The immediate removal of the iron ore deposited in the bed and margins of the stream initially began in the areas of greater accumulation. Manual cleaning, ore washing and suction techniques were adopted, without heavy machinery on the riverbed.

Approximately 23,737 tons of material were removed at emergency cleanings by the end of May 2018. Manual and mechanized removal of residual sediments continued and everything was completed as planned before the end of December of the same year.



Plano de recuperação

Recovery plan

A área onde se procedeu às ações de recuperação abrange 18 propriedades rurais ao longo de 8 quilômetros da calha do ribeirão, em APPs, historicamente de uso consolidado, principalmente pela pecuária. Dominadas por pastagens, as APPs também concentravam residências e outras instalações das propriedades.

O objetivo principal do projeto de recuperação foi criar um roteiro sistemático com informações e especificações técnicas. O processo de elaboração foi complexo, envolvendo conhecimentos de áreas diversas.

Procedimentos generalistas não se aplicavam à área e definiram-se ações específicas para cada situação. Além disso, era de vital importância o interesse do proprietário do terreno. Os atores sociais e as atividades econômicas desenvolvidas na área foram considerados no projeto, visando não apenas recuperar o meio como também melhorar a qualidade ambiental da área afetada.

Em linhas gerais, procedeu-se, nesta ordem, ao diagnóstico da área afetada e arredores, ao reconhecimento dos focos de degradação, à definição das técnicas de recuperação, à elaboração do projeto, à execução do projeto, ao monitoramento e avaliação das ações e à apresentação dos resultados. A elaboração do projeto foi iniciada imediatamente após as primeiras ações emergenciais e concluída em junho de 2018. Algumas das ações são apresentadas a seguir:

The recovery actions were carried out in an area covering 18 rural properties throughout 8 km of the stream gutter, in PPAs, historically used by livestock. Pasture-dominated, PPAs also concentrated households and other property facilities.

The main goal of the recovery project was to create a systematic road map with information and technical specifications. The elaboration process was complex, involving knowledge from different areas.

General procedures did not apply to the area and specific actions were defined for each situation. Also, it was of critical importance the interest of the land owner. The social actors and economic activities developed in the area were considered in the project, aiming not only to recover the environment, but also improving the environmental quality of the affected area.

The affected area and its surroundings were diagnosed in the following order: recognition of the degradation areas, establishment of recovery techniques, project elaboration, project deployment, monitoring and evaluation of the actions, and, finally, presentation of the results. The project elaboration began immediately after the first emergency actions and it was completed in June 2018. Some of the actions are as follows:





Diagnóstico ambiental

Environmental diagnosis

O diagnóstico do ribeirão Santo Antônio do Grama construiu um quadro real da situação da área, obteve informações, identificou os aspectos ambientais, servindo de base à definição das ações e técnicas específicas e à tomada de decisões.

Com base no diagnóstico e na integração dos dados, definiram-se as ações específicas, técnicas de recuperação e as estratégias de implementação do projeto. O projeto tratou das ações mandatórias e compensatórias. As mandatórias são as diretamente relacionadas aos incidentes, destinadas a tratar de erosões e deposições pontuais e pequenos solapamentos das margens, resultantes das obras emergenciais, e concentradas nos sistemas temporários de contenção de sedimentos. As compensatórias foram além das áreas afetadas pelos vazamentos e incorporaram a reparação de danos históricos ao ribeirão.

O diagnóstico foi elaborado por uma equipe multidisciplinar a partir de levantamentos de campo e, no caso das águas, considerando os parâmetros da legislação. Revelou a ação da erosão fluvial na calha e terraços e das águas de escoamento superficial laminar ou em sulcos, processos comuns na área e na região, desencadeado pela degradação dos terrenos e pela vegetação antrópica predominantemente herbácea que há muito substituiu as florestas naturais.

Os campos antrópicos, sobretudo nas encostas, quando muito, retêm um percentual pe-

The diagnosis of the Santo Antônio do Grama stream built a real picture of the area's situation, obtained information and identified the environmental aspects, serving as a basis for the definition of specific actions and techniques, and for decision making.

Based on the diagnosis and data integration, specific actions, recovery techniques and project implementation strategies were defined. The project dealt with mandatory and compensatory actions. Mandatory actions are those directly related to incidents, intended to deal with erosion and punctual deposition, and small margin undermining resulting from emergency works, and concentrated on temporary sediment containment systems. Compensation actions went beyond the areas affected by the leaks and incorporated the repair of historical damages to the stream.

The diagnosis was made by a multidisciplinary team based on field surveys, and the legislation parameters were considered for water issues. Some aspects were found regarding fluvial erosion in the gutter and terraces, and the action of laminar surface runoff or groove waters, common processes in the area and region, triggered by land degradation and predominantly herbaceous anthropogenic vegetation that has long replaced natural forests.

Anthropic fields, especially on the slopes, at most retain a small percentage of rainwater, which eventually flows over the surfaces, often

queno das águas das chuvas, que acabam escoando pelas superfícies, muitas vezes concentradas nos trilhos do gado, resultando em assoreamento do curso d'água. Os terraços aluviais expostos do ribeirão Santo Antônio do Grama são particularmente vulneráveis, já que não contam com uma cobertura vegetal que favoreça a infiltração; em muitos pontos, além de erodidos, os terrenos são compactados. A área afetada, como todo o redor, é um ambiente bastante degradado.

As margens do ribeirão, sobretudo nos trechos onde o curso d'água forma planícies aluviais, não contam com florestas ribeirinhas e são afetadas em vários pontos por processos erosivos, muitos desencadeados pelo uso dominante nas encostas adjacentes, a pecuária. As encostas são marcadas por terracetes formados pela circulação de gado e as pastagens, campos antrópicos, estendem-se à planície aluvial. Em muitos pontos, há sulcos e ravinas e até cicatrizes de movimentos de massa que atingiram o curso d'água.

Assim, como exposto em detalhes no PRAD, os vazamentos de minério não promoveram alterações nas áreas afetadas, nas encostas ou na planície e calha fluvial do ribeirão Santo Antônio do Grama, terrenos já muito alterados pelos usos agrícola e pecuário antigos na região.

concentrated on cattle tracks, resulting in siltation of the watercourse. The exposed alluvial terraces of the Santo Antônio stream are particularly vulnerable as they do not have a vegetation cover that favors infiltration; In many places, in addition to being eroded, the land is compacted. The affected area is a very degraded environment, just like everywhere around.

The margins of the stream do not have riverside forests, especially in stretches where the watercourse forms floodplains, and they are affected at various points by erosion processes. Many of these processes were triggered by the dominant use of livestock on the adjacent slopes. The slopes are marked by terraces formed by the circulation of cattle and the pastures, anthropic fields, and extend to the floodplain. At many places, there are grooves and ravines and even mass movement scars that have reached the watercourse.

Thus, as explained in detail in the DARP, the ore leaks did not promote alterations in the affected areas, slopes or the plain and flume of the Santo Antônio do Grama stream. These lands were already greatly altered by the ancient agricultural and livestock uses in the region.



**ATIVIDADE PREDOMINANTE:
PECUÁRIA**

*PREDOMINANT ACTIVITY:
LIVESTOCK*

**ENCOSTAS ERODIDAS E
DESNUDAS**

SLOPES ERODED AND DENUDED

**MARGENS DO RIBEIRÃO
ASSOREADAS E PISOTEADA
PELO GADO**

*SILTED AND TRAMPLED STREAM
MARGINS*







Ações mandatórias

Mandatory actions

As ações mandatórias correspondem à aquelas obrigações de caráter legal, destinadas a mitigação dos impactos gerados, direta ou indiretamente, pelos vazamentos e ações emergenciais na calha e nas margens do ribeirão Santo Antônio do Grama.

Contemplou a recuperação física dos terrenos, com a utilização de técnicas diversas que objetivaram a diminuição da vulnerabilidade a processos erosivos, aumento da estabilidade, redução do carreamento de partículas e recobrimento vegetal dos terrenos expostos pela remoção do minério.

Mandatory actions are legal obligations to mitigate the impacts generated directly or indirectly by the leaks, and emergency measures in the gutter and margins of the Santo Antônio do Grama stream.

They included physical land recovery by using various techniques designed to reduce vulnerability to erosion, increase stability, reduce the carry-over of debris and form a vegetation cover on exposed surfaces by removing ore.

Ações compensatórias

Compensatory actions

As medidas compensatórias têm como objetivo atenuar a ação de processos erosivos nas margens e recompor a vegetação florestal nas APPs ribeirinhas das propriedades de terceiros. Contemplaram as APPs do ribeirão Santo Antônio do Grama localizadas no trecho de 8 km.

As ações consistiram em ações de educação ambiental, recuperação física dos terrenos e recomposição em propriedades rurais historicamente de uso antrópico localizadas entre o local do segundo vazamento até a captação do município.

The compensatory measures aim to mitigate the action of erosive processes on the banks and to recompose forest vegetation in riparian PPAs of third-party properties. The PPAs of the Santo Antônio do Grama stream in the 8 km stretch were considered.

The actions consisted of environmental education, physical land reclamation and restoration in historically anthropogenic rural properties located between the second leak area and the main municipality's watercourse collection.





Revegetação

Revegetation

Uma das medidas compensatórias, a revegetação é a principal atividade de caráter ecológico. As áreas destinadas à recuperação da vegetação florestal, as APPs, foram definidas segundo a Lei Federal nº 12.651/2012. A largura das APPs varia de acordo com o tamanho da propriedade em módulos fiscais, na área, entre 5 e 20 metros.

As faixas são muito estreitas para a recuperação de florestas. Não obstante, é possível estabelecer uma formação arbórea: ainda que estreita, pode ser contínua, melhorando a condição das margens, prevenindo processos erosivos e servindo como corredores entre fragmentos florestais.

One of the compensatory measures and the main ecological activity was revegetation. The areas intended for the recovery of forest vegetation, the PPAs, were defined according to Federal Law No. 12,651 of 2012. The PPA widths varies according to the size of the property in tax modules in the area, between 5 and 20 meters.

The ranges are too narrow for forest recovery. Nevertheless, it is possible to establish a tree formation: although narrow, it can be continuous, improving the condition of the margins, preventing erosive processes and serving as corridors between forest fragments.



Escolha de espécies

Choice of species

A seleção das espécies é de vital importância para garantir o estabelecimento das plantas. É preciso considerar não apenas as exigências ecológicas específicas, a existência de polinizadores e dispersores e a própria possibilidade de formar populações. Nas faixas estreitas é fundamental, ainda, considerar espécies resistentes à competição com as ervas ruderais das pastagens.

Não obstante a imposição legal de preservar APPs, é difícil a aceitação do projeto pelos proprietários, que, mesmo entendendo sua importância para a qualidade ambiental, precisam abrir mão de sua área produtiva.

Assim, o projeto, que considera o aspecto social da área, incluiu também espécies frutíferas, nativas e não nativas, com o objetivo de incentivar os proprietários a manter a vegetação implantada, contribuindo com a recuperação da área.

Com isso, na concepção adotada integrou-se a restauração de processos ecológicos, com o uso de espécies nativas pioneiras e não pioneiras, e o uso de espécies úteis, nativas ou não, incentivando a colaboração fundamental dos proprietários no projeto de recuperação.

Species selection is critical to ensure plant establishment. It is necessary to consider not only the specific ecological requirements, but also the existence of pollinators and dispersers and the very possibility of forming populations. In narrow ranges, it is also essential to consider species resistant to competition with ruderal grass pastures.

Notwithstanding the legal imposition of preserving PPAs, there are still difficulties for accepting the project by the land owners, who, even understanding their importance for environmental quality, need to give up their production area.

Taking into consideration the social aspect of the area, the project also included fruit species, native and non-native ones, with the purpose of encouraging the land owners to maintain the implanted vegetation, and contributing to the recovery of the area.

Thus, the adopted conception integrated the restoration of ecological processes by using the pioneering and non-pioneering native species, useful native or not native species, which encourages the fundamental collaboration of the owners in the recovery project.





Estratégias de restauração

Recovery strategies

Executar ações para reparar os impactos não é a única estratégia cabível e aplicável. É necessário o compromisso com a perpetuação dos benefícios.

O que só é possível com o envolvimento de fato e integral dos agentes institucionais e dos produtores locais, ou seja, dos proprietários que aceitaram a execução das ações propostas.

O sucesso da implantação das atividades depende do compromisso coletivo e da compreensão dos limites de atuação de cada parte, o poder público, o empreendedor, as empresas contratadas e os proprietários rurais.

De fato, as ações de recuperação ambiental do ribeirão Santo Antônio do Grama foram implementadas em um compromisso assumido coletivamente, baseado no projeto de recuperação. As ações foram agrupadas em quatro tipos: ações estruturantes, ações de estabilização, ações de revegetação e ações de monitoramento, cujas premissas básicas são apresentadas a seguir.

Taking action to repair impacts is not the only appropriate and applicable strategy. It is necessary to commit to perpetuation of benefits.

This is only possible with the factual and full involvement of the institutional agents and local producers, i. e., the owners who accepted the execution of the proposed actions.

The successful implementation of the activities depends on the collective commitment and understanding of the limits of action of each party, the public authority, the entrepreneur, contracted companies and land owners.

In fact, the environmental recovery actions of the Santo Antônio do Grama stream were implemented in a collective commitment based on the recovery project. The actions were grouped into four types: structuring actions, stabilization actions, revegetation actions and monitoring actions, whose basic premises are presented below.



AÇÕES ESTRUTURANTES

STRUCTURING ACTIONS

O uso antrópico antigo dos terrenos da região há muito modificou a paisagem e deixou os solos degradados e afetados por processos erosivos. Para reverter na área do projeto algumas das consequências da prolongada degradação foi necessário atingir o íntimo dos receptores, responsáveis por manter as ações no futuro e assim perpetuar e difundir o legado da recuperação.

Para garantir que as áreas em recuperação continuem a ser preservadas futuramente foram construídos bebedouros para o gado fora das APPs e poleiros artificiais, e conduzidas atividades de educação ambiental.

Os proprietários e a comunidade local receberam informações sobre as condições degradadas da área que mantêm a suscetibilidade à erosão e de como limitar ou eliminar os fatores que impulsionam a degradação constante da área. Procedeu-se, ainda, ao cercamento e reconstrução topográfica dos terrenos, de modo a permitir o estabelecimento da vegetação e reduzir a vulnerabilidade à erosão.

The old anthropic use of land in the region has long changed the landscape and left soils degraded and affected by erosion. To reverse some of the consequences of the prolonged degradation in the project area, it was necessary to reach deep within the recipients, responsible for maintaining future actions and thus perpetuating and spreading the legacy of recovery.

To ensure that the areas under recovery continue to be preserved in the future, livestock drinking fountains were built outside the PPAs and artificial perches, and environmental education activities were conducted.

The land owners and the local community have been informed about the degraded conditions of the area that maintain susceptibility to erosion and how to limit or eliminate the factors driving the constant degradation of the area. The fencing and topographic reconstruction of the land proceeded in order to allow the establishment of vegetation and reduce vulnerability to erosion.



Educação ambiental



Uma equipe de especialistas realizou visitas às propriedades para explicar a comunidade sobre as intervenções que seriam realizadas em suas áreas. Nas visitas, os profissionais forneceram conhecimentos básicos sobre manejo de bacias, indicando os benefícios de uma propriedade ambientalmente correta.

Foram distribuídas cartilhas sobre a importância das APPs e exibidos vídeos explicativos sobre todo o processo em andamento, ampliando a área de abrangência do projeto para escolas municipais e para grande parte da comunidade. A equipe executora das ações em campo também foi envolvida nas ações de educação ambiental.

A transparência nas ações foi ponto fundamental para o sucesso das atividades.

Environmental education

A team of specialists visited every household to explain to homeowners about the interventions that would be carried out in their areas. During the visits, the professionals provided basic knowledge of watershed management, indicating the benefits of an environmentally correct property.

Booklets on the importance of PPAs were distributed and explanatory videos were displayed on the entire ongoing process, expanding the project's extent area to municipal schools and to a huge part of the community. The field action team was also involved in environmental education actions.

The transparency in these actions was fundamental to the success of the activities.



Bebedouros

Em cada propriedade, para dessedentar o gado foram construídos bebedouros fim de desestimular a ida dos animais ao curso d'água.

Os bebedouros distantes do curso d'água e o isolamento da área não apenas evitam a compactação do solo e danos às mudas pelo pisoteio do gado, como previnem a contaminação da água com os dejetos, principal fonte de matéria orgânica animal das águas do ribeirão Santo Antônio do Grama. O aumento da matéria orgânica na água pode favorecer o desenvolvimento de organismos patogênicos.

Drinking fountains

In order to quench the cattle's thirst drinking fountains were built in each property, which also discourage the going of the animals to the watercourse.

Drinking fountains away from the watercourse and the isolation of the area not only prevent soil compression and damage to seedlings by trampling cattle, but also preventing water contamination with waste, the main source of animal organic matter in the waters of the Santo Antônio do Grama stream. Increased organic matter in water may favors the development of pathogenic organisms.



Cercamento



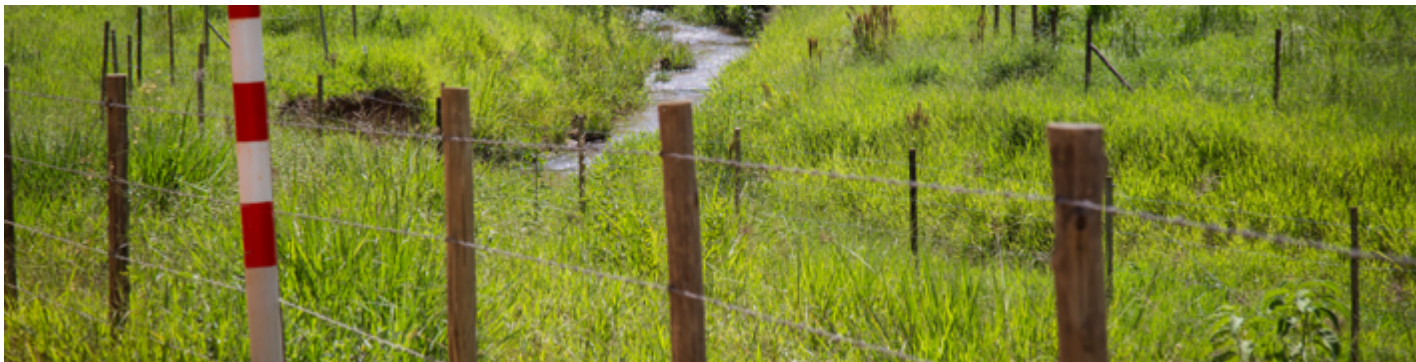
Um dos primeiros passos adotados na recuperação da área, dominada por pastagens, foi o isolamento.

Para evitar que animais, máquinas e pessoas circulem pela área em recuperação e limitar as atividades agropecuárias nas APPs instalaram-se cercas de arame ao longo de 8 quilômetros das duas margens do curso d'água.

Fencing

One of the first steps taken in recovering pasture-dominated land was isolation.

In order to prevent animals, machinery and people from circulating in the recovering area and to limit agricultural activities in the PPA, wire fences were installed along 8 kilometers of the two margins of the watercourse.



Poleiros artificiais

Foram instalados poleiros para atração de aves e morcegos dispersores, estratégia simples e viável, para auxiliar na restauração da vegetação natural, possibilitando a deposição nas proximidades das sementes transportadas nas fezes e no material regurgitado pelos animais.

O número e a disposição dos poleiros foram definidos principalmente a partir da oferta de material e da distância da área aos poucos fragmentos florestais e aos regenerantes adultos isolados nas pastagens.

Artificial perches

Perches were installed to attract dispersing birds and bats, a simple and viable strategy to assist in the restoration of natural vegetation. This enables deposition in the vicinity of seeds transported in feces and material regurgitated by animals.

The number and disposition of perches were mainly defined from the supply of material and the distance from the area to the few forest fragments and to the isolated regenerating adults in the pastures.





AÇÕES ESTABILIZANTES

STABILIZATION ACTIONS

Como exposto, as margens do ribeirão Santo Antônio do Gramma são afetadas pela erosão, potencializada pela retirada da vegetação, que agrava a degradação ambiental do curso d'água.

A dinâmica fluvial e a degradação permanente não permitem o estabelecimento de uma vegetação desenvolvida, mantendo o ambiente altamente instável. A vegetação é ruderal e herbácea, dominada por poucas espécies da família Gramineae, em manchas esparsas nos taludes, onde não exerce a função de contribuir com a fixação, levando à ocorrência de pequenos movimentos de massa.

Recuperar as margens de um curso d'água degradado por processos erosivos de natureza antrópica é um trabalho bastante complexo devido à própria dinâmica fluvial, que é naturalmente caracterizada por erosões e deposições. O processo é ainda mais complexo nas planícies aluviais, formadas por sedimentos sem coesão, onde a erosão e a deposição são mais rápidas.

Buscando reduzir a ação dos processos erosivos promovidos pelo uso pecuário e incorporar a área recuperada à paisagem adotaram-se quatro técnicas: aplicação de paliçadas, cultivo de capim-velvet, rip-rap e enrocamento, além da suavização das margens onde necessário.

As explained, the margins of the Santo Antônio do Gramma stream are affected by erosion, enhanced by vegetation removal, which aggravates the environmental degradation of the watercourse.

The river dynamics and permanent degradation do not allow the establishment of a developed vegetation, keeping the environment highly unstable. The vegetation is ruderal and herbaceous, dominated by few species of the Gramineae family, in sparse patches on the slopes, where it does not play a role in contributing to the fixation, leading to small mass movements.

Recovering the margins of a watercourse degraded by anthropogenic erosive processes is a very complex task due to the river dynamics itself, which is naturally characterized by erosion and deposition. The process is even more complex on the floodplains, formed by cohesive sediments, where erosion and deposition are faster.

In order to reduce the action of erosive processes promoted by livestock use and incorporate the recovered area into the landscape, four techniques were adopted: palisades application, vetiver grass cultivation, rip-rap and rockfill, besides smoothing the margins where necessary.



Paliçadas

O uso das paliçadas objetivou ampliar a estabilidade dos taludes expostos da calha em locais de risco a solapamentos, minimizando os efeitos da erosão fluvial e do escoamento superficial.

Paliçadas são anteparos de peças de madeira tratada, dispostas de modo a proteger a margem do embate das águas. Foram construídas nos estreitamentos da calha, nas curvas ou trechos retilíneos expostos e em outros trechos vulneráveis, na tentativa de favorecer também o estabelecimento da vegetação.

Palisades

The use of palisades aimed to increase the stability of the exposed gutter slopes at risk of undermining, minimizing the effects of river erosion and surface runoff.

Palisades are bulkheads of treated wood, arranged to protect the edge of the water's impact. They were built in narrow gutters, curves or exposed straight stretches and other vulnerable stretches, in an attempt to favor the establishment of vegetation.



Rip-rap



O rip-rap foi adotado na contenção das margens dos terraços aluviais, mais arenosos, afetados por erosões. A técnica utiliza sacos de solo ensacado.

Os sacos foram preenchidos com solo e uma mistura de sementes, para a rápida formação de uma cobertura vegetal (rip-rap verde). Foram dispostos horizontalmente de modo a reduzir o volume de vazios. Os sacos são biodegradáveis e as sementes germinadas rapidamente formam uma camada herbácea no local.

Rip-rap

Rip-rap was adopted to contain the margins of the more sandy alluvial terraces affected by erosion. The technique uses bagged soil bags.

The bags were filled with soil and a mixture of seeds for rapid formation of a green cover (green rip-rap). They were arranged horizontally to reduce the void volume. The bags are biodegradable and the quickly germinated seeds form a herbaceous layer on the spot.

Enroncamento

O enrocamento foi uma técnica utilizada como “amortecedor” da velocidade do fluxo d’água. A estrutura foi executada com pedras sobrepostas nas margens da calha fluvial objetivando proteger trechos erosivos mais expostos e vulneráveis a solapamentos.

A técnica foi usada isoladamente ou associada a outras técnicas, sendo muito importante para a estabilização de diversos pontos da calha.

Rockfill

Rockfill was a technique used as a “damper” of the flow velocity of the water flow. The structure was made with overlapping stones on the margins of the river gutter to protect erosive sections more exposed and vulnerable to undermining.

The technique was used alone or in combination with other techniques, being very important for the stabilization of several points of the gutter.



Capim-vetiver

O capim-vetiver, *Chrysopogon zizanioides*, é uma planta originária da Índia, uma herbácea perene bastante resistente e consistente. O amplo uso do capim-vetiver decorre de suas características, em especial, das longas raízes que permitem o grampeamento do solo, e por serem indivíduos estéreis, não oferecem risco de se tornarem invasoras.

O capim-vetiver foi utilizado na recuperação de áreas erodidas nas margens e encostas, com as finalidades de retardar e espalhar o escoamento da água, ampliar a infiltração e formar rapidamente uma barreira natural, quase sempre nas áreas onde foram construídas paliçadas.

Vetiver grass

Vetiver grass, Chrysopogon zizanioides, is a plant originally from India, a very resistant and consistent perennial herbaceous. The wide use of vetiver grass is due to its characteristics, in particular, the long roots that allow soil stapling, and because they are sterile individuals, offering no risk of becoming invasive.

Vetiver grass was used in the recovery of eroded areas on the margins and slopes, with the purpose of slowing and spreading water flow, increasing infiltration and quickly forming a natural barrier, mostly in the areas where palisades were built.





AÇÕES DE REVEGETAÇÃO

REVEGETATION ACTIONS

A recuperação da cobertura vegetal tem como função contribuir com a estabilização e proteção do terreno, atenuando a ação dos processos erosivos. O plantio, seja de herbáceas, arbóreas ou arbustivas, é primordial para melhorar a estruturação do solo e impulsionar os mecanismos de sucessão ecológica, criando condições para outros indivíduos se estabelecerem na área.

A seleção de espécies é fundamental no processo de restauração e deve buscar o estabelecimento de populações autossustentáveis. Selecionaram-se espécies nativas comuns na região e outras capazes de se desenvolver bem na área, indicadas com base no conhecimento da equipe responsável pelo projeto.

A seleção considerou a capacidade das espécies sobreviverem em faixas estreitas e espécies atrativas para fauna nativa, e incluiu frutíferas nativas e exóticas para consumo próprio.

Foram selecionadas espécies capazes de se estabelecerem e se desenvolverem bem na área e de se dispersarem, ampliando as populações naturais.

Usaram-se seis diferentes técnicas de recuperação da vegetação, descritas a seguir.

The recovery of vegetation cover aims at contributing to the stabilization and protection of the land, mitigating the action of erosive processes. Whether herbaceous, arboreal or shrubby, planting is key to improving soil structure and boosting ecological succession mechanisms, which creates conditions for other individuals to settle in the area.

Species selection is critical in the recovery process and should seek to establish self-sustaining populations. There were selections of native species, common in the region and others capable of developing well in the area, indicated based on the knowledge of the team responsible for the project.

The selection considered the ability of species to survive in narrow ranges and attractive species for native fauna, and included native and exotic fruit for their own consumption.

The selection also involved species that were able to settle and develop well in the area and to disperse, expanding the natural populations.

Six different vegetation recovery techniques were used and they were described below.



Hidrossemeadura



Adotada nas vertentes mais inclinadas com solo exposto, onde foi possível usar o equipamento de hidrossemeadura, com objetivo de formar uma cobertura herbácea contínua.

A ação consistiu no hidrojateamento dos terrenos, aplicando uma mistura composta de matéria orgânica, fertilizante, mulch e mix de sementes, de espécies capazes de crescerem nos terrenos expostos.

Hydroseeding

It was adopted in the steepest slopes with exposed soil, where it was possible to use the hydroseeding equipment, with the purpose of forming a continuous herbaceous cover.

The action consisted of blasting water in the land by applying a mixture composed of organic matter, fertilizer, mulch and seed mix of species capable of growing on the exposed land.



Plantio

Uma equipe treinada abriu as covas para o plantio das mudas. O solo extraído das covas foi adubado, e os tipos e quantidades de fertilizantes foram determinados com base nas características dos solos, que foram amostrados e analisados. Foi usado também o hidrogel, um aditivo com capacidade de armazenar e fornecer água para a planta por até 15 dias.

Nesta etapa foram identificados regenerantes nativos, os quais foram coroados, aumentando a probabilidade de sucesso da restauração.

Planting

A trained team opened the pits for planting the seedlings. The soil extracted from the pits was fertilized, and the types and quantities of fertilizers were determined based on soil characteristics, which were sampled and analyzed. Hydrogel was also used, an additive capable of storing and supplying water to the plant for up to 15 days.

In this stage, native regenerants were identified, which were crowned, increasing the success probability of the recovery.



Semeio de espécies nativas



Com o intuito de tornar mais eficiente a propagação de espécies nativas na área, foi realizada a semeadura direta, utilizando sementes de espécies com bom potencial de germinação e que não exigem métodos de quebra de dormência. A semeadura foi realizada junto com o plantio de mudas.

A semeadura direta de espécies nativas, alternativa viável de baixo custo, foi usada para incluir espécies tardias que não colonizariam naturalmente as áreas em recuperação.

Seeding of native species



In order to make the propagation of native species more efficient in the area, direct seeding was performed using seeds of species with good germination potential and that do not require dormancy breaking methods. The seeding was carried out along with the seedlings planting.

Direct seeding of native species, which is a viable, low-cost alternative, was used to include late species that would not naturally colonize recovering areas.



Plantio multiclasse

Para diminuir a competição das mudas e plântulas com as ervas ruderais dominantes na área, em especial, o capim-braquiária, foram plantadas mudas com diferentes alturas (multiclasse), na tentativa de acelerar o sombreamento e o próprio desenvolvimento da vegetação.

Como resultado inicial, os indivíduos maiores já vêm sombreando a braquiária invasora, favorecendo o desenvolvimento das mudas menores e contribuindo com o aumento da matéria orgânica nos terrenos.

Multi-class planting

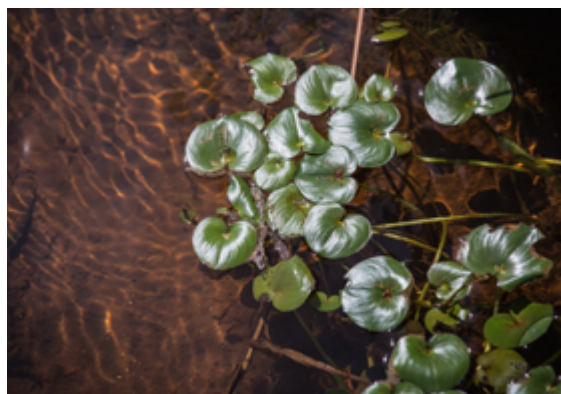
In order to reduce the competition of seedlings and seedlings with the dominant ruderal herbs in the area, especially the brachiaria grass, seedlings of different heights were planted in an attempt to accelerate shading and vegetation development.

As an initial result, larger individuals have already been shading the invading brachiaria, favoring the development of smaller seedlings and contributing to the increasing of organic matter in the land.





Transplante de aquáticas nativas



Espécies aquáticas da própria área foram transplantadas para as porções em recuperação, com o objetivo de maximizar a retenção de sedimentos, criar novos micro habitats e contribuir com a melhoria da qualidade da água, já que as plantas podem atuar como fitorremediadoras dos terrenos onde ainda há resquícios de ferro.

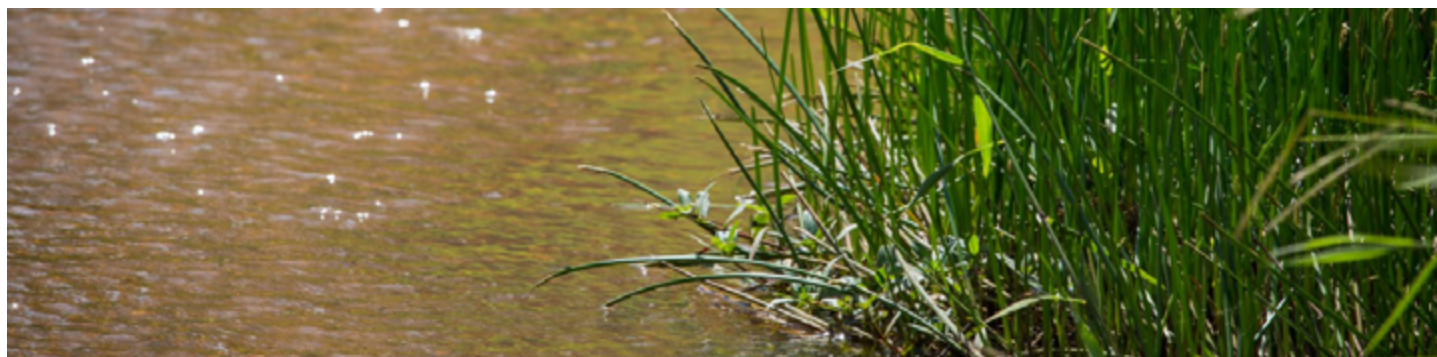
Usaram-se espécies comuns, como o lírio-do-brejo, que vêm atuando como “filtros verdes” e contribuindo com o aumento da estabilidade das margens.

Transplant of native aquatics



Aquatic species from the area itself were transplanted to recovering portions to maximize sediment retention, create new microhabitats and contribute to the improvement of water quality, whereas plants can act as phytoremediators of land where there is still iron remnants.

Common species have been used, such as white ginger lily, which have been acting as “green filters” and contributing to increased margin stability.



Canaleta verde

O escoamento superficial é um dos principais agentes da dinâmica superficial da região. A ausência de vegetação nas áreas rurais reduz drasticamente a capacidade de infiltração das águas nos solos, favorecendo a erosão e o transporte de material detrítico. Para prevenir a erosão, é preciso concentrar, controlar e direcionar as águas de escoamento superficial.

Um sistema de canaletas verdes foi constituído no solo, onde foram abertas as canaletas, depois revestidas com biomanta e hidrossemeadas. Nas porções terminais das canaletas foram instalados dissipadores de energias, rochas metodicamente dispostas.

Green gutter

The surface runoff is one of the main agents of the region’s surface dynamics. The absence of vegetation in rural areas drastically reduces the ability of water to infiltrate soils, which favors erosion and the transport of debris. To prevent erosive processes, it is necessary to concentrate, control and direct surface runoff waters.

A green gutter system was formed in the soil, where the gutters were opened, then covered with biomantle and hydroseeded. In the terminal portions of the gutters, energy dissipaters and methodically arranged rocks were installed.







AÇÕES DE MONITORAMENTO

MONITORING ACTIONS

Em todas as áreas onde for identificada a proliferação de gramíneas ruderais, que acabam por competir com as mudas por água, luz e nutrientes, proceder-se-á à eliminação das competidoras. Estão sendo empregados os seguintes indicadores e parâmetros no monitoramento das APPS em restauração:

In all areas where ruderal grass proliferation is identified, which eventually competes with seedlings for water, light and nutrients, competitors will be eliminated. The following indicators and parameters will be used to monitor PPAs under recovery:

TIPO/TYPE	INDICADOR/INDICATOR	PARÂMETROS/PARAMETERS
Implantação <i>Implementation</i>	Mortalidade <i>Mortality</i>	Nº mudas mortas/ nº mudas plantadas <i>Number of dead seedlings/ number of planted seedlings</i>
Pós-Implantação <i>Post Implementation</i>	Sanidade <i>Plant health</i>	Ataque de formigas Ataque de cupins Deficiência nutricional <i>Attack of ants Attack of termites Nutritional deficiency</i>
	Grau de sombreamento <i>Shading degree</i>	Desenvolvimento de copas <i>Development of treetops</i>
	Densidade de espécies invasoras <i>Density of invader species</i>	Densidade de gramíneas <i>Density of grasses</i>
	Presença de regenerante <i>Regenerant presence</i>	% de indivíduos ingressantes e grupo ingressantes <i>% of introduced individuals and introduced group</i>

Experimentos

Experiments

TUBO FERTILIDADE

Produto em desenvolvimento pela empresa Rupestris Biotecnologia Aplicada à Propagação Vegetal, em processo de obtenção de patente.

Sua composição aumenta o desempenho da muda em crescimento e a resistência a secas. Os primeiros resultados já apontam para a otimização do processo de implantação e a diminuição dos custos de insumos e manutenção.

FERTILITY TUBE

Product under development by Rupestris company Biotechnology Applied to Plant Propagation, in the process of obtaining a patent.

Its composition increases growth performance and drought resistance. The first results already point to the optimization of the implantation process and the reduction of the input and maintenance costs.

COROAMENTO COM GEOTEXTIL

Um dos maiores entraves em projetos de reflorestamento é superar a dominância de gramíneas invasoras e a competição por água, luz e nutrientes. Neste projeto, como uso alternativo ao controle mecânico de roçadas e coroamentos, que demanda mão de obra e eleva o custo operacional, está sendo estudado o uso de geotêxtil tratada no coroamento das mudas.

Com essa técnica espera-se reduzir a perda de umidade do solo, em decorrência da temperatura mais elevada nas camadas superficiais, induzir o crescimento da muda e inibir o desenvolvimento das gramíneas ruderais. O custo inicial é elevado, mas pode ser compensado com a possibilidade de reduzir ou mesmo eliminar a necessidade de coroamento manual.

CROWNING WITH GEOTEXTIL

One of the biggest obstacles in reforestation projects is overcoming the dominance of weeds and competition for water, light and nutrients. In this project, as an alternative use to mechanical control of mowing and crowning, which demands labor and raises the operational cost, the use of treated geotextile in the crowning of seedlings is under study.

With this technique, it is expected to reduce soil moisture loss due to the higher temperature in the superficial layers, induce seedling growth and inhibit the development of ruderal grasses. The initial cost is high, but it can be offset by the possibility of reducing or even eliminating the need for manual crowning.

Resultados

Neste processo de recuperação, a característica mais marcante do ribeirão Santo Antônio do Grama é a degradação da calha e das margens e o contínuo e constante processo de erosão promovido pelo uso e ocupação da área. Além disso, maior parte da área afetada é a estreita planície aluvial e a calha fluvial, naturalmente sujeitas aos processos erosivos e de sedimentação fluviais. O projeto foi implantado com o apoio da Anglo American, com os objetivos de reparar os danos e trazer ganhos ambientais, superando muito os impactos negativos dos vazamentos. Para isso foram utilizados os conceitos de reconhecer, evitar, minimizar, restaurar, compensar e aplicar ações adicionais.

Todas atividades foram exercidas com a finalidade de reduzir a magnitude dos impactos nas margens e no curso d'água e por isso priorizaram-se atividades manuais. Os terrenos afetados por erosões foram conformados e depois revegetados, como foram as margens com os solos expostos.

A introdução de mudas de espécies nativas vem impulsionando o aumento da heterogeneidade das faixas ribeirinhas, formando pequenos corredores, mesmo que em faixas tão estreitas.

Além do caráter ecológico e participativo, o projeto tem uma vertente técnica e experimental relevante, ao incentivar a pesquisa de novas técnicas de restauração. Em linhas gerais, o projeto de restauração do ribeirão Santo

Results

In this recovery process, the most striking feature of the Santo Antônio do Grama stream is the degradation of the gutter and the margins, and the continuous and constant erosion process promoted by the use and occupation of the area. In addition, most affected area is the narrow floodplain and river gutter, naturally submitted to river erosion and sedimentation processes. The project was implemented with Anglo American's support, with the goals of repairing the damage and bringing environmental gains, far outweighing the negative impacts of the leaks. For this, the use of the concepts of recognizing, avoiding, minimizing, restoring, compensating and applying additional actions were important.

All activities were carried out with the purpose of reducing the magnitude of impacts on the margins and the watercourse, so manual activities were prioritized. The lands affected by erosion were shaped and then revegetated, as were the margins with exposed soils.

The introduction of native species seedlings has been driving the heterogeneity increase of the riparian range, forming small corridors, even in such narrow ranges.

Besides the ecological and participatory sense, the project has a relevant technical and experimental aspect, by encouraging the research for new recovery techniques. In general and for now, the Santo Antônio do Grama stream recovery project has obtained the following results:



Antônio do Grama obteve, por ora, os seguintes resultados:

»»Desenvolvimento de uma maior interação entre a empresa e a comunidade local;

»»Divulgação da importância de preservar as margens e calhas de cursos d'água;

»»Implementação de novas metodologias de distribuição de mudas;

»»Controle de erosões;

»»Reestabelecimento de pequenos microhabitats aquáticos;

»»Diminuição da turbidez da água no trecho em restauração;

»»Proteção da calha e redução da erosão fluvial;

»»Contribuição com a mudança positiva da paisagem local.

»»Development of greater interaction between the company and the local community;

»»Disclosure of the importance of preserving the margins and gutters of watercourses;

»»Environmental regularization of properties;

»»Implementation of new seedling distribution methodologies;

»»Erosion control;

»»Reestablishment of small aquatic microhabitats;

»»Decreased water turbidity in the stretch under recovery;

»»Gutter protection and reduction of river erosion;

»»Contribution to the positive change of the local landscape.

RESTAURAÇÃO EM NÚMEROS RESTAURATION IN NUMBERS











































